

Сарсенов А. Е., Ph докторы, доцент м.а., негізгі автор, <https://orcid.org/0000-0002-0265-0141>
«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Орал қ. Жәңгір хан көш., 51, 090009, Қазақстан Республикасы, sarsenov_1966@mail.ru
Бектасов Б.У., аға оқытушы, <https://orcid.org/0000-0001-5176-8716>
«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Орал қ. Жәңгір хан көш., 51, 090009, Қазақстан Республикасы, bektassov.1960@mail.ru
Утепов Г. Н., техникалық ғылымдарының магистрі, аға оқытушы, <https://orcid.org/0000-0002-4144-8253>
«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Орал қ. Жәңгір хан көш., 51, 090009, Қазақстан Республикасы, mr.galim.61@mail.ru
Исетов А. К., МААХФ-11 тобының магистранты, <https://orcid.org/0009-0008-9512-0609>
«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Орал қ. Жәңгір хан көш., 51, 090009, Қазақстан Республикасы, aslanisetov@gmail.com
Кубданов Н. А., МААХФ-21 тобының магистранты, <https://orcid.org/0009-0003-2129-1951>
«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Орал қ. Жәңгір хан көш., 51, 090009, Қазақстан Республикасы, lifeman3@mail.ru
Сахиев Б.Ж., магистр, <https://orcid.org/0009-0005-7638-9934>
НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана 51, 090009, Казахстан, bolatbek.87@mail.ru

Sarsenov A. E., PhD, associate professor <https://orcid.org/0000-0002-0265-0141>
NAO «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan» Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, sarsenov_1966@mail.ru
Bektasov B.U., senior lecturer <https://orcid.org/0000-0001-5176-8716>
NAO «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan» Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, bektassov.1960@mail.ru
Uteпов G.N., Master of Technical Sciences, Senior Lecturer <https://orcid.org/0000-0002-4144-8253> NAO «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan», Uralsk, st. Zhangir Khan 51, 090009, Kazakhstan, mr.galim.61@mail.ru
Isetov A. K., master's student, of the МААХГ-11group <https://orcid.org/0009-0008-9512-0609>
NAO «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan», Uralsk, st. Zhangir Khan 51, 090009, Kazakhstan, aslanisetov@gmail.com
Kubdanov N. A., master's student, of the МААХГ-21 group <https://orcid.org/0009-0003-2129-1951>
NAO «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan», Uralsk, st. Zhangir Khan 51, 090009, Kazakhstan, lifeman3@mail.ru
Sakhiyev B. Zh., master, <https://orcid.org/0009-0005-7638-9934>
NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, bolatbek.87@mail.ru

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ӨНДІРІСІНДЕГІ МОБИЛЬДІК ТЕХНИКАНЫҢ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ҚОНДЫРҒЫЛАРЫНДАҒЫ ОТЫН БЕРУ ЖҮЙЕСІН ЖЕТІЛДІРУ IMPROVEMENT OF THE FUEL SUPPLY SYSTEM FOR MOBILE POWER PLANTS IN AGRICULTURAL PRODUCTION

Аннотация

Мақалада ауыл шаруашылығы өндірісіндегі мобильді техниканың энергетикалық қондырғыларында (ЭҚ) дизель отыны мен бензинді пайдалану бірқатар мәселердің туындайтыны, отын үнемдеуді қамтамасыз ету, пайдаланылған газдардың уыттылығын азайту, сонымен бірге ЭҚ яғни іштен жану қозғалтқышының (ІЖҚ) паспорттық қуатын сақтай отырып, ІЖҚ-ын газ дизельдік цикл бойынша қайта жабдықтау кезінде мүмкін болатындығы атап көрсетілді. Ауыл шаруашылығы өндірісіндегі мобильді техниканың ІЖҚ отын беру жүйелерін жетілдіру өзекті бағыт болып табылады, ал газдизель циклі бойынша жұмыс істейтін ІЖҚ жобалауға және зерттеуге көптеген ғалымдардың жұмыстары арналған.

Өнеркәсіп салаларында мобильді техниканың ІЖҚ үшін отын ретінде газды ауқымды көлеммен тез өсуде, ал әлемнің дамыған елдері мобильді техниканы сығымдалған табиғи газға көшіру жөніндегі бағдарламаларды іске асыра бастады. ІЖҚ арналған сұйық және газ тәрізді

отындардың физикалық-химиялық және пайдалану көрсеткіштері мен өздігінен тұтануының салыстырмалы температурасы, ІЖҚ сығылған табиғи газбен жұмыс істеуге конструкциялық тұрғыда өзгерту тәсілдері, газбен және дизель отынымен жұмыс істейтін циклдің мәні және осы цикл бойынша жұмыс ЭҚ артықшылықтары келтірілген.

Газ дизельдік цикл бойынша жұмыс істейтін ІЖҚ отын беру жүйесінің сұлбасы ұсынылды, оның сұйық және газ тәрізді отынның оңтайлы температуралық режимін қамтамасыз ететін термиялық реттегіш жүйесімен жұмысының сипаттамасы егжей-тегжейлі берілген, бұл қозғалтқышты іске қосу кезінде және оның жұмыс режимдерінде отын шығынын азайтуға, сондай-ақ пайдаланылған газдардың улы компоненттерінің жалпы шығарындыларын төмендетуге мүмкіндік береді.

ANNOTATION

The article notes that the use of diesel fuel and gasoline in power plants (EC) of mobile equipment in agricultural production causes a number of problems, and in order to ensure fuel economy, reduce exhaust gas toxicity, and at the same time maintain the rated power of the EC, i.e. the internal combustion engine (internal combustion engine), its reliability and durability are possible when converting the internal combustion engine to work on the gas-diesel cycle. Improving the fuel supply systems of internal combustion engines of mobile equipment in agricultural production is an urgent task, and the development and research of internal combustion engines operating on the gas-diesel cycle are devoted to the work of many scientists.

The large-scale use of gas as fuel for internal combustion engines of mobile equipment in industries is rapidly increasing, and developed countries of the world have begun to implement programs to convert mobile equipment to compressed natural gas. The physico-chemical and operational parameters and the comparative temperature of self-ignition of liquid and gaseous fuels for internal combustion engines, methods of converting internal combustion engines to operate on compressed natural gas, the essence of the gas-diesel cycle and the advantages of an EC operating on this cycle are given.

A scheme is proposed for the fuel supply system of an internal combustion engine operating on a gas-diesel cycle, a detailed description of its operation is given, with a developed temperature control system providing optimal temperature conditions for liquid and gaseous fuels, which will reduce fuel consumption during engine start and its operating modes, as well as reduce total emissions of toxic exhaust gas components.

Түйін сөздер: жанармай, іштен жану қозғалтқышы, сығылған табиғи газ, газ дизель, тұтандырғыш мөлшері

Key words: fuel, internal combustion engine, compressed natural gas, gas diesel, the initial dose

Кіріспе. Ауыл шаруашылығы өндірісіндегі мобильді техниканың энергетикалық қондырғыларында (ЭҚ), яғни ішкі жану қозғалтқыштарында (ІЖҚ) отын ретінде дизель отыны мен бензинді пайдалануда бірқатар мәселелер туындайды:

- мұнай жаңартылмайтын энергия көзі болып табылады және оны қарқынды өндіру болашақта отынның бұл түрінің жетіспеушілігіне әкелуі ықтимал;
- мобильді техниканың ІЖҚ қоршаған ортаға экологиялық әсері, яғни ауаның пайдаланылған газдармен ластануы;
- өндірілетін өнім мен көрсетілетін қызметтердің өзіндік құнындағы көлік шығындары орташа есеппен 20% құрайды, яғни бензин мен дизель отыны құнының өсуі түпкілікті өнім мен көрсетілетін қызметтердің бағасын арттырады.

Осыған байланысты көптеген елдерде отынның неғұрлым үнемді түріне көшу басым бағыт болып табылады [1, 2].

Қозғалтқыштың паспорттық қуатын, сенімділігі мен беріктігін сақтай отырып, отынның едәуір үнемделуін қамтамасыз ету және пайдаланылған газдар шығарындыларының уыттылығын азайту дизельді ІЖҚ газ дизельдік цикл бойынша жұмысқа қайта жабдықтау кезінде мүмкін болады. Газ дизельді қозғалтқыштардың қолданыстағы отын беру жүйелерін талдау отын беруді сапалы реттеуге болатындығын көрсетеді, бірақ қозғалтқыштың барлық жұмыс режимдерінде және әртүрлі климаттық жағдайларда отынның сапалы жеткізілуін қамтамасыз ету бірқатар мәселелерді тудырады [3-5].

Сондықтан оларды шешудің әртүрлі сұлбалары мен технологиялары жасалды, бірақ газ дизельдік цикл бойынша жұмыс істейтін қозғалтқыштарда отынды берудің жалпы әмбебап

сұлбасын қолдану туралы бірыңғай ой-пікір жоқ болып тұр. Өндірілетін өнім мен қызмет көрсетудің өзіндік құнын төмендету, сондай-ақ пайдаланылған газдардың әсерін азайту үшін баламалы отын түрлерін зерттеу және әзірлеу жұмыстары жүргізілуде. Құрамында мұнай болатын баламалы көздердің орнына ІЖҚ қолдану мотор отындарын алу үшін кеңірек шикізат базасын алуға мүмкіндік береді, стационарлық қондырғылар мен автотрактор техникасының қозғалтқыштарын отынмен оңай қамтамасыз етуге ықпал етеді. Қажетті физика-химиялық қасиеттері мен қажетті параметрлері болатын отын өндіруге мүмкіндік туғызады, бұл өз кезегінде қозғалтқыштардың экологиялық және экономикалық көрсеткіштерін жақсартуға мүмкіндік береді. Сондықтан автотракторлық техника қозғалтқыштарының отын беру жүйелерін жетілдіру халық шаруашылығы үшін өзекті міндет болып табылады [3, 6, 7].

Газдизель циклінде жұмыс істейтін дизельді қозғалтқыштардың отын беру жүйелерін әзірлеу және зерттеу жақын және алыс шетелдердің көптеген ғалымдарының жұмыстары арналған. Әр түрлі отындарды қозғалтқыштың жану камерасына берудің оңтайлы температурасы туралы қолда бар эксперименттік деректер газ дизельді отынмен жабдықтау жүйелеріндегі жылу алмасу процестерінің толығырақ сипаттамасы болмауынан туындайтын бірқатар келіспеушіліктерді тудырады. Сондықтан газ дизельді қозғалтқышта отынды беру кезінде жүретін жылу алмасу процестерін толығырақ зерттеу қажет.

Газды көлік құралдарының ІЖҚ үшін отын ретінде кең көлемде пайдалану XX ғасырдың отызыншы жылдарында басталды, ол кезде іштен жану қозғалтқыштары үшін отынның шикізат базасын ұлғайту және мұнай тектес отындармен бәсекелесу мәселесі мемлекеттік деңгейде шешіліп жатқан болатын [7-9].

Содан кейінгі негізгі мәселе газ құюдың қол жетімділігі болды, сондықтан өткен ғасырдың елуінші жылдары КСРО Үкіметінің шешімі бойынша автомобиль газтолтырғыш компрессорлық станциялардың (АГТКС) құрылысы басталды, олар көлік құралдарын 20 МПа қысыммен табиғи газбен толтырды. Дәл осы кезеңде сығылған табиғи және сұйытылған мұнай газдарында (СМГ) жұмыс істейтін жүк көтергіштігі әртүрлі болатын көлік құралдарын сериялық шығарылуы басталды. XX ғасырдың тоқсаныншы жылдардың басында сұйық мотор отынының тапшылығы және газ баламаларының неғұрлым тартымды тұтыну бағасы аясында газ отынына сұраныс қарқынды өсті, ал әлемнің дамыған елдері автомобиль көлігін сығылған табиғи газда жұмыс істеуге ауыстыру бағдарламаларын жүзеге асыра бастады, бұл автомобиль газолтырғыш компрессорлық станциялардың (АГТКС) жүктемелерінен көрінді [2].

Зерттеу материалдары мен әдістері. Сығылған табиғи газды (СТГ) газ ұңғымаларынан, мұнай өңдеу нәтижесінде және газ конденсатының немесе жолшыбай мұнай газының фракциясын бөлу арқылы алуға болады. Оның бірқатар артықшылықтарына қарай СТГ мұнай отындарын алмастыра алады, бірақ олардың кейбіреулері одан асып түседі [3].

Біздің еліміздің газ кен орындарында оның құрамы іс жүзінде бірдей және өте таза: ол 82...98% әртүрлі қоспалары бар CH_4 метаннан, 6%-ға дейін C_2H_6 этаннан, 1,5%-ға дейін C_3H_8 пропаннан және 1%-ға дейін C_4H_{10} бутаннан тұрады. Мұнай кен орындарында табиғи газды өндіру әртүрлі нәтижелерге әкелуі мүмкін, метан мөлшері 40...82% - ға дейін, ал бутан мен пропан 4...20% - ға дейін өзгереді [6, 8, 10, 11].

CH_4 метан ең жоғары сыну температурасы -82°C -қа ие, бұл метанды сұйық фазаға ауыстырудың күрделілігіне ықпал етеді, тіпті жоғары қысымда метан газ түрінде қалады және оны сұйықтыққа айналдыру үшін оны сыну температурадан төмен температураға дейін салқындату керек. Метандағы сутек мөлшерінің жоғары болуына байланысты СТГ қозғалтқыш цилиндрлерінде жақсы жанады, бұл индикаторлық пайдалы әсер коэффициентін арттыруға және пайдаланылған газдардың уыттылығын төмендетуге мүмкіндік береді. Метан қауіпсіз, өйткені ол ауадан жеңіл және отын жүйесінің герметикалығы бұзылып ағып кеткен жағдайда жоғары көтеріледі, яғни сұйытылған пропан-бутанмен салыстырғанда ағып кету аймағында жиналмайды. Метанның жоғары детонацияға төзімділігі қозғалтқыштың сығылу дәрежесі 9,5...10,5 аралығында күшін үдетуге мүмкіндік береді [6, 12].

Энергетикалық параметрлер бойынша 1 м³ табиғи газ 1 литр бензинге теңестіріледі. Сонымен қатар, табиғи газ энергияның өте төмен көлемдік концентрациясына ие. Сондықтан табиғи газды жоғары қысымға дейін сығу керек. Сығылған газ үшін жоғары қысымда - 19,6 МПа (200 кгс/см²) жұмыс істеуге есептелген газ баллонды қондырғылар (баллондар, арматура, редуктор, газ құбырлары және т.б.) қолданылады. Газ баллоннан шығынданған кезде ондағы жұмыс қысымы да үздіксіз төмендейді. СТГ арналған баллондардың сыйымдылығы 34...400 л құрайды, ал қысымы 19,6 МПа есептеледі [6-9, 12].

Сенімділікті қамтамасыз ету үшін сығылған газды құятын баллондардың қабырғалары қалың болаттан жасалады, бұл бірнеше цилиндрлі баллондар тұратын батареяға үйлестіріліп көлік құралына орнатылады. Ол көлік құралының массасының едәуір өсуіне және пайдалы жүк көтергіштігінің төмендеуіне әкеледі, сонымен қатар жанармайды толтырып құю кезінен жүрісі екі есе азаяды. Осыған байланысты автомобильдерде СТГ сақтаудың криогендік технологиясы ең перспективті және орынды болып табылады. СТГ МЕСТ 27577-2000 «Іштен жану қозғалтқыштары үшін сығылған отын газы» бойынша реттеледі, ол оның физикалық-химиялық және пайдалану көрсеткіштерін 1-кестеде, ал 2-кестеде іштен жану қозғалтқыштары үшін сұйық және газ тәрізді отындардың өздігінен тұтануының салыстырмалы температурасын анықтайды [3, 7, 9, 13].

Кесте 1 – СТГ физика-химиялық және пайдалану көрсеткіштері

Көрсеткіш	Мәні
Көлемдік төмен жану жылулығы, кДж/м ³ , кем емес	31800
Ауаның салыстырмалы тығыздығы	0,55-0,7
Күкіртсутек концентрациясы, г/м ³ , астам емес	0,02
Меркаптан күкіртінің концентрациясы, г/м ³ , астам емес	0,036
Механикалық қоспалардың массасы, мг/м ³ , астам емес	1,0
Су буының концентрациясы, мг/м ³ , астам емес	9,0
Жанбайтын компоненттердің жиынтық көлемдік үлесі, %, астам емес	7,0
Оттегінің көлемдік үлесі, %, астам емес	1,0

Кесте 2 – Кейбір көмірсутектердің өздігінен тұтанғыштық температурасы

Көмірсутектің түрі	Өздігінен тұтанғыштық температурасы, К (°С)	Өздігінен тұтанудың шекті концентрациялары, %
Газ тәрізділер		
Метан CH ₄	823-973 (550-700)	5,0 - 15,0
Этан C ₂ H ₆	793-903 (520-630)	3,2 - 12,5
Гексан C ₆ H ₁₄	756 (487)	1,2 - 7
Пропан-бутан		1,5 - 9
Сұйықтар		
Бензол C ₆ H ₆	833 (560)	1,4 - 8
Бензин	688-803 (415-530)	0,75 - 5,2
Керосин	513-653 (240-380)	1,2 - 8
Дизель отыны	523-543 (250-270)	2 - 3

2-кестеден көріп отырғанымыздай, ІЖҚ арналған газ тәрізді отындардың өздігінен тұтандырғыш температурасы сұйықтыққа қарағанда жоғары, сондықтан олардың детонацияға төзімділігі дизель отынға қарағанда артық болады. Сондықтан тек сығылған газдағы дизельді қозғалтқыш жұмыс істей алмайды, өйткені цилиндрлердегі сығылған ауаның температурасы сығылған метанды өздігінен тұтату үшін жеткіліксіз.

Дизельді қозғалтқышты СТГ де екі негізгі жолмен жұмыс істеуге бейімдеуге болады:

- ұшқынмен оталдыру қозғалтқышқа қайта құру жолымен (түрлендіру);
- газдизель циклі бойынша жұмысқа ауыстыру арқылы.

Ұшқынмен оталдыру қозғалтқышқа қайта құру өте қарапайым және радикалды тәсіл болып табылады, нәтижесінде газ қозғалтқышы пайда болады, бірақ сонымен бірге іштен жану қозғалтқышын айтарлықтай түрлендіру қажет. Дизельді қозғалтқышта қайта құруды орындау үшін отын аппаратурасы алынады, оның орнына оталдыру жүйесі орнатылады, ал бүріккіш орнына оталдыру оттығы орнатылады. Газ баллонды жабдық (ГБЖ) орнатылады және табиғи газ (метан) мөлшерлегіш арқылы беріледі.

Дизельді қозғалтқыштың сығылу дәрежесі табиғи газдың детонацияға төзімділігі үшін тым жоғары болуына қарай, мұндай қозғалтқыштың ресурсы төмен болар еді, өйткені ол детонация нәтижесінде істен шығар еді. Сондықтан қозғалтқыштың қалыпты жұмыс режимін қамтамасыз ету үшін поршеньдердің түбіндегі немесе жану камераларындағы металл қабатын алып тастау арқылы сығылу дәрежесін 12...14 дейін төмендету қажет, бұл аталған элементтердің беріктігін төмендетеді.

Мұндай мүмкіндік болмаған жағдайда, цилиндр бастиегінің астына қосымша төсемді орнату арқылы жану камерасының көлемін ұлғайту арқылы сығылу дәрежесін төмендетуге болады.

Базалық дизельді ІЖҚ-пен салыстырғанда сығылу дәрежесінің төмендеуі газ қозғалтқышының индикаторлық пайдалы әсер коэффициентін төмендеуіне әкеледі, ал дроссельдеуге, әсіресе төмен жүктемелерде ысыраптардың артуы тиімділікті пайдалы әсер коэффициентінің төмен көрсеткішіне әкеледі. Мұның бәрі автотракторлық техникада дизельдік аналогпен салыстырғанда газ қозғалтқышының газ отынының пайдалану шығындарының 30% - ға дейін (көлемдік бірліктерде) ұлғаюына әкеледі [9].

Түрлендіру нәтижесінде дизельді емес, газ қозғалтқышы пайда болады, яғни ол түрлендірілген бензин қозғалтқышынан сығылу дәрежесімен ерекшеленетін жоғары ресурсқа ие болады және тек қана СТГ-де жұмыс істейді. Қозғалтқышты түрлендіру ресурсы жоғары үнемді және экологиялық таза ІЖҚ алуға мүмкіндік береді [2, 3, 7, 9].

Түрлендіру тәсілінің негізгі артықшылықтары болатыны жоғары экономикалық көрсеткіштер мен экологиялық тиімділік. Ал бұл тәсілдің басты кемшілігі – түрлендіру жолымен алынған газ қозғалтқышы дизель отынымен жұмыс істей алмайды.

Дизельді қозғалтқышты табиғи газбен жұмыс істеуге бейімдеудің екінші негізгі тәсіл ұзақ уақыт бойы қолданылған, бірақ аз таралған және газ дизельді процеске көшу болып табылады, оның мәні дизельді қозғалтқыш өзінің құрылымдық параметрлерін сақтай отырып, дизель отыны мен метан қоспасында жұмыс істейді (газ дизельді қозғалтқыш). Газ дизельдік цикл дизель отынының негізгі бөлігін табиғи газбен алмастыруға негізделген, бірақ отын қоспасын (газ-ауа) тұтандыру үшін сығылу тактысының соңында берілетін дизель отынының белгілі бір мөлшері оталдыру үлесін (мөлшері) беру қажет.

Оталдыру мөлшері тұтанғанда кезінде қозғалтқыштың цилиндрлеріне енгізу тактісінде түсетін газ-ауа қоспасын тұтатады [4, 5, 14]. Газ дизельдері үшін оталдыру мөлшері базалық қозғалтқыштардың дизель отынының 15-30% құрайды және орнатылған газ баллонды жабдықтың (ГБЖ) түріне, қозғалтқыш түріне және оның техникалық жағдайына байланысты өзгереді. Оталдыру үлесі - бұл өздігінен тұтану нәтижесінде цилиндрлерде газ-ауа қоспасының тұтануына кепілдік беретін ең аз мөлшерін құрайды [13, 15].

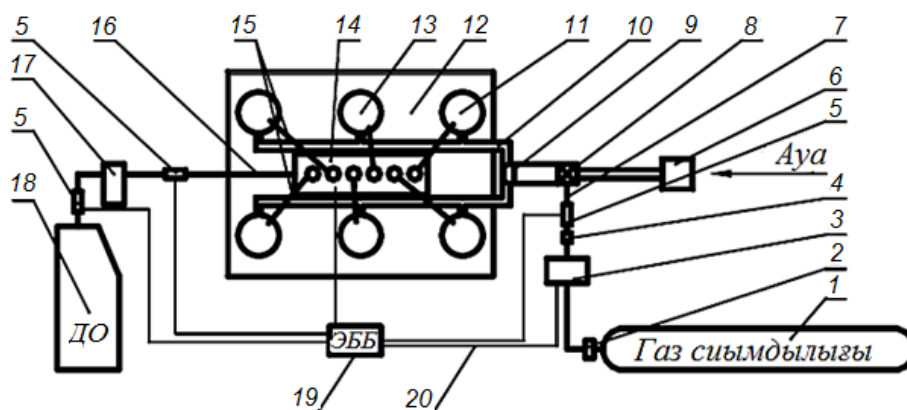
Мұндай қозғалтқыштың артықшылығы – газ толық пайдаланылған кезде қозғалтқыш дизельді отында жұмыс істей алады. Қозғалтқыш газды дизель режимінде жұмыс істегенде, отынның 70-85% табиғи газ болған кезде, дизельге тән қара түгін толығымен жоғалады, бірақ пайдаланылған газда көмірсутектердің мөлшері біршама артады. Бірақ бұл дизельді қозғалтқыш (бензопирен) шығаратын канцерогендер емес, тек аз мөлшерде жанбаған, мүлдем зиянсыз метан. Базалық дизельді қозғалтқышпен салыстырғанда, газ дизельдік циклде жұмыс істейтін қозғалтқыштың ресурсы (цилиндр поршенді топ бөліктеріндегі шөгінділердің азаюына байланысты) және майдың қызмет ету мерзімі артады [2, 12, 13, 15-20].

Қозғалтқышты газ дизельді цикліне бейімдеу үшін тек қана ГБЖ орнату мен шектелмейді, сонымен қатар орнатылған жабдықты арнайы реттеу қажет. Бұл әсіресе қозғалтқыштың барлық жұмыс режимдерінде дизель отынының оталдыру мөлшерін тұрақты жеткізуді қамтамасыз ететін жоғары қысымды отын сорғысына (ЖҚОС) қатысты. Газ дизельді циклымен істейтін қозғалтқыштардың келесі артықшылықтарға ие:

- базалық қозғалтқыштың қуаттылық сипаттамалары сақталады;
- бұраушы моментін көбейту мүмкіндігі және оны иінді біліктің төменгі айналу жиілігінде алу мүмкіндігі;
- пайдаланылған газдардың ұйымдылығын 2-4 есе төмендету;
- дизель отынын газбен алмастыру арқылы 80%-ға дейін үнемдеу;
- шудың төмен деңгейі;
- пайдаланудағы техниканы қайта жабдықтауға мүмкіндік беретін қозғалтқышты газдизельге айналдырудың қарапайымдылығы;
- қозғалтқыш майының қызмет ету мерзімін ұзарту және цилиндр поршенді тобының тозуының азаюы.

Газ дизельдік циклмен жұмыс істейтін қозғалтқыштар газбен де, дизельді отынмен де жұмыс істей алатындығына байланысты, мұндай ІЖҚ қолдану автотрактор техникасын пайдаланудың икемділігін арттырады және бір жанармай толтырып алғаннан кейін жұмыс істеу ұзақтығын арттырады [4-6, 13, 14].

Зерттеу нәтижелері. Біз газ дизельдік цикл бойынша жұмыс істейтін ЯМЗ-236 қозғалтқышының отын беру жүйесін ұсынамыз (1-сурет) [4- 6,15].



Сурет 1 – Газ дизельді отынды беру жүйесінің сұлбасы:

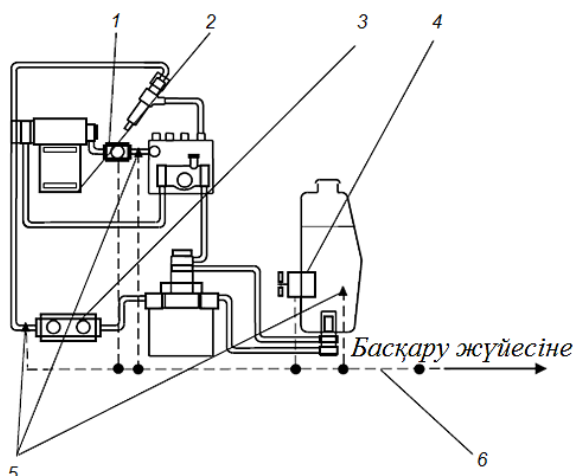
1 – газ баллоны; 2 – жанармай құю вентилі; 3 - газ редукторы; 4 – газ мөлшерлегіш; 5-термореттегіш; 6 – турбокомпрессор; 7 – газ құбыры; 8 - араластырғыш; 9 - газ-ауа қоспасының мөлшерлегіші; 10 – енгізу құбыры; 11, 13 – қозғалтқыш цилиндрлері; 12 –қозғалтқыш; 14 - жоғары қысымды отын сорғысы (ЖҚОС); 15 - жоғары қысымдағы отын құбыры; 16 - төмен қысымдағы отын құбыры; 17- отынды түбегейлі тазарту сүзгісі; 18 - дизельді отын бағы; 19 - электронды басқару блогы (ЭББ); 20 - ақпараттық магистраль

Қозғалтқышты үрлеу 6-турбокомпрессор көмегімен жүзеге асырылады (сурет 1), жүйеге айдалатын ауа 5-термореттегіш температурасына тен газбен араласады, содан кейін 9-газ-ауа қоспасының мөлшерлегіш көмегімен газ-ауа қоспасының ағыны екі бірдей бөлікке бөлінеді, цилиндрлер блогының екі жартысына, яғни енгізу құбырларына (коллектор) бірдей түседі.

Отынның оталдыру мөлшерінің бүркеу штаттық ЖҚОС жүзеге асырылады, отынның оталдыру мөлшерін азайтып беру үшін сорғы секциясындағы плунжердің диаметрі базалықпен салыстырғанда кіші болады.

Отынның оңтайлы температуралық режимін қамтамасыз ету үшін термореттеу жүйесі жасалды.

2-суретте отынды беру жүйесінің дизельдік желісіндегі отынды термореттеу жүйесі ұсынылған, мұнда 1-негізгі термоэлектрлік модуль, 2-отынды түбегейлі тазалау сүзгісі, 3-қосалқы модульдер, 4-отын бағы, 5-температура сезгіштері және 6-ақпараттық-күштік магистраль көрсетілген [3, 6, 15].



Сурет 2 – Дизель отынының термореттеу жүйесі:

1 – отынға арналған негізгі термоэлектрлік модуль; 2 – отынды түбегейлі тазарту сүзгісі; 3 – қосалқы модульдер; 4 – отын бағы; 5 – температура сезгіштері; 6 – ақпараттық-күштік магистраль

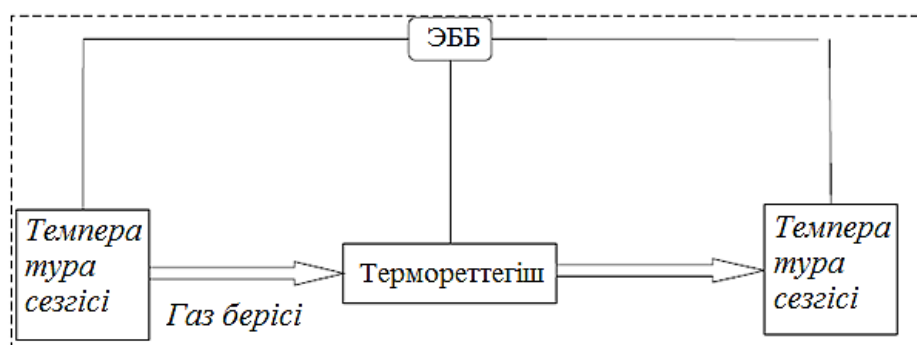
Температураны бақылау 5-температура сезгіштері арқылы жүзеге асырылады. Термоэлектрлік модульдерге арналған ток өткізгіштер және қосалқы мен температуралық

сезгіштерге арналған ақпараттық желілер басқару жүйесіне қосылған 6-ақпараттық-күштік магистральға қосылады.

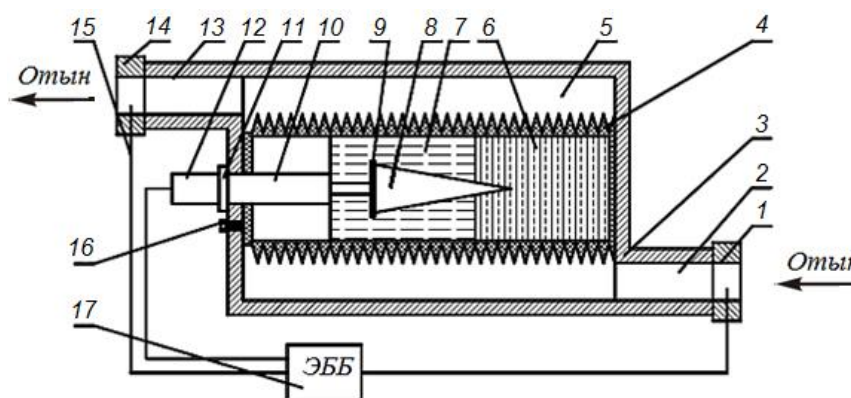
Термореттеу дизельді қозғалтқыштың штаттық электрмен жабдықтау жүйесінен алынатын энергия есебінен жүргізіледі, бұл тұтынылатын қуатқа бірқатар шектеулер қояды. Термореттеудің энергетикалық тиімділігін арттыру мақсатында термоэлектрлік модульдерді басқару жүйесі қоршаған ортаның температурасы мен қысымына байланысты термореттегішке сигнал қалыптастыратын бағдарламаланатын логикалық контроллерді қамтиды.

3-суретте газ дизельдік цикл бойынша жұмыс істейтін қозғалтқыштың отын беру жүйесінің термореттегішінің жұмыс жасау сұлбасы көрсетілген. Осында отын беру жүйесі элементтерінің өзара байланысы қалай жүзеге асырылатыны көрсетілген. Отын магистраль бойымен өткен кезде оның температурасы сезгішпен өлшенеді және электронды басқару блогына сигнал беріледі, онда сезгіштің көрсеткіші қажетті температураның бағдарламаланған диапазонымен салыстырылады.

Егер сезгіштің көрсеткіші мәндердің рұқсат етілген диапазонына сәйкес келсе немесе оған кірсе, онда ЭББ бұл мәнді жай ғана жазады, ал егер мән төмен болса, онда ЭББ термореттегішті қосу релесіне сигнал беріп, отынды қыздырады. Отын термореттегіштен өткеннен кейін температура өлшенеді, ал ЭББ-ға сигнал беріліп, алгоритм бойынша термореттегіштің жұмысын басқарады. Осылайша, отынның температурасы реттеледі. Отынды термореттегішінің құрылысы 4-суретте көрсетілген.



Сурет 3 – Отынды термореттеудің принципіалды сұлбасы



Сурет 4 – Отынды термиялық реттегіші:

1 – кіре берістегі отын температурасының сезгіші; 2 – бергіш штуцері; 3 – жылу оқшаулағыш; 4 – термореттегіш корпусы; 5 – отынға арналған қуыс; 6 – электр өткізгіш қабаты; 7 – жылу жинақтаушы диэлектрлік материалы бар қабат; 8 – электрод; 9 – шайба; 10 – шток; 11 – соленоид; 12 – басқару релесі; 13 – шығару штуцері; 14 – отынның шыға берісіндегі температурасының сезгіші; 15 – ақпараттық магистраль; 16 – жерге қосқыш; 17 – электрондық басқару блогы

Отынды термиялық реттегіш (сурет 4) құрамына кіретін 4 қырланған корпус ішіне 6 электр өткізгіш қабаты (парафинмен араласқан көміртекті наноматериал), 7 жылу жинақтаушы диэлектрлік материалы бар қабат, конус түрінде жасалған 8 оқшауланған электрод, ол 10 штокпен 9 диэлектрлік шайба арқылы бекітілген. 4 корпус отынды бергіш 2 штуцерлерімен және отынды

шығару 13 штуцерлерімен 5 қуысты ұсынады. Электр энергиясы қыздырғышқа 11 соленоид және 12 басқару релесі арқылы аккумуляторлық батареясынан беріледі.

Термиялық реттегіш келесідей жұмыс істейді. 1 сезгіш термиялық реттегішке кіретін отынның температурасын өлшейді және сигналды ЭББ-ға жібереді. Егер температура жеткіліксіз болса, онда ЭББ 12 басқару релесіне 11 соленоидке электр кернеуін беру арқылы, ал 8 оқшауланған электрод кернеуіне, 10 шток бойымен сигнал береді. Электр тогы 8 оқшауланған электрод пен 6 электр өткізгіш қабаты арасында 16 жерге қосқышы бар 4 реттегіш корпусына өтеді. Мұндай токтың өту нәтижесі, көлемдік жылу шығару болып табылады. 4 корпус қабырғасындағы қырлар арқылы жылу қоршаған ортаға және 7 жылу жинақтаушы қабатқа беріледі.

Отынды 2 бергіш және 13 шығару штуцерлер арқылы қуысқа берген кезде 4 корпус пен 3 жылу оқшалаушы арасындағы жылу электр жылуды жинағыш қыздырғыштан алынады. 6 электр өткізгіш қабатта және 7 жылуды жинақтаушы диэлектрлік материалы бар қабатта, температура фазалық ауысуна жеткенде көлемдердің ұлғаюы байқалады, бұл 10 шток солға қарай қозғалуына және 8 оқшауланған электродты 7 диэлектрлік қабаттың қабаттар арасына орын ауыстыруына әкелу салдарынан электр тізбекті айырады.

Термиялық реттегіштің шыға берісіндегі 14 температура сезгіш орнатылған, ол қыздырылған ортаның температурасын өлшейді және ЭББ-ға сигнал жібереді, ол 12 басқару релесінде сигнал береді, ол өз кезегінде тізбекті айырады.

Қорытынды. Осылайша, газбен және дизель отынымен қоректенетін қозғалтқыштың отын беру жүйесінің ұсынылған конструкциясы сұйық және газ тәрізді отынның оңтайлы температурасын ұстап тұруға мүмкіндік береді, бұл қозғалтқышты іске қосу кезінде және оның жұмыс режимдерінде отын шығынын азайтуға, сондай-ақ пайдаланылған газдардың улы компоненттерінің жалпы шығарындыларын азайтуға мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Пепина, Л.А. Загрязнение атмосферного воздуха автомобильно-дорожным комплексом [Текст]: / Л.А. Пепина, А.Н. Созонтова А.Н. //Alfabuild.- 2017- №1(1). – С. 99-110

2 Geng, P. Reduction of PM emissions from a heavy-duty diesel engine with diesel /methanol dual fuel [Text] / P. Geng [and etc.] // Fuel, 2014 - Vol.123. - P.1-11.

3 Аль-Майди, А.А.Х. Совершенствование системы топливоподачи газодизельных двигателей мобильной техники в АПК [Текст]: дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Аль-Майди Али Аббас Хашим. – Тамбов, 2020. – 135 с.

4 Баширов, Р. М. Автотракторные двигатели. (Конструкция, основы теории и расчета) [Текст]: учеб. пособ. / Р. М. Баширов. - 3-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2017. - 336 с.

5 Бектасов, Б.Ө. Көлік техникасының энергетикалық қондырғылары [Мәтін]: оқу құралы / Б.Ө. Бектасов, А.Е. Сәрсенов, Д.Ж. Гумаров. – Алматы.: Альманахъ, 2019.- 315 б.

6 Al-Maidi, A.A.H. Analysis of the characteristics of natural gas as fuel for vehicles and agricultural tractors [Text] / A. A.H. Al-Maidi [and etc.] //Plant archives(international journal of plant research), 2019- Vol.19, 2019. – P. 1213-1218.

7. Wei, L. A review on natural gas/diesel dual fuel combustion, emissions and performance [Text] / L. Wei, P. Geng // Fuel Processing Technology, 2016 - Vol.142 - P. 264 – 278.

8 Гнедова, Л.А. Газомоторные топлива на основе метана. Анализ требований к качеству и исходному сырью [Текст]: / Л.А. Гнедова, К.А. Гриценко, Н.А. Лапушкин, В.Б. Перетряхина, И.В. Федотов // Современные технологии переработки и использования газа. Научно-технический сборник – Вести газовой науки. – 2015.–№ 1 (21) – С. 86-97.

9 Zhen, X. An overview of methanol as an internal combustion engine fuel [Text] / X. Zhen, Y. Wang // Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2015- Vol.52 - P. 477-493

10 Эксплуатационные материалы [Текст]: учебник для вузов / А. П. Уханов [и др.]. — 2-е изд., стер. — СПб.: Лань, 2021. — 528 с.

11 Топливо, смазочные материалы и технические жидкости [Текст]: учеб. пособ. / В. В. Остриков [и др.]: под общ. ред. В. В. Острикова.-М.: Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 244 с.

12 YAİCI, W. Feasibility study of medium- And heavy-duty compressed renewable/natural gas vehicles in Canada [Text] / W. YAİC, H. Ribberink // ASME 2020 14th International Conference on Energy Sustainability, ES 2020, V001T17A001

13 Аль-Майди, А.А.Х. Перспективы переоборудования сельскохозяйственных дизельных машин на газомоторное топливо [Текст]: / А.А.Х. Аль-Майди, Д.А. Чернецов, Ю.В. Родионов, П.И.

Селиванова // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – Тамбов, 2017.- №4 (66) – С. 200-206.

14 Носырев, Д. Я. Перспективные энергетические установки подвижного состава [Текст]: учеб. пособ. для вузов / Д. Я. Носырев, А. А. Свечников. – Самара. : СамГУПС, 2020. - 142 с.

15 Аль-Майди, А.А.Х. Оптимальная конструкция и особенности системы топливopодачи для двигателей, работающих на сжатом газе [Текст] // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2017- №12 (ч.14) – С.1659 -1661

16 Pielecha, I Application of IMEP and MFB50 indexes for controlling combustion in dual-fuel reciprocating engine [Text] / I. Pielecha [and etc.] //, Applied Thermal Engineering, 2018 - Vol.132 - P.188 – 195.

17 Yousefi, A. An experimental and numerical study on diesel injection split of a natural gas/diesel dual-fuel engine at a low engine load [Text] / A. Yousefi, H. Guo, B. M. Birouk // Fuel, 2018.- Vol. 212 - P. 332–346.

18 Yang, B. Parametric investigation the particle number and mass distributions characteristics in a diesel/natural gas dual-fuel engine [Text] / B. Yang [and etc.] // Applied Thermal Engineering, 2017 - Vol.127 - P. 402 – 408.

19. Zhang, C. Effects of combustion duration characteristic on the brake thermal efficiency and NO_x emission of a turbocharged diesel engine fueled with diesel-LNG dual-fuel [Text] / C. Zhang [and etc.] // Applied Thermal Engineering, 2017 - Vol.127 - P. 312 – 318.

20 Chung, J. Incylinder pressure based real-time combustion control for reduction of combustion dispersions in light-duty diesel engines [Text] / J. Chung [and etc.] // Applied Thermal Engineering, 2016 - Vol.99 - P. 1183 – 1189.

REFERENCES

1 Pepina, L.A. Zagryaznenie atmosfernogo vozduha avtomobil'no-dorozhnym kompleksom [Tekst]: / L.A. Pepina, A.N. Sozontova A.N. //Alfabuild.- 2017- №1(1). – S. 99-110

2 Geng, P. Reduction of PM emissions from a heavy-duty diesel engine with diesel /methanol dual fuel [Text] / R. Geng [and etc.] // Fuel, 2014 - Vol.123. - R.1-11.

3 Al'-Majdi, A.A.H. Sovershenstvovanie sistemy toplivopodachi gazodizel'nyh dvigatelej mobil'noj tekhniki v APK [Tekst]: dis. ... kand. tekhn. nauk : 05.20.01 / Al'-Majdi Ali Abbas Hashim. – Тамбов, 2020. – 135 s.

4 Bashirov, R. M. Avtotraktornye dvigateli. (Konstrukciya, osnovy teorii i rascheta) [Tekst]: ucheb. posob. / R. M. Bashirov. - 3-e izd., ster. – SPb. : Lan', 2017. - 336 s.

5 Bektasov, B.Ө. Kөлік tekhnikasynың energetikalық қондырғылары [Mәtin]: оқу қыралы / B.Ө. Bektasov, A.E. Sәrsenov, D.ZH. Gumarov. – Almaty.: Al'manah', 2019.- 315 b.

6 Al-Maidi, A.A.H. Analysis of the characteristics of natural gas as fuel for vehicles and agricultural tractors [Text] / A. A.H. Al-Maidi [and etc.] //Plant archives(international journal of plant research), 2019-Vol.19, 2019. – R. 1213-1218.

7. Wei, L. A review on natural gas/diesel dual fuel combustion, emissions and performance [Text] / L. Wei, P. Geng // Fuel Processing Technology, 2016 - Vol.142 - R. 264 – 278.

8 Gnedova, L.A. Gazomotornye topliva na osnove metana. Analiz trebovanij k kachestvu i iskhodnomu syr'yu [Tekst]: / L.A. Gnedova, K.A. Gricenko, N.A. Lapushkin, V.B. Peretryahina, I.V. Fedotov // Sovremennye tekhnologii pererabotki i ispol'zovaniya gaza. Nauchno-tekhnicheskij sbornik – Vesti gazovoj nauki. – 2015.–№ 1 (21) – S. 86-97.

9 Zhen, X. An overview of methanol as an internal combustion engine fuel [Text] / X. Zhen, Y. Wang // Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2015- Vol.52 - P. 477-493

10 Uhanov, A. P. Ekspluatacionnye materialy [Tekst]: uchebnik dlya vuzov / A. P. Uhanov [i dr.]. — 2-e izd., ster. — SPb.: Lan', 2021. — 528 s.

11 Ostrikov, V. V. Toplivo, smazochnye materialy i tekhnicheskie zhidkosti [Tekst]: ucheb. posob. / V. V. Ostrikov [i dr.]: pod obshch. red. V. V. Ostrikova.-M.: Vologda : Infra-Inzheneriya, 2019. - 244 s.

12 Yaïci, W. Feasibility study of medium- And heavy-duty compressed renewable/natural gas vehicles in Canada [Text] / W. Yaïc, H. Ribberink // ASME 2020 14th International Conference on Energy Sustainability, ES 2020, V001T17A001

13 Al'-Majdi, A.A.H. Perspektivy pereoborudovaniya sel'skohozyajstvennyh dizel'nyh mashin na gazomotornoe toplivo [Tekst]: / A.A.H. Al'-Majdi, D.A. Chernecov, YU.V. Rodionov, P.I. Selivanova // Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernad'skogo. – Тамбов, 2017.- №4 (66) – S. 200-206.

- 14 Nosyrev, D. YA. Perspektivnye energeticheskie ustanovki podvizhnogo sostava [Tekst]: ucheb. posob. dlya vuzov / D. YA. Nosyrev, A. A. Svechnikov. – Samara. : SamGUPS, 2020. - 142 s.
- 15 Al'-Majdi, A.A.H. Optimal'naya konstrukciya i osobennosti sistemy toplivopodachi dlya dvigatelej, rabotayushchih na komprimirovannom gaze [Tekst] // Konkurentosposobnost' v global'nom mire: ekonomika, nauka, tekhnologii. – 2017- №12 (ch.14) – S.1659 -1661
- 16 Pielecha, I .Application of IMEP and MFB50 indexes for controlling combustion in dual-fuel reciprocating engine [Text] / I. Pielecha [and etc.] //, Applied Thermal Engineering, 2018 - Vol.132 - R.188 – 195.
- 17 Yousefi, A. An experimental and numerical study on diesel injection split of a natural gas/diesel dual-fuel engine at a low engine load [Text] / A. Yousefi, H. Guo, B. M. Birouk // Fuel, 2018.- Vol. 212 - R. 332–346.
- 18 Yang, B. Parametric investigation the particle number and mass distributions characteristics in a diesel/natural gas dual-fuel engine [Text] / B. Yang [and etc.] // Applied Thermal Engineering, 2017 - Vol.127 - R. 402 – 408.
19. Zhang, C. Effects of combustion duration characteristic on the brake thermal efficiency and NOx emission of a turbocharged diesel engine fueled with diesel-LNG dual-fuel [Text] / C. Zhang [and etc.] // Applied Thermal Engineering, 2017 - Vol.127 - R. 312 – 318.
- 20 Chung, J. Incylinder pressure based real-time combustion control for reduction of combustion dispersions in light-duty diesel engines [Text] / J. Chung [and etc.] // Applied Thermal Engineering, 2016 - Vol.99 - R. 1183 – 1189.

РЕЗЮМЕ

В статье отмечено, что использование дизельного топлива и бензина в энергетических установках (ЭУ) мобильной техники в сельскохозяйственном производстве вызывает ряд проблем, а для обеспечения экономии топлива, сокращения токсичности отработавших газов, и при этом сохраняя паспортную мощность ЭУ т.е. двигателя внутреннего сгорания (ДВС) ее надежность и долговечность возможно при переоборудовании ДВС на работу по газодизельному циклу. Совершенствование систем топливоподачи ДВС мобильной техники в сельскохозяйственном производстве является актуальной задачей, а разработка и исследование ДВС, работающих по газодизельному циклу, посвящены работы многих ученых.

Широкомасштабное использование газа в качестве топлива для ДВС мобильной техники во отраслях промышленности стремительно увеличивается, а развитые страны мира начали реализовывать программы по переводу мобильной техники на компримированный природный газ. Приведены физико-химические и эксплуатационные показатели и сравнительная температура самовоспламенения жидких и газообразных топлив для ДВС, способы перевода ДВС для работы на компримированном природном газе, сущность газодизельного цикла и преимущества ЭУ работающего по этому циклу.

Предложена схема система топливоподачи ДВС, работающего по газодизельному циклу, подробно дается описание ее работы, с разработанной системой терморегулирования обеспечивающий оптимальный температурный режим жидкого и газообразного топлива, что позволит снизить расход топлива при пуске двигателя и ее рабочих режимах, а также снизить суммарные выбросы токсичных компонентов отработавших газов.