

Секція 11. ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ. ЕНЕРГЕТИКА І НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ. ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 656.13+621.43+681.518

ПІДВИЩЕННЯ ОПЕРАТИВНОЇ ГОТОВНОСТІ ТРАНСПОРТНОЇ ТЕХНІКИ З ДВИГУНАМИ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ ШЛЯХОМ МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМ ЗБЕРЕЖЕННЯ ТЕПЛООВОГО СТАНУ

Грицук Ігор Валерійович, докт. техн. наук, професор,
професор кафедри суднових технічних систем і комплексів,
Херсонська державна морська академія,

e-mail: gritsuk_iv@ukr.net, ORCID: 0000-0001-7065-6820

Погорлецький Дмитро Сергійович, канд. техн. наук, доцент,
доцент кафедри СТСК, Херсонська державна морська академія,
e-mail: dimon150582@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1256-8053,

Худяков Ігор Валентинович, канд. техн. наук, доцент кафедри СТСК,
Херсонська державна морська академія,

e-mail: igor.khudiakov563@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8900-7879

Черненко Валентина Володимирівна, старший викл. кафедри СТСК,
Херсонська державна морська академія,

e-mail: v.chernenko18@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2013-7058

Кужельний Ярослав Володимирович, канд. техн. наук, доцент,
доцент кафедри автомобільного транспорту та галузевого машинобудування,

Національний Університет «Чернігівська політехніка»,
e-mail: kyzhelnuyitm@stu.cn.ua, ORCID ID: 0000-0002-5269-8557

Серед ключових проблем ефективного функціонування колісної техніки (КТ), енергетичних установок (ЕУ) та транспортних засобів (ТЗ) особливу увагу приділяють передпусковій термічній підготовці двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ). Вона забезпечує належний рівень оперативної готовності (ОГ) в складних експлуатаційних умовах. Особливо гостро ця проблема проявляється у випадках значного віддалення КТ, ЕУ і ТЗ від місць базування, населених пунктів і ліній електропостачання, що значно ускладнює або унеможлиблює використання стандартних методів передпускового прогріву. Варто зазначити, що за низьких температур процес підготовки двигуна займає тривалий час, що негативно впливає на оперативну готовність. В умовах

холодного періоду часто двигуни не вимикаються зовсім, що веде до зайвої витрати палива та зменшення їх ресурсу.

Для підвищення рівня ОГ КТ, ЕУ та ТЗ із ДВЗ була проведена модернізація, спрямована на створення системи підтримки теплового стану. Було розроблено й досліджено комплексну систему термічної підготовки (КСТП), яка використовує теплові акумулятори фазового переходу (ТАФП) різного типу, теплоакумулюючі матеріали (ТАМ), утилізатори теплоти, комунікаційні елементи та засоби контролю й управління. Джерелами енергії для акумуляції тепла слугували відпрацьовані гази (ВГ), теплоносії на основі технологічних рідин, поверхні з природною конвекцією тощо. Також було запроваджено засоби прискореного прогріву двигунів.

Розв'язання загальної проблеми підвищення ОГ базується на усуненні суперечності між потребою в додатковій тепловій енергії для передпускового та післяпускового прогріву ДВЗ КТ, ЕУ й ТЗ і її неефективним розсіюванням у навколишнє середовище під час роботи. Конструкція КСТП передбачає об'єднання в єдину систему елементів охолодження (СО), мащення (СМ), випуску (СВ) ВГ ДВЗ, а також спеціальних пристроїв управління, що працюють за заданими алгоритмами. Це має важливе значення для підготовки двигуна до запуску, його прогріву перед навантаженням або початком руху.

Для реалізації КСТП був розроблений комплекс, що включає теплові акумулятори на основі матеріалів із фазовим переходом, які нагріваються відпрацьованими газами та забезпечують ефективний передпусковий розігрів двигуна.

Також система містить модуль прискореного прогріву після запуску. ТАФП акумулює теплову енергію, що міститься у вихлопних газах ДВЗ, зберігаючи її в корпусі теплового акумулятора відповідно до теплоємності ВГ двигуна. Було проведено розрахунки, аналітичні та експериментальні дослідження, що дозволили визначити ключові параметри ТАМ і ТАФП, пов'язані з їхньою геометрією та конструкцією теплообмінника, а також особливості роботи системи прискореного прогріву.

Основними об'єктами експериментальних випробувань КСТП стали вантажний автомобіль ГАЗ-66-11 із двигуном ЗМЗ-66-06 (8Ч 9,2/8) та легковий автомобіль KIA CEE'D 2.0 5MT2 із двигуном G4GC (4Ч 7,72/8,45), які були оснащені відповідною системою. Підключення ТАФП до випускної системи здійснювалося за допомогою додаткового теплообмінника, який обробляв до 40% потоку відпрацьованих газів, а також керованих клапанів. З'єднання з системами охолодження та мащення виконувалося через спеціальні патрубки до блоку циліндрів і піддону двигуна відповідно.

На рис. 1 зображено автомобіль ГАЗ-66-11 під час тестування процесів передпускового та післяпускового прогріву двигуна й кабіни.

Проведені дослідження підтвердили ефективність запропонованих методів підтримання ОГ і оптимального температурного стану (ОТС) КТ, ЕУ та ТЗ у процесі експлуатації. Було визначено численні характеристики ТАМ, що забезпечують ефективну роботу в складі ТАФП, а також отримано їхні фазоперехідні параметри.

Випробувані й доведені до рівня експлуатації ТАФП забезпечили суттєве скорочення часу прогріву та підвищення ефективності роботи ДВЗ.



Рисунок 1 – Транспортний засіб ГАЗ-66-11 під час випробувань системи передпускового і післяпускового прогріву двигуна та кабіни

Лабораторні дослідження на стаціонарних двигунах розмірності 6Ч 12/14 (К-461М1 – дизельне паливо, К-159М2 – природний газ) показали, що застосування КСТП дозволяє зменшити час прогріву охолоджуючої рідини (ОР) на 23-44%, моторної оливи (МО) – на 20-44% порівняно зі штатними системами. Загальна витрата палива на прогрів двигуна знизилася на 69-80%, а викиди шкідливих речовин – на 85-97%.

У процесі експериментів, проведених на автомобілі KIA CEE'D 2.0 5MT2 із двигуном G4GC (4Ч 8,2/9,35), час нагрівання ОР скоротився на 17,8-68,4%, а витрата палива – на 19,5-56,25% залежно від умов експлуатації. Для вантажного автомобіля ГАЗ-66-11 із двигуном ЗМЗ-66-06 (8Ч 9,2/8) скорочення часу нагріву ОР становило 53-69%.

Оптимальним варіантом із погляду балансу між часом прогріву, пробігом і витратою палива є прогрів двигуна на холостому ходу з подальшим рухом. Для забезпечення комфортної температури в салоні за температур навколишнього середовища нижче -5°C необхідне використання КСТП.

Досліджено вплив компонентів КСТП на стабільність параметрів ОГ і ОТС. Використання найбільш ефективних варіантів комплектації КСТП дозволяє забезпечити транспортну безпеку, екологічну нешкідливість, комфорт водія та можливість негайного навантаження двигуна після запуску.

Загалом, модернізація систем підтримки теплового стану дозволила значно підвищити рівень оперативної готовності колісної техніки з двигунами внутрішнього згорання.

Висновки

Досліджено вплив компонентів КСТП на стабільність параметрів ОГ і ОТС. Використання найбільш ефективних варіантів комплектації КСТП дозволяє забезпечити транспортну безпеку, екологічну нешкідливість, комфорт водія та можливість негайного навантаження двигуна після запуску.

Загалом, модернізація систем підтримки теплового стану дозволила значно підвищити рівень оперативної готовності колісної техніки з двигунами внутрішнього згорання.

Література

1. Забезпечення оптимального температурного стану двигунів і транспортних засобів. І.В. Грицук, В.П. Волков, О.М. Вольська, Т.В. Волкова. – Одеса: ОЛДІ+, 2024. – 368 с. . ISBN 978-966-289-832-3
2. Основи функціонування систем теплової підготовки транспортних засобів. І.В. Грицук, В.П. Волков, Р.В. Симоненко, Т.В. Волкова - Херсон, ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. – 314 с.
3. Gritsuk, I., Gutarevych, Y., Mateichyk, V., and Volkov, V., "Improving the Processes of Preheating and Heating after the Vehicular Engine Start by Using Heating System with Phase-Transitional Thermal Accumulator," SAE Technical Paper 2016-01-0204, 2016, doi:10.4271/2016-01-0204.
4. Поліпшення паливної економічності і екологічних показників транспортних засобів з системою теплової підготовки: монографія / І.В.Грицук, В.П. Волков, Д.С. Погорлецький, Т.В. Волкова, В.П. Кужель – Харків- Херсон-Вінниця: ПП ТД «Едельвейс і К», 2022. – 178 с.