

**Розширення паливної бази та поліпшення екологічних показників стаціонарних і самохідних систем з дизелями шляхом застосування газодизельного циклу**

**Расширение топливной базы и улучшения экологических показателей стационарных и самоходных систем с дизелями путем применения газодизельного цикла**

**Expansion of the fuel base and improvement of environmental indicators of stationary and self-propelled systems with diesel engines through the use of gas diesel cycle**

- 1. Номер державної реєстрації теми – 0116U004184**
- 2. Науковий керівник – к.т.н., с.н.с. Барабаш П.О., Барабаш П.А. Б., Varabash P.A.**
- 3. Суть розробки, основні результати.**

**(укр.)**

Розроблено універсальну газодизельну систему живлення з мікропроцесорним керуванням (МПСЖ) для конвертації дизелів стаціонарних та транспортних установок середньої потужності, в тому числі двигунів військової техніки, для роботи за газодизельним циклом, яка дозволяє поліпшити енергетичні та екологічні показники двигуна, зменшити споживання дизелями більш вартісного дизельного палива і залучити до паливного фонду дешеві екологічно чисті газові палива.

В розробленій системі реалізовано розподільне фазне впорскування газу по циліндрам. Що дозволяє покращити процес згоряння робочої суміші на часткових навантаженнях, а саме за рахунок зміни фази впорскування циклової порції газового палива залежно від навантаження і швидкісного режиму двигуна формувати газоповітряну суміш в камері згоряння дизеля не гомогенну, а розшаровану з різними коефіцієнтами надлишку повітря, що сприяє більш повному згорянню збідненої суміші та зменшити викиди основних токсичних компонентів (NO<sub>x</sub>, CO, CH) у відпрацьованих газах двигуна. Регулювання запальної дози дизельного палива додатковим механізмом залежно від режиму роботи двигуна дозволяє досягти 70...80% заміщення дизпалива газом.

Розроблено математичну модель робочих процесів системи газоподачі МПСЖ. За результатами проведеного моделювання виконано оптимізацію конструктивних і регулювальних параметрів газового редуктора-регулятора, інжекторних форсунок та циклограми розподільного впорскування газового палива до двигуна.

Розроблено технічну документацію, за якою виготовлено оригінальні вузли, блоки і агрегати дослідного зразка розробленої МПСЖ для дизеля Д 245.7.

Проведено дослідження автомобіля ГАЗ-3309 на стенді (мод. 4819 ВМ) тягових властивостей автомобілів з дослідним зразком розробленої газодизельної системи живлення в ДП «Державтотранс НДІ проект».

Отримано висновок технічної експертизи для застосування МПСЖ на транспортних засобах в Україні.

**(рос.)**

Разработана универсальная газодизельная система питания с микропроцессорным управлением (МПСЖ) для конвертации дизелей стационарных и транспортных установок средней мощности, в том числе двигателей военной техники, для работы по газодизельному циклу, которая позволяет улучшить энергетические и экологические показатели двигателя, уменьшить потребление дизелями более дорогого дизельного топлива и привлечь к топливному фонду дешевые экологически чистые газовые топлива.

В разработанной системе реализован распределенный фазный впрыск газа по цилиндрам. Что позволяет улучшить процесс сгорания рабочей смеси на частичных нагрузках, а именно за счет изменения фазы впрыска цикловой порции газового топлива в зависимости от нагрузки и скоростного режима двигателя формировать газоздушную смесь в камере сгорания дизеля не гомогенную, а расслоенную с различными коэффициентами избытка воздуха, что способствует более полному сгоранию обедненной смеси и уменьшению выбросов ос-

новых токсичных компонентов (NO<sub>x</sub>, CO, CH) в отработавших газах двигателя. Регулирование запальной дозы дизельного топлива дополнительным механизмом в зависимости от режима работы двигателя позволяет достичь 70 ... 80% замещения дизтоплива газом.

Разработана математическая модель рабочих процессов системы газоподдачи МПСЖ. По результатам проведенного моделирования выполнено оптимизацию конструктивных и регулировочных параметров газового редуктора-регулятора, инжекторных форсунок и циклограммы распределительного впрыска газового топлива к двигателю.

Разработана техническая документация, по которой изготовлено оригинальные узлы, блоки и агрегаты опытного образца разработанной МПСЖ для дизеля Д 245.7.

Проведено исследование автомобиля ГАЗ-3309 на стенде (мод. 4819 ВМ) тяговых свойств автомобилей с опытным образцом разработанной газодизельной системы питания в ГП «ГосавтотрансНИИпроект».

Получено заключение технической экспертизы для применения МПСЖ на транспортных средствах в Украине.

**(англ.)**

A universal gas diesel fuel supply system with microprocessor control (MPSS) for the conversion of diesels of stationary and transport facilities of average power, including military engines, to work on the gas-diesel cycle, which allows to improve the energy and environmental performance of the engine, reduce the consumption of diesel engines more expensive diesel fuel and attract cheap fuel for environmentally friendly gas to the fuel fund.

In the developed system the distribution phase of injection of gas by cylinders is realized. That allows to improve the process of combustion of the working mixture in partial loads, namely, due to the change of the phase of injection of a cyclic portion of gas fuel, depending on the load and speed of the engine to form a gas-air mixture in the combustion chamber diesel is not homogeneous, but stratified with different coefficients of excess air, which contributes more complete combustion of the depleted mixture and reduce emissions of the main toxic components (NO<sub>x</sub>, CO, CH) in the exhaust gases of the engine. Adjusting the inflammator dose of diesel fuel by an additional mechanism depending on the mode of operation of the engine allows you to achieve 70 ... 80% replacement of diesel fuel with gas.

The mathematical model of working processes of the gas supply system of the MPSJ is developed. On the basis of the performed simulation, the optimization of the design and control parameters of the gas reducer-regulator, injection nozzles and the cyclogram of the distribution gas fuel injection into the engine was performed.

The technical documentation on which the original units, blocks and units of the prototype of the developed MPSS for diesel D 245.7 were made are developed.

The research of the car GAZ-3309 on the stand (mode 4819 ВМ) of the traction power of cars with a prototype of the developed gas diesel system in the State Enterprise "State Automobile Research and Development Project" was conducted.

A technical expertise report has been received for the application of MPSS on vehicles in Ukraine.

#### **4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності.**

1. Барабаш П. О., Петренко В. Г., Соломаха А. С. Система підігріву газового редуктора-випарника Патент на винахід № 114088; Заявник та патентовласник НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»; опубл. 27.02.2017, бюл. № 4/2017.
2. Барабаш П. О., Соломаха А. С., Шумченко В. В. Контактний тепло-масообмінний апарат Патент на винахід № 112989; Заявник та патентовласник НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»; опубл. 10.01.2017, бюл. № 1/2017.
3. Безродний М. К., Кьюпенг Лі, Барабаш П. О., Трокоз Я. Є., Кутра Д. С. Охолоджувач вихлопних газів Патент на винахід № 110119; Заявник та патентовласник НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»; опубл. 26.09.2016, бюл. № 18/2016.

4. Дикий М.О., Панін В.В., Петренко В.Г., Соломаха А.С. Газопаротурбінна установка з охолодженням циклового повітря Патент на винахід № 111948; Заявник та патентовласник КДАВТ ім. Петра Конашевича Сагайдачного; опубл. 11.07.2016, Бюл.№13.

#### **5. Порівняння зі світовими аналогами.**

Науково технічний рівень виконаної роботи відповідає світовому рівню.

#### **6. Економічна привабливість для просування на ринок**

Впровадження газодизельної системи живлення МПСЖ на дизелях транспортних і стаціонарних енергетичних установок дозволить економити 70...80% витрат дизельного палива за рахунок відповідного заміщення його газом. Річний економічний ефект від впровадження мікропроцесорної газодизельної системи живлення, наприклад, тільки на одному самоскиді БелАЗ-75405 (30т) очікується в розмірі 250...350 тис.грн. Для стаціонарної дизельної електростанції АГД-100С-Т400-1Р потужністю 100 кВт очікується економія в розмірі 500 тис.грн. на рік.

#### **7. Потенційні користувачі (галузі, міністерства, підприємства, організації).**

Результати досліджень можуть бути використані в Міністерстві інфраструктури України, транспортними підприємствами, підприємствами гірничодобувного комплексу України та підприємствами з переобладнання автомобілів для роботи на газовому паливі на комерційній основі.

Розроблена газодизельна система МПСЖ на договірній основі буде передана в науковий парк «Київська політехніка» для подальшої комерціалізації.

#### **8. Стан готовності розробки.**

В результаті проведених експериментальних досліджень та на їх основі розроблено конструкторську документацію, виготовлено комплект агрегатів газодизельної системи живлення МПСЖ та переобладнано вантажний автомобіль ГАЗ-3309 для роботи за газодизельним циклом.

#### **9. Існуючі результати впровадження.**

За результатами НДР розроблено і впроваджено новий розділ «Цикли ДВЗ з двопаливними системами живлення» до курсу «Технічна термодинаміка».

Результати виконання цієї НДР вже передані в ТОВ «Логістична компанія Оболонь» для проведення експлуатаційних випробувань газодизельного автомобіля ГАЗ-3309 в умовах реальної експлуатації. Заплановано передача технічної документації ТОВ «АвтоГазГлобал» для переобладнання колісних транспортних засобів для роботи за газодизельним циклом.

Результати досліджень автомобіля ГАЗ-3309 з дослідним зразком системи живлення будуть передані до ДП «ДержавтотрансНДІпроект» і можуть бути використані під час розроблення і обґрунтування заходів з розширення застосування нетрадиційних видів палива на автомобільному транспорті та виконанні науково-технічної експертизи можливості переобладнання колісних транспортних засобів, що перебувають в експлуатації.

#### **10. Форма участі інвестора (яка краща форма участі в реалізації результатів проекту інвестора: частка в проект і%, частка від прибутку %, інше)**

ТОВ «Логістична компанія Оболонь» надано вантажний автомобіль ГАЗ-3309, в якості лабораторного зразка, для випробування та сертифікації розробленої газодизельної системи живлення МПСЖ в профільному підприємстві міністерства інфраструктури України – ДП «ДержавтотрансНДІпроект».

#### **11. Обсяг інвестицій (необхідна для результатів проекту сума інвестицій в доларах США). 50 000 -100 000 доларів.**

## **12. Мета інвестицій (розширення бізнесу, створення нового підприємства, інше).**

Проведення подальших досліджень та створення підприємства.

## **13. Назва організації, телефон, E-mail**

КПІ ім. Ігоря Сікорського, теплоенергетичний факультет, кафедра теоретичної і промислової теплотехніки, (044) 204-90-92, tef\_tpt@ukr.net.

## **14. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки**

1. Ковбасенко С. Перспективи використання природного газу двигунами транспортних засобів в Україні / С. Ковбасенко, М. Назаренко, В. Петренко, А. Голик // *Systemy i środki transportu samochodowego. Wybrane zagadnienia / pod redakcją naukową Kazimierza Lejdy Monografia nr 7 ; Seria: Transport ; Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza. –Rzeszów : 2016. –С. 159–164.*
2. Vladimir G., Rifert, Viktor G., Razumovskiy, Aleksander P., Strikun, Peter A., Barabash, Vladimir I., Usenko. Improvement of the distillation methods by using centrifugal forces for water recovery in space flight application, ICES-2016-369, s. 2982 – 3000 (Scopus).
3. Volodymyr G. RIFERT, Volodymyr V. SEREDA, Peter O. BARABASH, Vadim V. GORIN. CONDENSATION INSIDE SMOOTH HORIZONTAL TUBES: PART 2. IMPROVEMENT OF HEAT EXCHANGE PREDICTION. *Thermal Science. International Scientific Journal.* 2016 (Scopus).
4. Куделя П.П., Соломаха А.С., Очеретянко М.Д. (Оцінка ефективності опалювальних теплових насосів з використанням методу циклів // *Відновлювана енергетика*, 2016, №4.
5. *Анатичук Л.І., Барабаш П.О., Ріферт В.Г., Усенко В.І., Стрікун А.П., Прибила А.В.* Удосконалення методів дистиляції за допомогою відцентрових сил для регенерації води в умовах космічних польотів // *Термоелектрика №1*, 2017
6. Ковбасенко С.В. Переобладнання дизеля в газодизель, як можливість розширення паливної бази автомобільного транспорту / С.В. Ковбасенко, В.Г. Петренко, С.Ю. Гутаревич, А.В. Голик // *Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки».* Науково-технічний збірник. – К. НТУ, 2017. – Вип. 1 (37). – с.169-174.
7. Vladimir G. Rifert, Petr A. Barabash , Vladimir Usenko , Andrii S. Solomakha , Lukyan I. Anatyshuk , A.V. Prybyla Improvement The Cascade Distillation System For Long-Term Space Flights. 68 th International Astronautical Congress (IAC), Adelaide, Australia, 25-29 September 2017. IAC-17-A1.IP.25 (Scopus).
8. В.М.Мінаковський, А.С.Соломаха. Технічна термодинаміка. Приклади, задачі та типові розрахунки. Частина перша. За заг. ред. В.М.Мінаковського. Навчальний посібник. – К.: НТУУ „КПІ”, 2017. – 156 с.

## **15. Фото розробки**



Фото. 1. Випробування розробленої МПСЖ на автомобілі ГАЗ-3309 в лабораторії ДП «ДержавтотрансНДІпроект».



Фото 2. Механізм установки запальної дози розробленої МПСЖ  
1-корпус; 2-фланець кріплення; 3-вихідна рухома ланка; 4-електричний кабель



Фото 3. Мікропроцесорний блок управління МПСЖ

**16.** Ключові слова: двигун внутрішнього згоряння, газодизельна система, запальна доза дизельного палива, мікропроцесорний блок управління.