

Горбик Ю.В., Кривошапов С.И.

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ ВАЗ-2107 ПО РАСХОДУ ТОПЛИВА И КПД АВТОМОБИЛЯ

Предложена энергетическая модель диагностирования по расходу топлива, позволяющая оценивать общее состояние автомобиля и его отдельных агрегатов по замеру и анализу частных и общих КПД агрегатов.

Постановка проблемы

Автомобильный транспорт во всем мире является основным потребителем энергетических ресурсов. Снизить потребление топлива на транспорте можно различными способами: конструктивными, организационными, эксплуатационными, транспортными, законодательными и другими мероприятиями. Уточнение нормативов расхода ГСМ способствует рациональному учету и распределению горюче-смазочных материалов.

Изменение технического состояния узлов и систем автомобиля приводит к повышенным потерям энергии, что в итоге увеличивает расход топлива и снижает мощность автомобиля. Поэтому в процессе эксплуатации автомобиля при диагностировании необходимо контролировать расход топлива. Отклонение фактического расхода топлива от нормативного значения будет указывать на неисправность транспортного средства. Определить нормативный уровень расхода топлива технически исправного транспортного средства можно аналитическим путем по математической модели.

Анализ последних исследований и публикаций

Основные принципы оценки топливной экономичности и нормирования расхода топлива заложены профессором Говорущенко Н.Я. [1].

В работе [2] приведена новая методика расчета расхода топлива, основанная на определении 4-х коэффициентов полезного действия: индикаторного и механического КПД двигателя, КПД трансмиссии и колесного механизма (колеса и подвески). Зависимости расчета КПД автомобиля и составляющих агрегатов (двигателя, трансмиссии, подвески и колес) на дороге и при стендовых испытаниях на беговых барабанах приведены в работе [3].

Практическая реализация новой методики оценки расхода в процессе диагностирования автомобиля на стенде с беговыми барабанами приведена в работе [4], а в работе [5] приведен метод диагностирования по индикаторному расходу топлива в отдельных агрегатах автомобиля.

Цель статьи

Целью работы является дальнейшее совершенствование методики и разработка алгоритма диагностирования технического состояния автомобиля по изменению расхода топлива и КПД автомобиля.

Для решения этой проблемы были предложены математические зависимости и алгоритм расчета расхода топлива и коэффициентов полезного действия автомобиля и по агрегатам (индикаторный и механический двигателя, трансмиссии и подвески автомобиля).

Материалы и результаты исследования

Зная массу автомобиля, дорожно-транспортные условия работы и расход топлива, можно определить общий КПД автомобиля [2] по формуле:

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

где M_a – масса автомобиля, кг;

K_D – коэффициент дорожных условий эксплуатации;

H_u – низшая теплота сгорания топлива, кДж/кг;

ρ_m – плотность топлива, г/см³;

Q – расход топлива, л/100 км.

Например, для 1-ой категории дорог при $M_a = 1430$ кг, $K_D = 0,13$ м/с², $H_u \cdot \rho_m = 32560$ кДж

$$\eta_a \cdot Q = \frac{100 \cdot 1430 \cdot 0,13}{32560} = 0,571, \\ \eta_a = \frac{0,571}{Q}. \quad (2)$$

Зависимость (1) предлагается использовать для оценки эффективности работы автомобиля на дороге.

Исходные данные

К расчетным исходным данным относятся следующие данные: масса автомобиля ВАЗ-2107 $M_a = 1430$ кг, объем цилиндров двигателя $V_h = 1,5$ л, ход поршня $S_n = 0,08$ м, передаточное число главной передачи $i_0 = 3,9$; радиус колеса $r_k = 0,287$ м, фактор обтекаемости $kF = 0,026 \cdot V_a^2 H \cdot c^2 \cdot m^{-2}$ и мощность двигателя $N_a = 53,3$ кВт при 5600 мин⁻¹.

Расчетные формулы:

Значения усилий P_k , подведенных к колесам:

$$P_k = (0,8 \cdot G_a / V_a + 0,026 \cdot V_a^2), \text{ Н}, \quad (3)$$

где G_a – вес автомобиля, Н.

Среднее эффективное давление

$$P_e = 12,56 \frac{r_k}{V_h \cdot i_0 \cdot i_k \cdot \eta_m} \cdot P_k, \text{ кПа}, \quad (4)$$

где V_h – рабочий объем двигателя, л;

i_0 – передаточное число главной передачи;

η_m – КПД трансмиссии;

i_k – средневзвешенное передаточное число коробки передач.

Механические потери в двигателе определяются по формуле

$$P_M = (a_n + b_n \cdot 2S_n \cdot n / 60) = (a_n + 0,033 \cdot b_n \cdot S_n \cdot n) \text{ кПа}, \quad (5)$$

где a_n и b_n – постоянные для данного двигателя коэффициенты;

n – частота вращения коленчатого вала двигателя, мин^{-1} ;

S_n – ход поршня, м.

Среднее индикаторное давление P_i кПа

$$P_i = P_e + P_m. \quad (6)$$

Коэффициент корректировки

$$K_p = \frac{7,95 \cdot V_h \cdot i_0 \cdot i_k}{H_H \cdot \rho_T \cdot r_k} = 0,00497 \cdot i_k, \text{ л}^2/\text{Н} \cdot \text{м}^2. \quad (7)$$

КПД трансмиссии автомобиля

$$\eta_T = P_k / (1,3 \cdot V_a + 1,025 \cdot P_k). \quad (8)$$

Передаточное число КПП

$$i_k = 65 / V_a. \quad (9)$$

КПД подвески

$$\eta_m = \frac{100 \cdot M_a \cdot K_{\text{д}}}{H_u \cdot \rho_m \cdot \eta_i \cdot \eta_m \cdot \eta_n \cdot Q}. \quad (10)$$

КПД индикаторный

$$\eta_i = K_p \cdot \frac{P_i}{Q}. \quad (11)$$

КПД механический

$$\eta_m = \frac{\eta_e}{\eta_i}. \quad (12)$$

КПД эффективный

$$\eta_e = \eta_i \cdot \eta_m. \quad (13)$$

Расход топлива

$$Q = \frac{K_p \cdot P_i}{\eta_i} \quad \text{или} \quad Q = \frac{K_p \cdot P_e}{\eta_e}, \text{ л}/100 \text{ км}. \quad (14)$$

Общий КПД автомобиля

$$\eta_a = \eta_i \cdot \eta_m \cdot \eta_n. \quad (15)$$

На рисунке 1 приведены графики изменения частных и общего КПД автомобиля и агрегатов в зависимости от средней технической скорости.

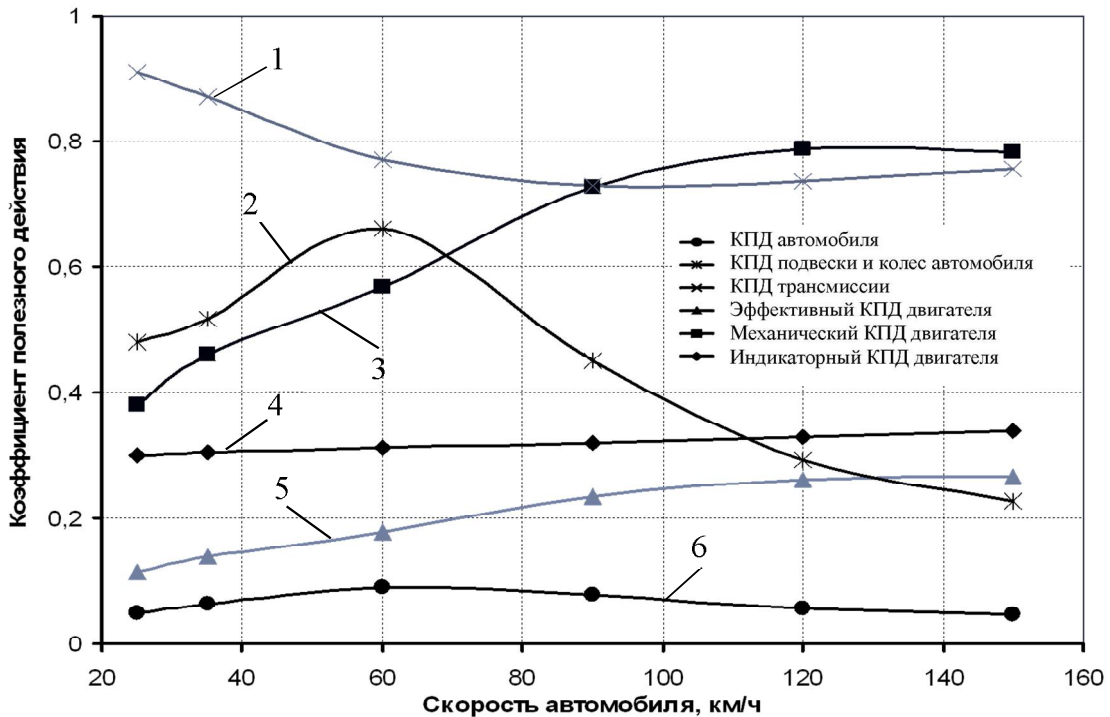


Рисунок 1 – Зависимость частных и общего КПД автомобиля и агрегатов:
 1 – КПД трансмиссии; 2 – КПД подвески и колес автомобиля; 3 – механический КПД двигателя; 4 – индикаторный КПД двигателя; 5 – эффективный КПД двигателя; 6 – КПД автомобиля

Для расчета расхода топлива автомобиля ВАЗ-2107 мы получили расчетную формулу

$$Q = 100 \cdot M_a \cdot K_d / (H_n \cdot \rho_m \cdot \eta_a) = 0,571 / \eta_a. \quad (15)$$

Графическая зависимость расхода топлива от скорости движения для автомобиля ВАЗ-2107 приведена на рисунке 2. В таблице 1 приведены расчетные значения потерь, расхода топлива и КПД автомобиля и агрегатов.

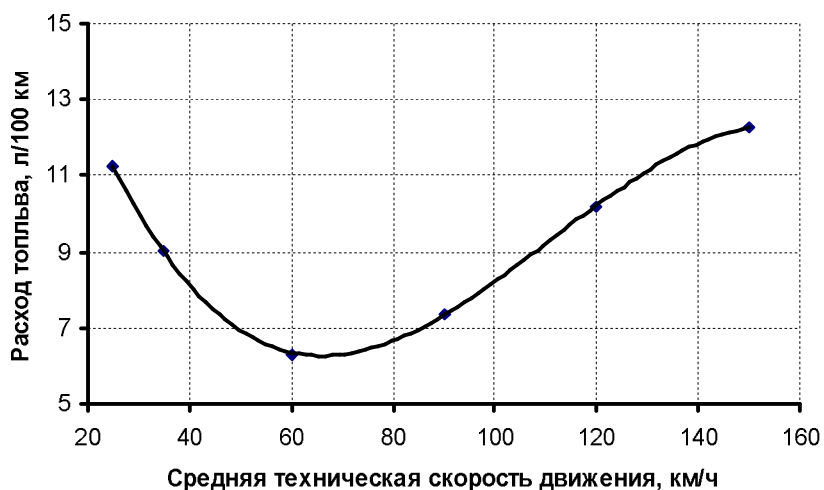


Рисунок 2 – Зависимость расхода топлива автомобиля ВАЗ-2107

Таблица 1 – Расчетные данные изменения частных и общего КПД автомобиля при увеличении скоростей в диапазоне 25–150 км/ч

V_a , км/час	P_k , Н	P_e , кПа	P_M , кПа	P_i , кПа	Q , л/100 км	η_i	η_M	η_e	η_T	η_n	η_a
25	473,85	190,26	161,69	261,95	11,24	0,300	0,380	0,114	0,910	0,480	0,050
35	358,7	137,64	161,69	299,30	9,04	0,304	0,460	0,140	0,870	0,517	0,063
60	284,26	210,58	161,69	372,27	6,3	0,311	0,569	0,177	0,770	0,660	0,090
90	337,71	347,60	126,22	473,83	7,38	0,320	0,728	0,233	0,730	0,452	0,077
120	469,73	538,00	153,24	671,24	10,2	0,330	0,788	0,260	0,737	0,292	0,056
150	661,26	656,40	180,30	836,70	12,26	0,340	0,783	0,266	0,757	0,228	0,046

Выводы

Индивидуальная оценка технического состояния агрегатов должна оцениваться по частным КПД и индикаторному расходу топлива. Общая оценка технического состояния автомобиля может выполняться по экспериментально-расчетным данным расхода топлива.

Список литературы

1. Говорушенко Н.Я. Системотехника транспорта / Н.Я. Говорушенко, А.Н. Туренко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Х.: РИО ХГАДТУ, 1999. – 468 с.
2. Говорушенко Н.Я. Новая методика нормирования расхода топлива транспортных машин (метод четырех КПД) / Н.Я. Говорушенко, С.И. Кривошапов // Автомобильный транспорт: сб. научн. трудов. – Х.: ХНАДУ, 2004. – № 15.
3. Кривошапов С.И. Розробка методики та алгоритму загального діагностування автомобілів за зміною коефіцієнта корисної дії: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: 05.22.10. – Х.:ХДАДТУ, 1999. – 20 с.
4. Говорушенко Н.Я. Методы системного расчетно-аналитического и стендового диагностирования легковых автомобилей / Н.Я. Говорушенко, Ю.В. Горбик // Автомобильный транспорт: сб. науч. трудов. – Х.: ХНАДУ, 2009. – № 25. – С. 58–61.
5. Говорушенко Н.Я. Методы диагностирования автомобилей по изменению общего и индикаторного расхода топлива и частных КПД в отдельных агрегатах / Н.Я. Говорушенко, Ю.В. Горбик // XVI научно-техническая конференция с международным участием «Транспорт, экология – устойчивое развитие». Варна: ТУ, 2010. – С. 442–450.

Рецензент: к.т.н., доц. М.А. Мастепан, АДІ ДВНЗ «ДонНТУ».

Рецензент: д.т.н., проф. В.Н. Торлін, Севастопольский національний технічний університет.

Стаття надійшла до редакції 05.09.12
© Горбик Ю.В., Кривошапов С.И., 2012