

ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР / ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ /
TECHNICAL SCIENCES

DOI 10.54596/2309-6977-2022-2-119-127

УДК 621.436

МРНТИ 05.04.02

**ЖЫЛУ ШЫҒЫНДАРЫ АЗАЙТЫЛҒАН ДИЗЕЛЬДІ ҚОЗҒАЛТҚЫШТАР
ЖАСАУ**

Балғабеков Т.К., Байгужина Г.Н., Ибраева Ж.Т.

(e-mail: GUL_8989@mail.ru)

С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Нұр-сұлтан, Қазақстан

Аңдатпа

Қазіргі уақытта жану камерасының қабырғаларына жылу беруді азайту есебінен индикаторлық к.п.д. ұлғайту бойынша жұмыстар дамыды. Жылу беруді азайтудың бір әдісі-жану камерасын құрайтын бөліктердің жылу кедергісін арттыру. Ол үшін жылу қорғайтын жабындар бөлшектердің қабылдайтын беттеріне қолданылады немесе олар толығымен керамикалық материалдардан жасалады. Әр түрлі базалық өлшемдері (D және S) және әр түрлі мәжбүрлеу деңгейлері бар дизельдерде жүргізілген қалыңдығы 3,5 мм-ге дейінгі жоғары жылу кедергісінің жабындарын қолдану бойынша зерттеулер мұндай жабындарды дизельдің жану камерасынан жылу шығаруды едәуір төмендету үшін, яғни жылу шығыны азайтылған дизель жасау үшін пайдалануға болатындығын көрсетті.

Алайда, олар негізінен қалыңдығы 0,35 мм-ден аспайтын жабындар үшін орнатылады.жабынның қалыңдығының жоғарылауымен оның жұмыс процесі мен жылу алмасу процестеріне әсері артады. Сондай-ақ жылу қорғайтын жабындарды пайдалану кезінде индикаторлық к.п. д. мүмкін болатын арттыру шектері белгіленбеген. Сондықтан жоғары жылу кедергісі мен жұмыс денесінің жылу қабылдайтын бетінің жылу әсерлесуінің заңдылықтарын зерттеу, сонымен қатар жабындарды қолданудан максималды әсер алуға болатын жағдайларды анықтау қиын және өзекті мәселе болып табылады.

Түйін сөздер: қозғалтқыш, жылу беру, жылу беруді азайту, жану камерасы, керамикалық материалдар, жылу өткізбейтін жабындар, энергия шығынын азайту, дизель көрсеткіштері, жылу өткізгіштік коэффициенттері, поршеньді жылу оқшаулау.

**СОЗДАНИЕ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С УМЕНЬШЕННЫМИ
ТЕПЛОВЫМИ ЗАТРАТАМИ**

Балғабеков Т.К., Байгужина Г.Н., Ибраева Ж.Т.

(e-mail: GUL_8989@mail.ru)

*Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, Нур-Султан,
Казахстан*

Аннотация

В настоящее время получили развитие работы по увеличению индикаторного к.п.д. за счет снижения теплоотдачи в стенки камеры сгорания. Одним из способов уменьшения теплоотдачи является повышение термического сопротивления деталей, образующих, камеру сгорания. Для этого на воспринимающие поверхности деталей наносят теплозащитные покрытия или изготавливают их целиком из керамических материалов. Исследования по применению покрытий повышенного термического сопротивления, толщиной до 3,5 мм, проведенные на дизелях с различными базовыми размерами (D и S) и разными уровнями форсировки показали, что такие покрытия могут быть использованы для значительного снижения теплоотвода из камеры сгорания дизеля, то есть для изготовления дизеля с уменьшенными тепловыми потерями.

Однако установлены, в основном, для покрытий, толщина которых не превышает 0,35 мм. При увеличении толщины покрытия усиливается его воздействие на протекание рабочего процесса и процессов теплообмена. Не установлены также пределы возможного повышения индикаторного к.п.д. при использовании теплозащитных покрытий. Поэтому изучение закономерностей теплового взаимодействия теплопринимающей поверхности покрытия повышенного термического сопротивления и рабочего тела, а также выявление условий, при которых может быть получен максимальный эффект от использования покрытий является сложной и актуальной задачей.

Ключевые слова: двигатель, теплоотдача, уменьшения теплоотдачи, камера сгорания, керамические материалы, теплозащитные покрытия, снижение потерь энергии, показатели дизелей, коэффициенты теплопроводности, теплоизоляция поршня.

CREATION OF DIESEL ENGINES WITH REDUCED HEAT EXPENSES

Balgabekov T.K., Baiguzhina G.N., Ibraeva Zh.T.

(e-mail: GUL_8989@mail.ru)

Kazakh Agro Technical University named after S. Seifullin, Nur-Sultan, Kazakhstan

Annotation

At present, work has been developed to increase the indicator efficiency. by reducing heat transfer to the walls of the combustion chamber. One way to reduce heat transfer is to increase the thermal resistance of the parts that form the combustion chamber. To do this, heat-shielding coatings are applied to the receiving surfaces of the parts or they are made entirely of ceramic materials. Studies on the use of coatings of increased thermal resistance, up to 3.5 mm thick, carried out on diesel engines with different base sizes (D and S) and different boost levels showed that such coatings can be used to significantly reduce heat removal from the diesel combustion chamber, that is for the manufacture of diesel engines with reduced heat losses.

However, they are established mainly for coatings whose thickness does not exceed 0.35 mm. With an increase in the thickness of the coating, its effect on the flow of the working process and heat transfer processes is enhanced. The limits of the possible increase in indicator efficiency have not been established either. when using heat-shielding coatings. Therefore, the study of the patterns of thermal interaction between the heat-receiving surface of the coating with increased thermal resistance and the working fluid, as well as the identification of conditions under which the maximum effect from the use of coatings can be obtained is a complex and urgent task.

Keywords: engine, heat transfer, heat transfer reduction, combustion chamber, ceramic materials, heat-shielding coatings, energy loss reduction, diesel performance, thermal conductivity coefficients, piston thermal insulation.

Кіріспе

Жылу шығыны азайтылған дизельді қозғалтқыштарды құру бойынша кең ауқымды зерттеу жұмыстары жүргізілді және жүргізілуде. АҚШ, Батыс Еуропа елдері мен Жапонияның жетекші қозғалтқыш жасау фирмаларының жұмыстарына жалпы шолу кең ауқымды теориялық және эксперименттік жұмыстардың тұтастай алғанда оң нәтижелер бергенін көрсетеді. Жоғары физика-механикалық қасиеттері бар конструкциялық Керамикалық материалдар жасалды, жоғары сапалы Керамикалық материалдарды алу үшін жаңа технологиялық процестер әзірленді, жылу шығындары азайтылған қозғалтқыштардың ықтимал көрсеткіштері туралы эксперименттік деректер алынды, жылу оқшауланған қозғалтқыштары бар автомобильдердің алғашқы жүрісі орындалды.

Алайда, негізгі нәтижелер тек тәжірибелік жұмыстарға арналған тәжірибелік қондырғыларда немесе арнайы жасалған қозғалтқыштарда алынады. Керамикалық бөлшектері бар қозғалтқыштардың өнеркәсіптік өндірісі ешбір елде жоқ. Kyoto Ceramic мамандарының пікірінше, керамикалық бөлшектері бар қозғалтқыштардың өнеркәсіптік өндірісі ХХІ ғасырдың ортасында ұйымдастырылуы керек.

Cummins төрағалары қысқа мерзімде термореттелген турбокомпрессорлық дизель өндірісін игеру мүмкіндігін көрсетеді. Мысалы, $g_e=200$ г/(кВт·сағ) кәдімгі турбокомпаундты дизельдер біздің уақытымызда өндіріске қойылуы мүмкін. Перспективада $g_e=195$ г/(кВт·сағ) салқындату жүйесі жоқ қозғалтқыштар құру, сондай-ақ $g_e=170,2$ г/(кВт·сағ) қамтамасыз ететін жылу оқшауландырылған поршеньдердің, Қозғалтқыш цилиндрлерінің гильзалары мен бастиектерінің конструкцияларын әзірлеу жоспарлануда. Ең аз үйкеліспен және $g_e=152$ г/(кВт·сағ) қозғалтқыш өндірісі қазіргі уақытта жоспарланып отыр [1, 3].

Зерттеуге арналған бастапқы деректер. Ганновер университетінің поршеньдік машиналар институты жану камерасының (КС) қабырғалары арқылы жылуды кетіру нәтижесінде пайда болатын энергия шығынын азайтуға бағытталған зерттеулер жүргізеді. КС құрайтын бөлшектердің беттерін жылу оқшаулағыш жабындары бар Дизельдердің конструктивті дамуы үшін КС әр элементінің дизель көрсеткіштерін жақсартуға әсер ету дәрежесі туралы сұрақтар үлкен мәнге ие [2]. Осыған сүйене отырып, жылу оқшаулаудың цилиндрлердің әртүрлі жұмыс көлемі бар, үрленетін және онсыз, поршень түбінің жылу оқшаулауымен, цилиндр басының түбімен және цилиндр жеңімен дизель көрсеткіштеріне әсері зерттелді. Дизельдердің негізгі көрсеткіштері 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1 - зерттелетін дизельдердің негізгі көрсеткіштері

Көрсеткіштер	«Аз өлшемді» дизель AVL 520	«Көп өлшемді» дизель ViV 23/23 TL
Номиналды n , мин ⁻¹	2500	1500
N_e , кВт	26,49/27,2	350,7
P_i , $\times 10^{-1}$ МПа	9,27/9,62	14,68
D , мм	120	280
S/D	1,0 λ	1,0
V_h , дм ³	1,357	9,556

Материалдарды есептеу кезінде пайдаланылатын жылу өткізгіштік коэффициенттері λ , Вт/м. к.: шойын – 55; Болат – 40; жоғары қоспаланған болат – 17,2; шар тәрізді графиті бар шойын – 33, алюминий – 229; алюминий тотығынан жасалған жабындар – 1,6...4,6; фарфор – 1,0; цирконий тотығы – 2,0 (0,086); кремний нитриді – 5...32,8 (10); кремний карбиді – 80...100. Көріп отырғаныңыздай, λ шашырауы өте үлкен болды. Есептеулерде бірыңғай $\lambda = 2$ Вт/м қабылданды. к. поршеньді салқындату қозғалмайтын саптамадан түбіне айдалатын маймен жүргізілді (маймен жылудың ~ 60% бөлінеді); ViV 23/23 дизельді поршень сақиналы каналда айналатын маймен салқындатылды (80% жылу шығару). Есептеулер бойынша, цилиндрдің басы мен поршеньнің түбін жабу кезінде P_i аздап артады, ал g_i азаяды, ал цилиндр жеңіне жабу кезінде P_i төмендейді, ал g_i жоғарылайды [1,2].

КС қабырғаларындағы шығындар негізінен қысудың соңғы кезеңінде және жанармай жанған кезде пайда болады; цилиндр жеңі поршеньмен жабылады, сонымен қатар жеңдер поршеньнің үйкелісіне ұшырайды. Сондықтан, ең алдымен, поршеньнің түбін, содан кейін цилиндр басының түбін оқшаулау ұсынылады. Жеңнің жоғарғы бөлігін ғана оқшаулау ұсынылады. Есептеулер цилиндр өлшемі аз болған кезде жылу оқшаулаудың тиімділігін көрсетті. Поршеньді оқшаулау жеңнің жылу оқшаулауына қарағанда тиімді [1,5].

Поршеньді қозғалтқыштың негізгі бөлшектерінің жылу кернеуінің күйіне әсер ететін негізгі факторлар. Негізгі бөлшектердің температуралық деңгейі поршеньді қозғалтқыштардың өмірлік циклінің барлық кезеңдерінде, жобалаудан бастап пайдалануға дейін өте маңызды рөл атқарады. Қозғалтқыштардың жылу күйі оның жұмыс істеу көрсеткіштеріне, оның ішінде сенімділікке, экологиялық және отын-экономикалық көрсеткіштерге айтарлықтай әсер ететіндіктен, қозғалтқыштарды әзірлеу кезінде жобалық шешімдермен бөлшектердің болжамды температуралық көрсеткіштерінің қолайлы деңгейін қамтамасыз етуге айтарлықтай әсер етіледі.

Қозғалтқыштың негізгі бөліктерінің температуралық өрістерінің қалыптасуына әсер ететін факторларды талдау оларды келесі топтарға бөлуге мүмкіндік береді: 1. Цилиндр-поршень тобы бөлшектерінің жылу қабылдайтын беттерінде жылу жүктемелерінің қалыптасуын негіздейтін жұмыс процесінің өтуі; 2. Ерекше конструктивтік элементтерді және дайындаудың технологиялық процестерін пайдалану (жылу қорғанысының, экрандардың, жылу кедергілерінің, жылу беру процесінің қарқындылығын реттеу құралдарының, бөлшектер материалдарының жылуфизикалық сипаттамаларының болуы, бөлшектердің беттерінде ерекше жылуфизикалық және физикалық-механикалық қасиеттері бар қабаттардың болуы және т.б.); 3. Жану камерасындағы және салқындату жүйесінің қуыстарындағы жылу алмасу процестерінің ерекшеліктері (қасиеттері және жылу-физикалық сипаттамалары, ағымның режимі мен сипаты, жылу тасығыштардың жай-күйі, жылу беретін және жылу қабылдайтын беттердің жай-күйі, олардың температуралары мен тербелістерінің деңгейі, турбулизаторлардың және жылу алмасу қарқындылығына әсер ететін басқа да құралдардың болуы); 4. Қозғалтқышта өтетін уақытша процестердің ерекшеліктері (саңылаулардың өзгеруі, жылу қабылдайтын және салқындататын беттердің пішіні мен жай-күйі, қақ, шлам, күйген, лак қабыршақтары, тотықтар қабыршақтары шөгінділерінің түзілу динамикасы, салқындатқыш сұйықтықтарға қоспалардың іске қосылуы, бөлшектердің тозуы); 5. Қозғалтқышты пайдалану ерекшеліктері, оның техникалық жай-күйі, техникалық қызмет көрсету және жөндеу ережелерін сақтау [2, 3].

Қозғалтқыштағы отынның жануы кезінде бөлінетін жылуды қозғалтқыштың сыртқы жылу балансы болып табылатын жеке компоненттерге (пайдалы пайдаланылатын жылу және жылу жоғалтудың әртүрлі түрлері) бөлу негізінен эксперименталды түрде анықталатыны белгілі. Жылу балансының жекелеген компоненттерінің мәні жылуды қолданудың жетілуін бағалауға, салқындату жүйесін есептеуге, шығатын газдардың жылуын пайдалану мүмкіндігін анықтауға және қозғалтқыштың жұмысын жақсарту жолдарын анықтауға мүмкіндік береді.

Ішкі жану қозғалтқышының жылу балансының теңдеуі келесі түрге ие:

$$T = T_e + T_{охл} + T_{Г} + T_{М} + T_{ост}, \quad (1)$$

мұнда: T - жұмсалған отынның жану жылуы; T_e - қозғалтқыштың тиімді жұмысына баламалы жылу; $T_{охл}$ - қозғалтқыштан салқындату ортасымен (сұйықтықпен немесе ауамен) бұрылатын жылу; $T_{Г}$ - шығарушы газдармен бұрылатын жылу; $T_{М}$ - шығарушы газдармен бұрылатын жылу.

$$T_{Г} = T_{Г.ф.} + T_{Г.х.}, \quad (2)$$

мұнда $t_{г.ф.}$ - шығарылатын газдардың энтальпиясы; $t_{г.х.}$ - жылуы жоқ выделившаяся жану кезінде отынның салдарынан толық емес жану; t_m - жылуы, отводимая жағар маймен; $t_{ост}$ - көрсеткіш ескеретін жылу жоғалту нәтижесінде, сәулелі және конвективті жылуалмасу қызған бөліктерінің қозғалтқыш қоршаған ортамен.

Жұмыс процесінің жетілуін бағалау үшін салыстырмалы бірліктерде жасалған жылу балансы үлкен қызығушылық тудырады, яғни:

$$t_e + t_{охл} + t_{г.ф.} + t_{г.х.} + t_m + t_{ост} = 100\%. \quad (3)$$

Номиналды режимде үрлеусіз дизель жұмысы кезінде отынмен енгізілген жылуға жатқызылған сыртқы жылу балансының жекелеген құрамдастарының орташа мәндері [1, 4]:

Кесте 2 - сыртқы жылу балансының орташа мәндері

t_e	$t_{охл}$	$t_{г.ф.}$	$t_{г.х.}$	t_m	$t_{ост}$
29...55%	20...35%	25...40%	0...5%	2...4%	2...7%

Көріп отырғанымыздай, қозғалтқышқа енгізілген жылудың 70...55% – ы жылу шығыны болып табылады-негізінен шығатын газдардың энтальпиясы және салқындатқыш шығаратын жылу. Жылу шығынын жою кезінде жылуды пайдалану деңгейі едәуір артады. Шығатын газдарда жұмыс істейтін турбинаны қолдану газдар шығаратын жылу үлесін азайтады және пайдалы пайдаланылатын жылу үлесін арттырады.

3-кестеде дизельді жану камерасында қоспаның пайда болу шарттары [4, 5] қалыпты жұмыс режимінде және төмен температурада іске қосу кезінде көрсетілген.

Кесте 3 - Дизельдің жану камерасында қоспаның пайда болу шарттары

Көрсеткіштер атауы	Номиналды уақыт	Іске қосу уақыты
Поршень жылдамдығы, м/с	5...10	0,4...1,0
Ауа зарядының жылдамдығы, м/с	75...200	5...16
Сығылу соңындағы ауа зарядының температурасы, С	550...700	250...420
Қысу камерасы қабырғаларының температурасы, С	200...300	- 30
Сығылу соңындағы ауа зарядының қысымы, МПа	4...5	1,5...2,5
Жанармай тамшысының орташа диаметрі, мкм	10...30	40...60

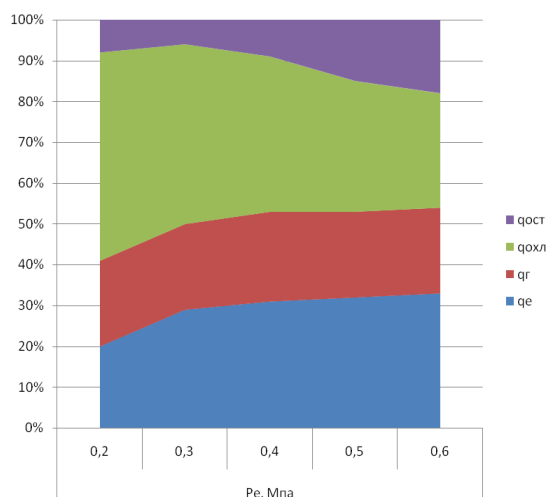
Тіпті заманауи зерттеу жабдықтарының көмегімен ІЖҚ-да болатын процестер туралы толық түсінік алу мүмкін емес. Тиісінше, оларды математикалық әдістерді қолдану арқылы сипаттау өте қиын міндет. Ішкі жану қозғалтқышындағы процестерді математикалық модельдеу олардың белгілі бір дәрежеде идеализациясын, яғни термодинамика, газодинамика және басқа қолданбалы ғылымдардың заңдылықтары мен теңдеулерін қолдануға мүмкіндік беретін бірқатар болжамдарды қабылдауды қамтиды. Нәтижесінде қозғалтқыштардағы процестерді зерттеудің есептеу-эксперименттік әдістері кеңінен қолданылды.

Зерттеу нәтижелері. Жарияланған деректердің дұрыстығын тексеру, сондай-ақ жылу оқшауланған қозғалтқыштың перспективаларын бағалау мақсатында [3, 6, 7] жұмысында жылу оқшауланған цилиндрмен 1 сағат 96/120 бір цилиндрлі дизельдің

жылу балансы зерттелді. Эксперимент басталар алдында дизельдің базалық моделін суық және ыстық айналдыру жүргізілді, отын беру параметрлері мен ауа зарядының қозғалысы оңтайландырылды, жүктеме сипаттамалары алынды, барлық жүктеме режимдерінде түтіндік бойынша уытты көрсеткіштер анықталды, жұмыс процесін индексстеуге арналған аппаратура ретке келтірілді, жылу теңгерімі алынды.

1-суретте дизельдің базалық моделі үшін жылу балансы компоненттерінің $N=1000$ мин-1 кезіндегі жүктемеге тәуелділігі көрсетілген. Жүктеменің $P_e=0,58$ МПа дейін артуымен суреттен көріп отырғанымыздай, тиімді пайдаланылған жылу 21,5%-дан 29,5%-ға дейін артады. Салқындатқыш суға берілген жылу мөлшері 52%-дан 27%-ға дейін төмендейді, барлық жүктеме режимі шегінде пайдаланылған газдармен бірге шығарылған жылу шамалы өзгереді және 20...23% құрайды.

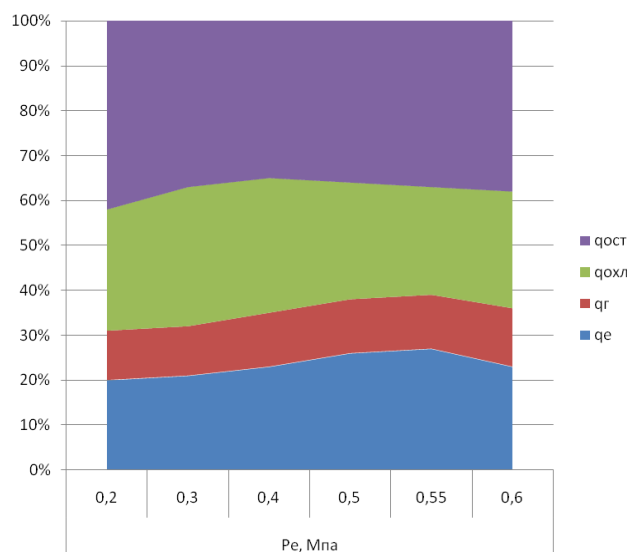
Кремний нитриді керамикалық жең салу арқылы цилиндрдің жоғарғы бөлігін жылу оқшаулау кезінде жылу балансының құрылымдық компоненттерінің мәндерінде айтарлықтай өзгерістер болды (2-сурет).



Сурет 1 - Бір цилиндрлі дизельдің жылу балансы 1 сағат 96/120: негізгі модель

$P_e=0,58$ МПа кезінде базалық модельмен салыстырғанда тиімді пайдаланылған жылу мөлшері 29,5%-дан 24,0%-ға дейін төмендеді, салқындатқыш суға берілген және пайдаланылған газдармен бірге шығарылған жылу да тиісінше 27%-дан 22%-ға дейін және 23%-дан 16%-ға дейін төмендеді. Алайда жылу балансының қалдық мүшесінің шамасы 23,5%-дан 38,2%-ға дейін күрт өсті. Сонымен қатар, жүктеменің азаюымен қалдық мүшенің мәндеріндегі айырмашылық ұлғайып, жылу оқшауланған нұсқада $P_e=0,21$ МПа жүктеме кезінде базалық модельде 6%-ға қарсы 42% құрады.

Көріп отырғаныңыздай, керамикалық жеңді цилиндрдің жоғарғы бөлігіне орнатқан кезде жылу балансының әр компоненті деформацияға ұшырап, нашарлау бағытында өзгерді. Цилиндрдің жылу оқшаулауымен отын беру параметрлері, жанармай құю заңы өзгермегенін, оңтайландыру, реттеу жұмыстары жүргізілмегенін атап өткен жөн, яғни екі жағдайда да жүктеме сипаттамаларын алып тастау және жылу балансын анықтау бірдей бастапқы жағдайларда жүргізілді.



Сурет 2 - Бір цилиндрлі дизельдің жылу балансы 1 сағ 96/120: Жылу оқшаулағыш гилзасымен

Цилиндрдің жылу оқшаулауында жылу тепе-теңдігі компоненттерінің деформациясының себебі жану процесінің бұзылуы деп болжауға болады. $N=1000$ мин-1 кезінде алынған базалық модель мен жылу оқшауланған дизельдің жүктеме сипаттамаларын салыстыру және талдау жылу оқшаулау кезінде толтыру коэффициенттерінің және артық ауаның айтарлықтай төмендегенін көрсетті, бұл отын-ауа қоспасының қатты қайта байытылуына, қоспаның түзілу және жану процестерінің нашарлауына әкелді. Осылайша, алынған нәтижелер жұмыс процесін жақсарту және дизельді оқшаулау кезінде оның оңтайлы параметрлерін таңдау бойынша қосымша зерттеулер жүргізу қажеттілігін көрсетеді.

Қорытынды

Сұйық салқындатылған алты цилиндрлі дизель негізінде жасалған және қуаты $N_e=177$ кВт және $S/D=152/140$ мм/мм Cummins NTC-250 құбыр үрлегіші бар адиабатты турбокомпаундты қозғалтқыш $p_e = 169$ кВт болды, $N=2100$ мин-1, $iV_h=14$ л. қозғалтқышта салқындату жүйесі мүлдем жоқ. Радиатор, желдеткіш, су сорғысы және салқындату жүйесінің барлық коммуникациялары алынып тасталды. Қозғалтқыш конструкциясынан барлығы 361 бөлік алынып тасталды. Прототиппен салыстырғанда қозғалтқыштың көлемі салқындатқыштың массасын есептемегенде $0,57$ м³, массасы 153 кг – ға азайды, оның көлемі шамамен 40 литр болды. Мұндай қозғалтқышы бар 5 тонналық әскери жүк көлігінің жүгірісі 4800 км болды. жүгіру кезінде ешқандай бұзылулар мен ақаулар болған жоқ, дегенмен 800 км-ге жуық автомобиль жүк массасы 5 -тен 13 тоннаға дейін көтерілген кезде айтарлықтай жүктемемен сыналды. Жүксіз жүрістерде отын шығыны 100 км 26 л құрады, ал прототип үшін ол 39 л (шамамен 30% - ға азайды), де орташа мәні $182,4$ г/(кВт·сағ), яғни $15...16\%$ - ға төмендеді [3, 8].

Керамикалық материалдар, сондай-ақ ортақ жану камералары бар қозғалтқыштар үшін перспективалары бар [2, 3]. Мысалы, Mazda (Жапония) фирмасы NGK Insulators Ltd (АҚШ) фирмасымен бірлесіп las литий-алюминий силикатын, ішінара тұрақтандырылған psz цирконий тотығын және төмен жылу өткізгіштігі бар Si3N4 азотталған силикатты (LAS үшін – $\lambda = 4,3$ Вт/(м·К), psz үшін – $\lambda = 2.9$ Вт/(м·К) және

Si3N4 үшін – $\lambda = 24,3$ Вт/(м·К) қолдана отырып, құйынды камераны әзірледі. Тәжірибелі құйынды камералар аталған материалдардан үш нұсқада шығарылды [1, 3, 8]:

1. Камераның жоғарғы бөлігі las материалынан, төменгі бөлігі Si3N4 - тен жасалған. Бұл камера бос режимде тез істен шықты.

2. Жоғарғы бөлігі PSZ – ден, төменгі бөлігі Si3N4-тен жасалған. Бір сағат жұмыс істегеннен кейін PSZ керамикасы құлады.

3. Құйынды камераның жоғарғы және төменгі бөліктері Si N4 - тен жасалған. Бұл материал жоғары болғандықтан, металл қабыққа салынған камера мен цилиндрдің басы арасында ауа саңылауы қарастырылған. Бұл камера дизельдің барлық жұмыс режимдерінде сенімді болды және перспективалы дизель конструкцияларының негізі ретінде қабылданды. Жоғарыда талданған нәтижелер тәжірибелік қондырғыларда немесе тек зерттеу жұмыстарын жүргізуге арналған арнайы жасалған қозғалтқыштарда алынғанын атап өткен жөн. Керамикалық жылу оқшаулағыштары бар өнеркәсіптік қозғалтқыш әлі бірде-бір елде жоқ. Екінші жағынан, соңғы жылдары ІЖҚ-да жылу оқшаулағыштарын қолдану бойынша ғылыми-зерттеу жұмыстарының кеңеюі байқалады. Бұл жағдайда келесі негізгі бағыттарды бөлуге болады:

- қажетті жылуфизикалық қасиеттері бар қышты алу;
- жылу оқшауланған Жану камерасындағы жылу-физикалық процестердің ерекшеліктерін зерттеу.

Осылайша, АҚШ-тың (Cummins, General Motors, Carborundum және т. б.), Жапонияның (Komatsu, Isuzu, Toyota Motors, Kyoto Ceramic және т. б.), Германияның (VW, DeimleBenz, Opel, KXD, Elko, TU Muünchen және т. б.), Ұлыбританияның (Leyland, Ricardo, Ricardo және т. б.) жетекші қозғалтқыш құрылыс фирмаларының, ғылыми-зерттеу және жобалау институттарының жұмыстарына жалпы шолу Перкинс, Ресей (ЯМЗ, ММТУ, ИПМ, Мәди (ГТУ), ГТУ Мами), Украина (Хпи, Хади), т.б олардың жалпы алғанда оң нәтижелер бергенін көрсетеді: жоғары физика-механикалық қасиеттері бар конструкциялық Керамикалық материалдар жасалды, жоғары сапалы Керамикалық материалдарды алу үшін жаңа технологиялық процестер әзірленді, жылу шығындары азайтылған қозғалтқыштардың ықтимал көрсеткіштері туралы эксперименттік деректер алынды, жылудан оқшауланған қозғалтқыштары бар автомобильдердің жүрісі орындалды.

Әдебиет:

1. Онищенко Д.О., Смирнов А.Ю. Жану камерасының ішінара жылу оқшаулауымен жоғары жылдамдықты дизельдің Индикаторлық және тиімді көрсеткіштері // Жанармай құю кешені және балама отын. 2019. Көлемі 18. № 11. 528-538 Б.
2. Онищенко Д.О., Смирнов А.Ю. Жану камерасының ішінара жылу оқшаулауымен жоғары жылдамдықты дизельді эксперименттік зерттеу // Жанармай құю кешені және балама отын. 2019. Көлемі 18. № 10. Б.472-483.
3. Балғабеков Т.К., Айдарбек Ә.О., Кошмаганбетова А.С., Байгужина Г.Н. Дизелдердегі газдинамикалық процестер және олардың сипаттамаларын жақсарту бойынша зерттеу жұмыстары. ПМУ хабаршысы, энергетикалық серия, ISSN 1811-1858, № 2 (2020), Павлодар қ., 59-71 Б.
4. Чигиринова Н.М., Чигиринов В.В., Чигиринов В.Е. оксидті керамикалық жабындар – СРГ бөлшектерінің жұмыс беттерін тиімді термиялық қорғау // Автомобиль өнеркәсібі. 2004. № 6. Б.30-34.
5. Балғабеков Т.К., Есентаев С.Д. Біріктірілген басқару жүйесімен автомобиль құралдарының техникалық күйі мен жөндеу үрдістерін жетілдіру. М.Х. Дулати атындағы ТарМУ-дың "табиғат

6. пайдалану және антропосфера мәселелері"атты хабаршысы. Халықаралық ғылыми журнал, №3, 2019. С. 65-69.
7. Шпаковский В.В. Поршень бетінің температуралық күйіне ішінара динамикалық жылу оқшаулаудың әсері // Ішкі жану қозғалтқыштары (Харьков). 2010. №2. С. 92-95.
8. Онищенко Д.О., Панкратов С.А., Смирнов А.Ю. Жану камерасын ішінара жылу оқшаулау арқылы дизельді салқындату жүйесіне жылу беруді азайту мүмкіндігін эксперименттік тексеру // автокөлік кешеніндегі энергия-экологиялық мәселелерді шешу: тез. докл. ғылыми.-тех. конф. "7-ші Лукандық оқулар". М.: Мәди (ГТУ), 2015. Б. 60-62.
9. Лойцянский Л.Г. Сұйық және газ механикасы: университеттерге арналған оқулық. - М.: Дуадак, 2003. – 840 с.

References:

1. Onishchenko D.O., Smirnov A.Yu. Indicator and effective indicators of a high-speed diesel engine with partial thermal insulation of the combustion chamber // Autogas filling complex and alternative fuel. 2019. Volume 18. No. 11. S. 528-538.
2. Onishchenko D.O., Smirnov A.Yu. Experimental study of a high-speed diesel engine with partial thermal insulation of the combustion chamber // Autogas filling complex and alternative fuel. 2019. Volume 18. No. 10. S. 472-483.
3. Balgabekov T.K., Aidarbek A.O., Koshmaganbetova A.S., Baiguzhina G.N. Dieselderdegi gazdinamikalyk processer zhane olardyn sipattamalaryn zhaksartu boyynsha zertteu zhhumystary. VESTNIK PSU, Energy Series, ISSN 1811-1858, No. 2 (2020), Pavlodar, pp. 59-71.
4. Chigirina N.M., Chigirinov V.V., Chigirinov V.E. Oxide ceramic coatings - effective thermal protection of the working surfaces of CPG parts // Automotive industry. 2004. No. 6. S. 30-34.
5. Balgabekov T.K., Esentaev S.D. Biriktirilgen baskaru zhyyesimen avtokolik qyraldarynyn tekhnikalыk kutimi men zhondeu yrdisterin zhetildiru. Bulletin of TarSU named after M.Kh. Dulaty "Nature Management and Problems of the Anthroposphere". International Scientific Journal, No. 3, 2019, pp. 65-69.
6. Shpakovsky V.V. Influence of partially dynamic thermal insulation on the temperature state of the piston surface // Internal combustion engines (Kharkov). 2010. №2. pp. 92-95.
7. Onishchenko D.O., Pankratov S.A., Smirnov A.Yu. Experimental verification of the possibility of reducing heat transfer to the diesel cooling system by partial thermal insulation of the combustion chamber // Solution of energy and environmental problems in the motor transport complex: abstract. report sci.-tech. conf. "7th Lucanian Readings". М.: МADI (GTU), 2015. S. 60-62.
8. Loitsyansky L.G. Fluid and Gas Mechanics: Textbook for High Schools. - М.: Bustard, 2003. – 840 s.