

І. В. Грицук, Д. С. Погорлецький, І. В. Худяков

ПІДВИЩЕННЯ ОПЕРАТИВНОЇ ГОТОВНОСТІ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ З ДВИГУНАМИ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ ШЛЯХОМ МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМ ЗБЕРЕЖЕННЯ ТЕПЛООВОГО СТАНУ

Анотація: в роботі описуються підходи до формування, механізми і засоби реалізації процесів оперативної готовності і систем теплової підготовки двигунів внутрішнього згорання засобів транспорту на основі використання технології теплового акумулювання в матеріалах. Показано, що досягти суттєвого підвищення оперативної готовності військової техніки з двигунами внутрішнього згорання можливо за рахунок модернізації або дооснащення їх засобами збереження теплового стану на основі теплових акумуляторів фазового переходу. Показані результати використання системи оперативної готовності двигунів внутрішнього згорання транспортних засобів на основі фазоперехідних теплових акумуляторів.

Ключові слова: тепловий акумулятор, фазовий перехід, засіб транспорту, оперативна готовність.

Annotation: approaches to the formation, mechanisms and means of implementation of operational readiness processes and systems of thermal preparation of internal combustion engines of transport vehicles based on the use of thermal accumulation technology in materials are described. It is shown that it is possible to achieve a significant increase in the operational readiness of military equipment with internal combustion engines by modernizing or retrofitting them with means of maintaining the thermal state based on thermal accumulators of the phase transition. The results of the use of the system of operational readiness of internal combustion engines of vehicles based on phase-transition thermal accumulators are shown.

Key words: thermal accumulator, phase transition, means of transport, operational readiness.

Серед основних проблем ефективної експлуатації військової техніки (ВТ), енергетичних установок (ЕУ) і засобів транспорту (ЗТ) особливе місце займає передпускова тепла підготовка двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ). Саме вона гарантує відповідний рівень оперативної готовності (ОГ) її у складних умовах експлуатації і бойового використання. Особливо ця проблема збільшується віддаленістю ВТ, ЕУ й ЗТ при роботі від місць постійного їх базування, населених пунктів і ліній електропередач, що утруднює або повністю виключає можливість застосування традиційних способів і засобів передпускової підготовки. Необхідно відзначити, що в умовах низьких температур передпусковий прогрів ДВЗ займає досить багато часу, це значно знижує їх оперативну готовність. У низькотемпературні періоди використання за призначенням її досить часто ДВЗ взагалі не зупиняють, що призводить, відповідно, до перевитрати палива й зниження ресурсу [1 - 4].

Для вирішення проблеми підвищення оперативної готовності ВТ, ЕУ і ЗТ з двигунами внутрішнього згорання була виконана їх модернізація в частині формування системи збереження теплового стану. Для цього була сформована і досліджена комплексна система теплової підготовки (КСТП) на основі теплових акумуляторів фазового переходу (ТАФП) накопичувального і контактного типу на основі теплоакумулюючих матеріалів (ТАМ), утилізаторів теплоти, з'єднувальних комунікацій і засобів керування та моніторингу [1 - 4]. В якості джерел енергії для накопичення теплової енергії використовувались відпрацьовані гази (ВГ), теплові середовища на основі технологічних рідин, поверхні з конвекцією тощо. Крім цього були використані засоби прискореного прогрівання ДВЗ.

Вирішення загальної проблеми підвищення оперативної готовності вирішувалось на основі вирішення протиріччя між потребами в додатковій тепловій енергії, необхідній для передпускової і післяпускової теплової підготовки ДВЗ ВТ, ЕУ й ЗТ до виконання поставлених задач і її нераціональним розсіюванням теплоти у навколишній простір при роботі [1 - 4]. КСТП базується на функціональному об'єднанні в одній системі елементів системи охолодження (СО), системи мащення (СМ), системи випуску (СВ) ВГ ДВЗ, спеціальних пристроїв керування за спеціальними алгоритмами роботи. Це дуже важливо для підготовки до пуску ДВЗ і його прогріву для прийняття навантаження або початку руху з навантаженням.

Для формування КСТП був розроблений комплекс, що включає в себе теплові акумулятори з речовинами, які мають фазовий перехід при нагріванні відпрацьованими газами для передпускового розігріву двигуна й систему прискореного прогріву після пуску. ТАФП дозволяє накопичити викидну теплоту використаного палива ДВЗ, яка знаходиться у корпусі теплового акумулятора і відповідає тепломісткості ВГ двигуна. Були проведені розрахунково-аналітичні, теоретичні й експериментальні дослідження, які дозволили виявити основні параметри ТАМ, ТАФП, що пов'язані з їх геометричними параметрами й конструкцією теплообмінника для розігріву ТАМів ВГ ДВЗ, а також системи прискореного прогріву і її складових при роботі.

Основними об'єктами експериментальних досліджень процесів теплової підготовки двигунів ВТ і ТЗ за допомогою КСТП на основі ТАФП були вантажний автомобіль ГАЗ-66-11 з двигуном ЗМЗ-66-06 (8Ч 9,2/8) і легковий автомобіль KIA CEE'D 2.0 5MT2 з двигуном G4GC (4Ч 7,72/8,45), оснащені комплексною системою теплової підготовки. В досліджуваних ТЗ під'єднання ТАФП до системи випуску ВГ здійснювалось за допомогою додаткового теплообмінника (відрегульовано для роботи з потоком ВГ не більше 40%) в системі випуску двигуна і керованих відсічних клапанів (заслінок), а до систем охолодження і мащення двигуна відповідно до програми досліджень - через додаткові з'єднувальні патрубки до блоку циліндра і піддону двигуна відповідно.

На рис. 4 показаний автомобіль ГАЗ-66-11 під час дослідження передпускової і післяпускової теплової підготовки двигуна і його кабіни.



Рисунок - 1. Транспортний засіб ГАЗ-66-11 під час дослідження передпускової і післяпускової теплової підготовки двигуна і його кабіни

Проведені експериментальні дослідження ефективності способів забезпечення ОГ і підтримання оптимального температурного стану (ОТС) ВТ, ЕУ і ТЗ в умовах виконання задач і експлуатації. Для забезпечення ОГ і ОТС двигунів і ТЗ в умовах виконання задач і експлуатації за допомогою КСКП експериментально визначені численні ТАМ для функціонування у складі відповідних ТА фазового переходу і отримані їх основні фазоперехідні характеристики. Сконструйовані, виготовлені і випробувані ТАФП для реалізації завдань теплової підготовки двигунів дозволили гарантувати зниження термінових і тактичних, а також покращення показників ефективності та екологічності двигунів ВТ, ЕУ і ТЗ в процесах передпускового і післяпускового прогріву. На основі лабораторних досліджень на стаціонарних двигунах розмірності 6Ч 12/14 (К-461М1 (дизельне паливо) і К-159 М2 (природний газ)) підтверджено, що використання КСКП дозволяє суттєво покращити показники ОГ і часу прогріву охолоджуючої рідини (ОР) (до 23-44%), а час прогріву моторної оливи (МО) ДВЗ – до 20-44% у порівнянні зі штатними системами двигуна. При цьому сумарна витрата палива на прогрів двигуна зменшується на 69-80%, викиди шкідливих речовин у ВГ – на 85-97%.

У процесі експериментальних досліджень, використовуючи КСТП з ТАФП, під час передпускового і післяпускового прогріву ОР автомобільного двигуна G4GC (4Ч 8,2/9,35) в автомобілі KIA CEE'D 2.0 5MT2, досягнуто скорочення терміну нагрівання ОР на 17,8 - 68,4% і витрати палива на 19,5 - 56,25% в різних умовах експлуатації, при використанні різних

варіантів здійснення прогріву ТЗ. Для двигуна ЗМЗ-66-06 (8Ч 9,2/8) вантажного автомобіля ГАЗ-66-11 - досягнуто скорочення терміну нагрівання ОР на 53 - 69% в різних умовах експлуатації, при використанні різних варіантів здійснення прогріву ВТ і ТС. Найбільш раціональним з точки зору компромісу між часом прогріву транспортного двигуна від КСТП з ТА фазового переходу від температури навколишнього середовища до температури 85 °С (50 °С), відстані пробігу ВТ і ТЗ для здійснення прогріву в русі і витратою палива є варіант прогріву двигуна в режимі х.х. при нерухомому ВТ і ТЗ і з подальшим рухом ВТ і ТЗ. Для забезпечення виконання вимог щодо термінів прогріву різних зон салону ВТ і ТЗ і водія для ВТ і ТЗ без КСТП можливо використовувати штатну СО тільки до - 5 °С. При подальшому зниженні температур оточуючого середовища необхідно використовувати КСТП для прогріву салону ВТ і ТЗ.

Проведено оцінювання впливу характеристик складових КСТП у складі ТАФП на забезпечення стабільності показників ОГ і ОТС двигунів ВТ і ТЗ в умовах виконання задач і експлуатації. Забезпечення транспортної безпеки в частині вимог підтримання ОТ і ОТС двигуна ВТ і ТЗ, нешкідливості впливу на ОС, транспортного комфорту, отримання можливості приймання навантаження двигуна відразу після його запуску, питомої ефективної витрати палива при здійсненні забезпечення ОГ і ОТС двигунів ВТ і ТЗ у складі КСТП на основі ТАФП фазового переходу досягається використанням окремих, найбільш ефективних варіантів комплектацій КСТП.

В цілому завдання підвищення оперативної готовності військової техніки з двигунами внутрішнього згорання шляхом модернізації систем збереження теплового стану повноцінно виконано.

Список використаних джерел:

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. – 178с.

Грицук Ігор Валерійович – д-р техн. наук, професор, професор кафедри суднових технічних систем і комплексів, e-mail: gritsuk_iv@ukr.net, Херсонська державна морська академія, м. Одеса ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7065-6820> Херсонська державна морська академія, вул. Канатна, 99, м. Одеса, 65039.

Погорлецький Дмитро Сергійович – к.т.н., доцент, доцент кафедри суднових технічних систем і комплексів, e-mail: dimon150582@gmail.com, Херсонська державна морська академія, м. Одеса, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1256-8053>, Херсонська державна морська академія, вул. Канатна, 99, м. Одеса, 65039.

Худяков Ігор Валентинович – к.т.н., доцент кафедри суднових технічних систем і комплексів, e-mail: igor.khudiakov563@gmail.com, Херсонська державна морська академія, м. Одеса, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-8900-7879>, Херсонська державна морська академія, вул. Канатна, 99, м. Одеса, 65039.

Ihor Valeriyovych Hrytsuk – Dr. Tech. Sciences, professor, professor of the Department of Ship Technical Systems and Complexes, e-mail: gritsuk_iv@ukr.net, Kherson State Maritime Academy, Odesa ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7065-6820> Kherson State Maritime Academy, str. Kanatna, 99, m. Odesa, 65039.

Dmytro Serhiyovych Pohorletskyi – Ph.D., Associate Professor, Department of Ship Technical Systems and Complexes, e-mail: dimon150582@gmail.com, Kherson State Maritime Academy, Odessa, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1256-8053>, Kherson State Maritime Academy, str. Kanatna, 99, Odessa, 65039.

Khudyakov Ihor Valentinovich – Ph.D., Associate Professor of the Department of Ship Technical Systems and Complexes, e-mail: igor.khudiakov563@gmail.com, Kherson State Maritime Academy, Odesa, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-8900-7879>, Kherson State Maritime Academy, st. Kanatna, 99, m. Odesa, 65039.