

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. Volodarets, M., Gritsuk, I., Chygyryk, N., Belousov, E. et al., "Optimization of Vehicle Operating Conditions by Using Simulation Modeling Software," SAE Technical Paper 2019-01-0099, 2019, <https://doi.org/10.4271/2019-01-0099>.

5. Gipps, P. G. "A model for the structure of lane changing decisions", Transportation Research Part B. Vol. 20 (5), 403–414, 1986.

Горбiк Юрiй Васильович, к.т.н., доцент, Харкiвський нацiональний автомобiльно-дорожнiй унiверситет, uragorbik@gmail.com

ДIАГНОСТУВАННЯ АВТОМОБIЛЯ ЗА IНДИКАТОРНОЮ ВИТРАТОЮ ПАЛИВА

Розвиток автомобiльної технiки в напрямку випуску автомобiлiв, пiдвищення їх якостi, надiйностi i довговiчностi одночасно вимагає i застосування нових методiв i алгоритмiв дiагностування.

В процесi роботи автомобiля з 100% енергiї палива приблизно 33% витрачається на випуск i 35% – на охолодження. З 32% решти палива близько 10% витрачається на насоснi i механiчнi втрати в двигунi, стiльки ж на втрати в трансмiсiї. Частина енергiї палива втрачається в колесах i пiдвiски автомобiля. Загальний ККД автомобiля (ГАЗ 3110) при середнiх умовах експлуатацiї дорiвнює приблизно 0.062...0.065. [1]

Змiна технiчного стану вузлiв i систем автомобiля призводить до пiдвищених втрат енергiї, що в пiдсумку збiльшує витрату палива i знижує потужнiсть автомобiля. Якщо проводити контроль втрати енергiї в кожному агрегатi автомобiля, то по витратi палива можна дiагностувати не тiльки загальний стан автомобiля, але i локалізувати несправнiсть по агрегатам.

Основнi принципи оцiнки паливної економiчностi i нормування витрат палива закладенi в роботi [1], де з позицiї системотехнiки i енергетичного пiдходу розглянутi конструктивнi i експлуатацiйнi параметри ефективностi роботи транспортних засобiв

В роботi [2] наведено методику оцiнки технiчного стану автомобiля зi змiни ККД автомобiля в цiлому i ККД складових агрегатiв (двигуна, трансмiсiї, пiдвiски i колiс). Наведено залежностi розрахунку ККД автомобiля i агрегатiв на дорозi i при стендових випробуваннях на бiгових барабанах.

В роботi [3] наведена методика розрахунку витрати палива, заснована на визначеннi 4-х коефiцiєнтiв корисної дiї: iндикаторного i механiчного ККД двигуна, ККД трансмiсiї i колiсного механiзму (колеса i пiдвiски).

В роботi [4] пропонується використовувати новий метод розрахунку витрати палива в процесi дiагностування на стендi з бiговими барабанами, а в

роботі [5] наведено метод діагностування з індикаторної витрати палива в окремих агрегатах автомобіля.

Метою роботи є подальше вдосконалення методики та розробка алгоритму діагностування технічного стану автомобіля за зміною індикаторної витрати палива і загального ККД автомобіля.

Для вирішення цієї мети були запропоновані математичні залежності та алгоритм розрахунку індикаторної витрати палива і коефіцієнтів корисної дії автомобіля по агрегатам (індикаторний і механічний двигуна, трансмісії та підвіски автомобіля).

Знаючи масу автомобіля, дорожньо-транспортні умови роботи і витрата палива, можна визначити загальний ККД автомобіля [3] за формулою:

$$\eta_a = \frac{100 \cdot M_a \cdot K_d}{H_u \cdot \rho_m \cdot Q}, \quad (1)$$

де M_a – маса автомобіля, кг;

K_d – коефіцієнт дорожніх умов експлуатації;

H_u – нижча теплота згорання палива, кДж/кг;

ρ_m – щільність палива, г/см³;

Q – витрата палива, л/100км.

Наприклад, для 1ої категорії доріг при $M_a = 1600$ кг, $K_d = 0,13$ м / с², $H_u \cdot \rho_m = 32560$ кДж, $Q = 7,6$ л / 100 км.

$$\eta_a = \frac{100 \cdot 1600 \cdot 0,13}{32560 \cdot 7,6} = 0,084.$$

Залежність (1) пропонується використовувати оцінки ефективності роботи автомобіля на дорозі.

Загальний алгоритм діагностування можна представити так:

1. Оцінка умов роботи автомобіля: легкі умови (ЛУ), середні умови (СУ) й важкі умови (ВУ). Надалі розглядаємо середні умови ($V_a = 35$ км / год).

2. Моделювання (імітація) умов роботи на сталих режимах здійснюється за рівністю сумарних потужностей на дорозі і на стенді. Потужність, що поглинається навантажувальним пристроєм стенду $N_{тор.}$ повинна дорівнювати ($N_{fn} - N_{бар.}$) кВт.

На стенді з біговими барабанами витрата палива визначається за формулою

$$Q = \frac{100 \cdot (G_a \cdot f_{\bar{\sigma}} + P_{\bar{\sigma}} + P_m)}{H_u \cdot \rho_m \cdot \eta_i \cdot \eta_m \cdot \eta_n} \text{ л/100 км}, \quad (2)$$

де $(P_{\bar{\sigma}} + P_m) = (G_a \cdot i + G_z \cdot i + P_w + P_j - G_z \cdot F_{\bar{\sigma}})$ – сума сил опору на бігових барабанах, Н;

G_a – вага автомобіля, Н;

G_z – вага автомобіля, що припадає на бігові барабани, Н;

$F_{\bar{\sigma}}$ - коефіцієнт опору коченню колеса по бігових барабанах;

η_i і η_m , η_m і η_n - відповідно, індикаторний та механічний ККД двигуна, ККД трансмісії та підвіски автомобіля.

Якщо $G_z \cdot i = G_z \cdot F_{\bar{\sigma}}$, тоді $(P_{\bar{\sigma}} + P_m) = (G_a \cdot i + P_w + P_j)$.

При $V_a = 35$ км / год $P_w = 0$.

При загальному діагностуванні на стенді з біговими барабанами η_a визначається за формулою:

$$\eta_a = \frac{100 \cdot (G_a \cdot f_{\delta} + P_{\delta} + P_m)}{H_u \cdot \rho_m \cdot Q} \quad (3)$$

де P_{δ} – сила механічних втрат в стенді, Н;

P_m – сила, створювана навантажувальним пристроєм стенду, Н.

Залежність (3) пропонується використовувати для оцінки ефективності роботи автомобіля на дорозі.

Розрахунковий приклад

Витрата палива для СУ - 10,1 л / 100 км [5]. З формули (1) визначаємо загальний ККД:

$$\eta_a = \frac{0,6388}{Q} = \frac{0,6388}{10,1} = 0,0632.$$

Висновок: ККД відповідає нормі для справного автомобіля.

Визначення приватних ККД для окремих агрегатів:

1. Визначення ККД індикаторного, ефективного та механічного двигуна за формулами:

$$Q = K_p \cdot \frac{P_i}{\eta_i} = K_p \cdot \frac{P_e}{\eta_e} \cdot \eta_i = 0,0128 \cdot \frac{255,44}{10,1} = 0,324 \cdot \eta_e = 0,0128 \cdot \frac{111,84}{10,1} = 0,142.$$

$$\text{Так як } \eta_e = \eta_i \cdot \eta_m, \text{ тоді } \eta_m = \frac{\eta_e}{\eta_i} = \frac{0,142}{0,324} = 0,438.$$

2. ККД трансмісії визначається за формулою:

$$\eta_m = \frac{P_k}{(1,3 \cdot V_a + 1,025 \cdot P_k)} = \frac{412,67}{(1,3 \cdot 35 + 1,025 \cdot 412,67)} = 0,881.$$

3. ККД підвіски обчислюється за формулою:

$$\eta_n = \frac{100 \cdot P_k \cdot K_{\delta}}{H_u \cdot \rho_m \cdot \eta_i \cdot \eta_m \cdot \eta_m \cdot Q} = \frac{100 \cdot 412,67 \cdot 0,13}{44000 \cdot 0,74 \cdot 0,324 \cdot 0,438 \cdot 0,881 \cdot 10,1} = 0,506.$$

4. Загальний ККД

$$\eta_a = 0,324 \cdot 0,438 \cdot 0,881 \cdot 0,506 = 0,063.$$

Аналогічні розрахунки виконуються, якщо витрата палива менше або більше 10,1 л / 100 км.

При збільшенні загальної витрати палива на 10...20% приватні ККД знижуються, а індикаторний витрата палива в окремих агрегатах підвищується.

Література

1. Говорущенко Н.Я. Системотехника транспорту. / Н.Я. Говорущенко, А.Н. Туренко. - Изд. 2-е, перераб. и подолн. – Харьков: РИО ХГАДТУ, 1999. – 468 с.
2. Кривошапов С.І. Розробка методики та алгоритму загального діагностування автомобілів за зміною коефіцієнта корисної дії. / Автореф. канд. техн. наук: 05.22.20. – Харків, ХДАДТУ, 1999. – 20 с.
3. Говорущенко Н.Я. Новая методика нормирования расхода топлива транспортных машин (метод четырех КПД) / Н.Я. Говорущенко, С.И.

Кривошапов. // Автомобильный транспорт : Сб. научн. тр. – Харьков: ХНАДУ, 2004. - № 15.

4. Говорущенко Н.Я. Методы системного расчетно-аналитического и стендового диагностирования легковых автомобилей / Н.Я. Говорущенко, Ю.В. Горбик // Автомобильный транспорт: Сб. науч. трудов. – Харьков: ХНАДУ, 2009. - № 25. – С. 58-61.

5. Горбик Ю.В. Методи системного розрахунково-аналітичного та стендового діагностування легкових автомобілів. / Автореф. канд. техн. наук: 05.22.20. – Харків, ХНАДУ, 2010. – 20 с.

Грицук Игорь Валериевич, д.т.н. проф. Херсонская государственная морская академия, gritsuk_iv@ukr.net.

Погорлецкий Дмитрий Сергеевич, ст. преп. Херсонская государственная морская академия, dimon150582@gmail.com.

Симоненко Роман Викторович, к.т.н. доц. Национальный транспортный университет, rsymonenko@insat.org.ua.

Билай Антон Викторович, директор Мариупольского строительного колледжа, msh_labvt@gmail.com.

ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОВОЙ ПОДГОТОВКИ ТРАНСПОРТНОГО ДВИГАТЕЛЯ, ОБОРУДОВАННОГО СИСТЕМОЙ ПИТАНИЯ ГАЗОВЫМ ТОПЛИВОМ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕПЛООВОГО АККУМУЛЯТОРА

Системы тепловой подготовки двигателя транспортного средства (ТС) применяются, как перспективные индивидуальные системы получения, накопления, распределения и передачи тепловой энергии. Их используют для предпусковой и послепусковой тепловой подготовки двигателя ТС. Использование подобных систем стало возможным благодаря тому, что существует достаточно большое количество различных апробированных и перспективных технических решений тепловой подготовки. Кроме этого в последние годы появилась много различных новых типов и конструкций систем предпускового прогрева [1-3]. Известно, что системы тепловой подготовки или их отдельные составляющие выпускаются отечественными и зарубежными предприятиями, и занимают свою небольшую нишу на мировом автомобильном рынке предпусковых подогревателей двигателей ТС.

Особенность работы двигателя ТС, оборудованного газобаллонным оборудованием 4 поколения (ГБО), заключается в следующем. Двигатель ТС запускается на жидком топливе (на бензине), после прогрева охлаждающей жидкости до + 45...50 °С производится переключение двигателя на питание газовым топливом.

Задача исследования состоит в нахождении способа и средств тепловой подготовки, а также разработки технических рекомендаций для обеспечения запуска двигателя ТС, оборудованного газовой аппаратурой, при температуре двигателя +45...50 °С. В этом случае в использовании жидкого топлива нет необходимости. Двигатель практически после пуска (за исключением времени,