

УДК 621.43+621.43.016.4+681.518

**ОСОБЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ  
ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ПРОЦЕССОВ  
ТЕПЛОВОЙ ПОДГОТОВКИ ДВИГАТЕЛЯ  
ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА, РАБОТАЮЩЕГО  
НА БЕНЗИНЕ И ГАЗОВОМ ТОПЛИВЕ**

**FEATURES OF THE INFORMATION SYSTEM OF REMOTE  
MONITORING OF PROCESSES OF HEAT PREPARATION  
OF THE VEHICLE ENGINE OPERATING, WORKING ON PETROL  
AND GAS FUEL**

**Д.С. Погорлецкий<sup>1</sup>**, ст. преп., **И.В. Грицук<sup>1</sup>**, д-р техн. наук, проф.,  
**Р.В. Симоненко<sup>2</sup>**, канд. техн. наук, доц., **И.В. Худяков<sup>1</sup>**, ст. преп.,

<sup>1</sup>Херсонская государственная морская академия, Херсон, Украина,

<sup>2</sup>Национальный транспортный университет, Киев, Украина

**D. Pohorletskyi<sup>1</sup>**, senior teacher, **I. Gritsuk<sup>1</sup>**, Doctor of Technical  
Sciences, Professor, **R. Simonenko<sup>2</sup>**, Ph.D. in Engineering, Associate  
professor, **I. Khudiakov<sup>1</sup>**, senior teacher,

<sup>1</sup>Kherson State Maritime Academy, Kherson, Ukraine,

<sup>2</sup>National Transport University, Kiev, Ukraine

*Рассматриваются конструктивные и технологические особенности адаптации системы тепловой подготовки для эксплуатации транспортного двигателя, работающего как на бензине, так и на сжиженном нефтяном топливе. Представлены результаты экспериментальных исследований тепловой подготовки двигателя автомобиля в различных эксплуатационных условиях. Описаны особенности разработанного информационного комплекса для дистанционного мониторинга и управления процессами тепловой подготовки автомобильного двигателя с тепловым аккумулятором фазового перехода в условиях эксплуатации.*

*The design and technological features of the adaptation of the thermal preparation system for the operation of a transport engine operating both on gasoline and on liquefied petroleum fuel are considered. The results of experimental studies of thermal preparation of a car engine in various operating conditions are presented. The features of the developed infor-*

*mation system for remote monitoring and control of the thermal preparation of an automobile engine with a phase-transfer heat accumulator under operating conditions are described.*

*Ключевые слова:* тепловая подготовка, двигатель, система мониторинга, транспортное средство, тепловой аккумулятор фазового перехода.

*Key words:* thermal preparation, engine, monitoring system, vehicle, phase transition heat accumulator.

## ВВЕДЕНИЕ

Для исследования процессов тепловой подготовки транспортного двигателя, оборудованного системой впрыска сжиженного газового нефтяного топлива, в условиях эксплуатации необходимо регистрировать параметры технического состояния транспортного средства. К ним относятся такие параметры: расход топлива, температуры технологических жидкостей (в различных контурах системы охлаждения), времени тепловой подготовки, частоты вращения, скорости и положение транспортного средства в пространстве (на карте местности) и другие. Осуществление дистанционного мониторинга транспортного средства в режиме реального времени производилось с помощью системы, разработанной авторами и описанной ранее в [1, 2, 3]. Для мониторинга процессов тепловой подготовки использовалась дополнительная система мониторинга на основе, изготовленных авторами, датчиков для теплоносителей в системе охлаждения двигателя транспортного средства, трекера и системы коммуникаций [4, 5]. Система мониторинга параметров технического состояния транспортного средства в экспериментальных исследованиях включала в себя: штатные датчики транспортного двигателя и транспортного средства, штатные датчики системы подачи газового топлива, электронного блока управления (ЭБУ) транспортного двигателя и ЭБУ системы подачи газового топлива, линии системы стандарта OBD-II, адаптер (сканер) OBD-II [1, 2, 3, 5].

## ОСОБЕННОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.

В процессе экспериментальных исследований целью ставилась дистанционная регистрация процессов тепловой подготовки транс-

портного двигателя. Для регистрации параметров технического состояния двигателя транспортного средства (ТС) и определения момента переключения подачи жидкого топлива на газовое в изменяющихся условиях эксплуатации исследовали следующие варианты тепловой подготовки (прогрева):

- тепловая подготовка не подвижного транспортного средства в режиме холостого хода;
- тепловая подготовка не подвижного транспортного средства в режиме холостого хода с подключением электрических потребителей нагрузки и с подключением теплообменника прогрева салона;
- тепловая подготовка не подвижного транспортного средства в режиме холостого хода и в движении;
- тепловая подготовка транспортного средства в движении (прогрев в движении).

Полученные значения параметров технического состояния сопоставлялись на основе информации из двух источников: от адаптера (сканера) OBD-II через информационный блок (42 параметра технического состояния) [1, 2, 3] и дополнительный трекер с дополнительными датчиками температур теплоносителей в системе охлаждения двигателя транспортного средства (12 параметров технического состояния) [4, 5]. Экспериментальные исследования тепловой подготовки проводилось на бензиновом автомобиле KIA CEE'D 2.0 5MT2 с двигателем G4GC (4FS 8.2 / 9.35). Для проведения экспериментальных исследований двигатель дополнительно оснащен комплектом газобаллонного оборудования 4-поколения (инжекторный газовый редуктор Tomasetto AT-09 Alaska, форсунками Hana, блоком управления STAG, температура запуска газовой аппаратуры (по температуре охлаждающей жидкости) установлена +45 °С). Тепловая подготовка двигателя осуществлялась при помощи установки теплового аккумулятора с фазово-переходным теплоаккумулирующим материалом. Дополнительно установлены датчики температуры в системе охлаждения транспортного двигателя G4GC для проведения экспериментальных исследований в части тепловой подготовки.

На (рисунке 1) показано расположение датчиков температуры в системе охлаждения [1–5] транспортного двигателя G4GC для проведения экспериментальных исследований в части тепловой подготовки. В качестве датчиков использовались датчики температуры Arduino DS18B20 [6].



Датчик 1 – Патрубок системы охлаждения на выходе из блока цилиндров



Датчик 2 – Патрубок радиатора отопителя салона



Датчик 3 – Патрубок дроссельной заслонки



Датчик 4 – Патрубок газового редуктора испарителя

Рисунок 1 – Расположения датчиков температуры в системе охлаждения транспортного двигателя G4GC

Датчики были установлены при помощи специально изготовленных переходников в патрубках системы охлаждения, в самых теплонагруженных или наиболее важных местах системы охлаждения, а именно: датчик 1 на выходе из блока цилиндров; датчик 2 перед радиатором отопителя салона; датчик 3 перед дроссельной заслонкой;

датчик 4 перед газовым редуктором испарителем [5]. В процессе исследования, на первом этапе, ставилась задача установить характер прогрева различных контуров системы охлаждения транспортного двигателя G4GC в зависимости от изменения температуры окружающей среды и варианта прогрева в условиях эксплуатации транспортного средства. Это необходимо для того, чтобы выработать рекомендации по установке газового редуктора и теплового аккумулятора в условиях эксплуатации. Для дистанционной регистрации параметров температур теплоносителя в различных контурах системы охлаждения транспортного двигателя G4GC использовался специальный компактный ГЛОНАСС/GPS/GSM трекер компании «Видеоконпроект». Этот терминал выполнял дополнительное определение скорости и координат транспортного средства, передавал их по сети GSM совместно с данными температур транспортного двигателя, зарегистрированных с помощью датчиков температуры Arduino DS18B20.

Обмен информацией осуществляется через сети получения и передачи информации, а именно GPS, A-GPS, ГЛОНАСС, SBAS, GPRS, Internet или локальную сеть. В память системы мониторинга параметров технического состояния закладываются параметры состояния транспортного средства и транспортного двигателя. Фрагмент результатов проведенных измерений в виде карты движения ТС от трекера (рисунок 2) в результате информационного обмена между элементами измерительного комплекса для осуществления дистанционного исследования температур системы охлаждения двигателя транспортного средства [5].

Результаты проведенных измерений транспортного двигателя при работе на жидком нефтяном топливе с использованием адаптера (сканера) OBD-II транспортного средства описаны и показаны в [1, 2, 4, 7]. Регистрация параметров транспортного двигателя при работе на газовом топливе проводилась аналогично. Экспериментальные исследование транспортного средства проводились в температурном диапазоне в условиях окружающей среды от  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $+20^{\circ}\text{C}$ .

Одна из основных задач исследования – установить экспериментальным путем температуры включения подачи газа в различных контурах системы охлаждения. Это необходимо для того, чтобы в дальнейшем определить место размещения газового редуктора и теплового аккумулятора фазового перехода для того, чтобы обеспечить

качественную тепловую подготовку транспортного двигателя в условиях эксплуатации.

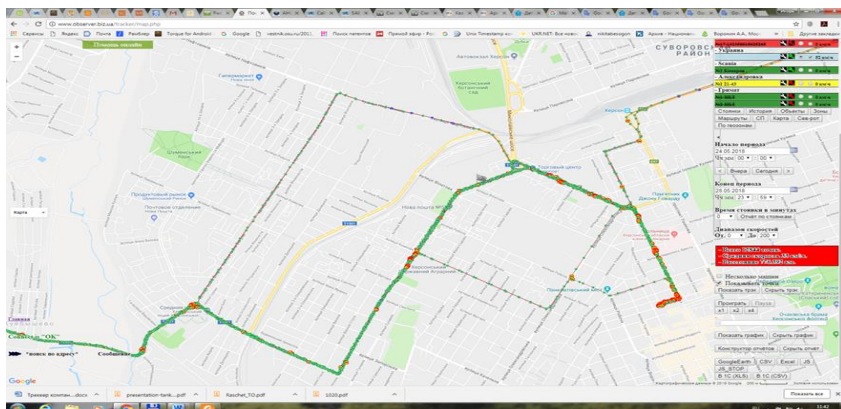


Рисунок 2 – Фрагмент отчета о результатах проведенных измерений параметров тепловой подготовки транспортного средства в движении на карте местности

На рисунке 3, для примера, показаны результаты измерения температур в контурах системы охлаждения транспортного двигателя и момент переключения подачи с жидкого нефтяного топлива на газовое топливо в температурном диапазоне в условиях окружающей среды от +5 °С.

Места установки датчиков температуры в системе охлаждения транспортного средства, работающего на сжиженном газовом топливе, были выбраны именно для того, чтобы провести соответствующий анализа температур охлаждающей жидкости в различных ее контурах. Это нужно для определения места установки газового редуктора-испарителя и теплового аккумулятора фазового перехода. Для осуществления быстрого прогрева системы охлаждения транспортного двигателя и перехода на питание сжиженным газовым топливом использовался тепловой аккумулятор фазового перехода [1– 5]. В процессе проведенного исследования было обнаружено (рисунок 2), что быстрее осуществляется прогрев охлаждающей жидкости на выходе из блока цилиндров ДВС (датчик №1), затем радиатор отопителя салона (датчик № 2), а за ним – дроссельная заслонка (датчик № 3).

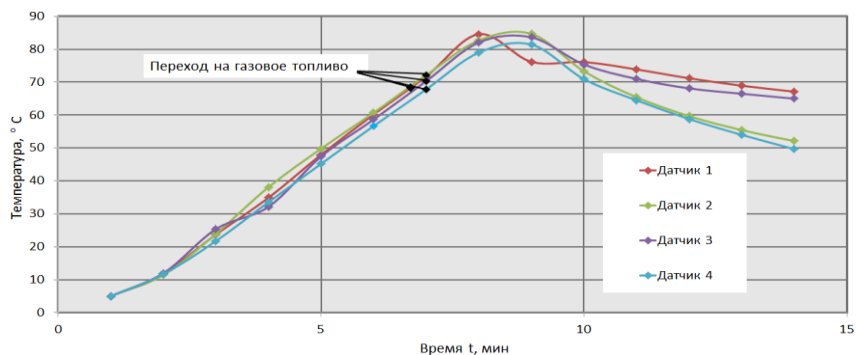


Рисунок 3 – Результаты измерения температур в контурах системы охлаждения транспортного двигателя

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Считаем возможным рекомендовать установку и подключение:

- газового редуктора на выходе из блока цилиндров транспортного двигателя. В этом случае прогрев газового редуктора может осуществляться сразу же после прогрева двигателя и температура в нем не будет значительно отличаться от температуры охлаждающей жидкости в ДВС;

- теплового аккумулятора фазового перехода для предпускового прогрева ДВС транспортного средства и поддержания заданной температуры системы охлаждения – на входе в блок цилиндров транспортного двигателя по ходу циркуляции охлаждающей жидкости. Это обеспечит одновременный системный прогрев в условиях эксплуатации, как блока цилиндров, так и газового редуктора, что, в свою очередь, обеспечивает своевременный переход системы питания на сжиженное газовое топливо.

## ЛИТЕРАТУРА

1. 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, <https://doi.org/10.4271/2016-01-0204>.

2. Gritsuk, I., Mateichyk, V., Aleksandrov, V., Prilepsky, Y. et al., "Features of Modeling Thermal Development Processes of the Vehicle

Engine Based on Phase-Transitional Thermal Accumulators," SAE Technical Paper 2019-01-0906, 2019, <https://doi.org/10.4271/2019-01-0906>.

3. Gritsuk, I., Volkov, V., Mateichyk, V., Grytsuk, Y. et al., "Information Model of V2I System of the Vehicle Technical Condition Remote Monitoring and Control in Operation Conditions," SAE Technical Paper 2018-01-0024, 2018, <https://doi.org/10.4271/2018-01-0024>.

4. Gritsuk, I., Volkov, V., Mateichyk, V., Gutarevych, Y. et al., "The Evaluation of Vehicle Fuel Consumption and Harmful Emission Using the Heating System in a Driving Cycle," SAE Int. J. Fuels Lubr. 10(1):236-248, 2017, <https://doi.org/10.4271/2017-26-0364>.

5. Погорлецький Д. Структура вимірювального комплексу для дослідження роботи транспортного засобу з двигуном, обладнаним системою впорскування газового палива, в умовах експлуатації засобами ITS / Системи і засоби транспорту. Проблеми експлуатації і діагностики : монографія / Vlatnický Miroslav, Dižo Ján, Gerlici Juraj та ін.; за наук. ред. проф. Грицука Ігоря. –Херсон : ХДМА, 2019. – 442 с. : іл., табл. (укр., рос., англ. мовами), Херсон, р. 383-394.

6. Arduino и цифровой датчик температуры DS18B20. <http://arduino-diy.com/arduino-tsifrovoy-datchik-temperatury-DS18B20>. -- 19.03.2020.

7. Gritsuk I.V. "The development and the study of the combined heating system of engines and vehicles", Herald of Kharkiv National Automobile and Highway University, 70: 23 - 32, 2015.

Представлено 09.02.2020