

УДК 621.43.018

Кривошапов С. И.

канд. техн. наук, доцент кафедры «Техническая эксплуатация и сервис автомобилей им. проф. Говоруценко Н. Я.», Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Харьков, Украина, e-mail: keat@khadi.kharkov.ua

УПРОЩЕННАЯ МЕТОДИКА НОРМИРОВАНИЯ ЧАСОВОГО РАСХОДА ТОПЛИВА ТРАНСПОРТНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ И СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МАШИН

Рассмотрены недостатки действующей на Украине методики нормирования расхода топлива для подвижного состава автомобильного транспорта. Отмечено, что норма расхода топлива за время прогрева и вынужденных простоев автомобиля с включенным двигателем на работу специализированного и автономного оборудования в Украинском законодательстве определяется недостаточно корректно и точно. В работе предложена математическая модель, по которой можно рассчитать часовой расход топлива для двигателя внутреннего сгорания, работающего на холостом режиме или с постоянной нагрузкой. Упрощение методики заключалось в расчетах коэффициентов наполнения цилиндров двигателя и избытка воздуха через аппроксимацию полиномами первой и второй степени. В приведенной математической модели не исследовалось изменение давления и температуры в цилиндрах двигателя. Установлено, что при работе двигателя без нагрузки часовой расход топлива увеличивается пропорционально частоте вращения коленчатого вала и рабочему объему двигателя. Приведены примеры расчета нормативного расхода топлива на холостом режиме с включенным двигателем без нагрузки для автомобиля Skoda Octavia 1.6 MPI с бензиновым и Skoda Octavia 2.0 TDI с дизельным двигателем. Получены графические зависимости изменения часового расхода топлива от частоты вращения коленчатого вала для бензинового и дизельного автомобиля Skoda Octavia. Результаты расчета, полученные по математической модели, были сравнены с нормативами по действующей методике. Для автомобиля Skoda Octavia 1.6 MPI законодательство Украины рекомендует часовой расход в 0,375 л/ч, тогда как фактический расход топлива на режиме холостого хода — 0,7...0,8 л/ч, а расчетное значение — 0,808 л/ч. Для Skoda Octavia 1.9 TDI законодательство рекомендует расход — 0,26 л/ч, фактический расход — 0,6...0,7 л/ч, а по расчету — 0,763 л/ч. Проведен расчет и получены графические зависимости потребления топлива при работе специального оборудования на примере автомобиля КрАЗ-6322. При работе оборудования на частоте 1500 мин⁻¹ и потреблении мощности 25 кВт часовой расход топлива для КрАЗ-6322 составит 15 л/ч. Показано необходимость совершенствования законодательства нашей страны по учету потребления материальных ресурсов. Предложено использовать детерминированные методы определения расхода топлива на автомобильном транспорте.

Ключевые слова: топливная экономичность, расход топлива, КПД, нормирование, СПС, автомобили.

Введение

Топливная экономичность — это один из показателей качества транспортных машин. Расход топлива составляет значительную часть эксплуатационных затрат на работу автомобиля. В структуре себестоимости транспортной операции на потребление горюче-смазочных материалов приходится 40-50% от всех затрат [1].

Во всех странах, выходящих из Советского Союза, расход топлива на автомобильном транспорте контролируется на законодательном уровне. В Украине — это приказ Минтранса № 43 от 1998 года [2], который закрепляет за каждым автомобилем нормативное значение базовой нормы расхода, оговаривает условия дополнительного потребления топлива и вводит корректирующие коэффициенты для изменения расхода в зависи-

мости от условий эксплуатации. Подобные принципы заложены в нормативах: России [3], Белоруссии [4], Молдовы [5], Казахстана [6] и т.д.

Недостаток существующей методики — это ограниченное количество марок автомобиля, для которых установлена базовая норма расхода топлива, и отсутствие механизма для самостоятельного расширения номенклатуры норматива для нового подвижного состава. Разрешить данную проблему можно за счет создания математической модели, связывающей расход топлива с техническими данными автомобиля с учетом условий его эксплуатации.

Целью данной работы является разработка математической модели расчета часового расхода топлива при работе двигателя без нагрузки и с фиксированной постоянной нагрузкой на ДВС.

1. Постановка задачи

Нормирование расхода топлива по методике [2] определяется через путевой расход в л/100 км. Часовой расход используется при работе двигателя автомобиля без движения в следующих случаях:

- 1) при вынужденных простоях автомобиля в процессе погрузки и выгрузки грузов или пассажиров, производственной необходимости и простое в пробках в час-пик;
- 2) при запуске и прогреве газобаллонных автомобилей;
- 3) при работе специализированного оборудования при неподвижном транспортном средстве;
- 4) при работе автономных двигателей, используемых для привода специализированного оборудования во время движения и остановки транспортного средства.

Для транспортных машин часовой расход определяется через базовую норму расхода топлива [2]. Так, час вынужденного простоя приравнивается к 5 км пробега автомобиля. Норма на запуск газобаллонного автомобиля составляет 0.5...5.0% от нормы расхода жидкого топлива базового автомобиля за день работы в зависимости от температуры воздуха.

Для специализированного подвижного и автономных двигателей часовая норма должна быть численно представлена в нормативе [2] для конкретного транспортного средства и оборудования.

С другой стороны часовой расход топлива можно определить аналитически через скоростные и нагрузочные характеристики двигателя, используя зависимости из теории двигателей [7].

2. Составление уравнения часового расхода топлива

Часовой расход определяет потребление топлива в килограммах или в литрах за час работы энергетической установки. Для транспортных машин более распространено производить учет горюче-смазочных материалов в литрах, а для автономных двигателей и строительных машин – в кг/ч.

Часовой расход топлива в л/ч:

$$G_t = \frac{q_e \cdot N_e}{1000 \cdot \rho_t}, \quad (1)$$

где q_e – удельный эффективный расход топлива, г/(кВт·ч);

N_e – эффективная мощность, кВт;

ρ_t – плотность топлива, г/см³(кг/л).

Эффективный удельный расход топлива:

$$q_e = \frac{3600 \cdot 10^3}{\eta_e \cdot H_n}, \quad (2)$$

где η_e – эффективный КПД двигателя;

H_n – низшая теплота сгорания топлива, кДж/кг.

Эффективный КПД двигателя:

$$\eta_e = \eta_i \cdot \eta_m, \quad (3)$$

где η_i – индикаторный КПД двигателя;

η_m – механический КПД двигателя.

Индикаторный КПД двигателя:

$$\eta_i = \frac{P_i \cdot L_0 \cdot R \cdot T}{H_n \cdot \eta_v \cdot P} \cdot \alpha, \quad (4)$$

где P_i – среднее индикаторное давление, кПа;

L_0 – стехиометрическое количество топливно-воздушной смеси, кмоль/кг;

R – универсальная газовая постоянная, Дж/(моль·К);

T – температура воздуха, К;

η_v – коэффициент наполнения цилиндров двигателя;

P – давление воздуха, кПа;

α – коэффициент избытка воздуха.

Коэффициент избытка воздуха зависит от нагрузки на двигатель. На рис. 1 представлена графическая зависимость коэффициента избытка топлива от процента использованной мощности [8]. Приближенно эту взаимосвязь можно аппроксимировать полиномом второй степени вида:

$$\alpha = A_\alpha \cdot N_1^2 + B_\alpha \cdot N_1 + C_\alpha, \quad (5)$$

где N_1 – процент использования мощности, %;

A_α , B_α , C_α – эмпирические коэффициенты, зависят от типа двигателя.

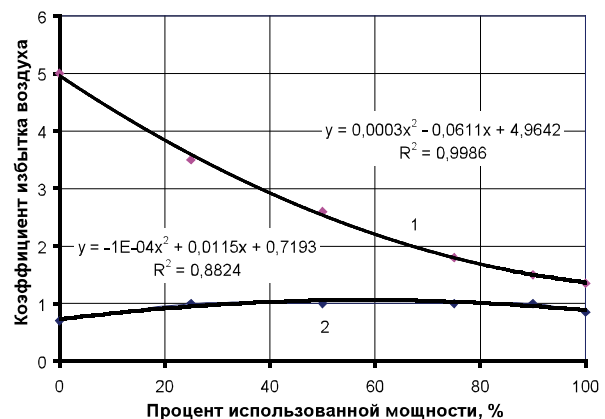


Рис. 1. Изменение коэффициента избытка воздуха от процента использования мощности: 1 – дизельный ДВС, 2 – бензиновый ДВС

Значения этих коэффициентов можно принять:

– для дизельного ДВС:

$$A_\alpha = 3 \cdot 10^{-4}, \quad B_\alpha = -0.06, \quad C_\alpha = 5.0;$$

– для бензинового ДВС:

$$A_\alpha = -1 \cdot 10^{-4}, \quad B_\alpha = -0.012, \quad C_\alpha = 0.85$$

Коэффициент наполнения цилиндров двигателя также зависит от нагрузки. На рис.2 изображена эта зависимость [8] и результат аппроксимации линейной функции вида:

$$\eta_v = B_\eta \cdot N_1 + C_\eta, \quad (6)$$

где A_η , B_η – эмпирические коэффициенты, зависят от типа двигателя.

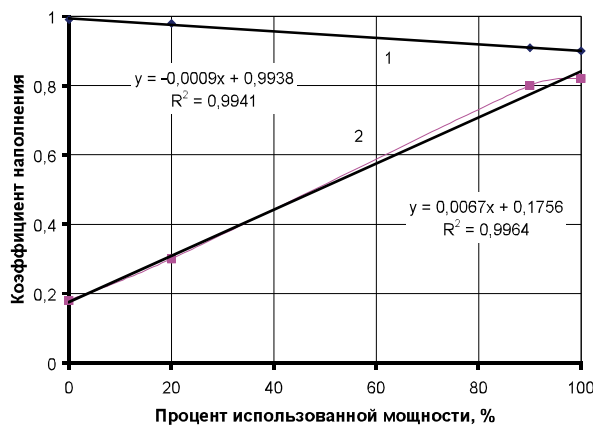


Рис. 2. Изменение коэффициента наполнения от процента использования мощности: 1 – дизельный ДВС, 2 – бензиновый ДВС

Значения этих коэффициентов можно принять:

– для дизельного: $A_\eta = 9 \cdot 10^{-4}$, $B_\eta = 1.0$;

– для бензинового: $A_\eta = 7 \cdot 10^{-3}$, $B_\eta = 0.17$.

Процент использования мощности:

$$N_1 = \frac{N_e \cdot 100}{N_{e\max}}, \quad (7)$$

где $N_{e\max}$ – максимальная эффективная мощность двигателя, кВт.

Среднее индикаторное давление:

$$P_i = \frac{P_e}{\eta_m}, \quad (8)$$

где P_e – среднее эффективное давление, кПа;

Механический КПД:

$$\eta_m = \frac{P_e}{P_e + P_m}, \quad (9)$$

где P_m – давление механических потерь, кПа;

Среднее эффективное давление:

$$P_e = \frac{N_e \cdot 30 \cdot \tau \cdot 10^3}{V_h \cdot n}, \quad (10)$$

где τ – тактность двигателя;

V_h – рабочий объем двигателя (всех цилиндров), л;

n – частота вращения коленчатого вала двигателя, мин⁻¹.

Среднее давление механических потерь:

$$P_m = a_m + b_m \cdot W_n,$$

где W_n – средняя скорость поршня, м/с;

a_m , b_m – коэффициенты механических потерь в двигателе.

Средняя скорость поршня:

$$W_n = \frac{30 \cdot S_n}{n}, \quad (11)$$

где S_n – высота цилиндра (расстояние от ВМТ до НМТ), м.

После подстановки получаем выражение для определения часового расхода топлива в л/ч:

$$G_t = \frac{0.12 \cdot P \cdot V_h \cdot n}{L_0 \cdot R \cdot T \cdot \tau \cdot \rho_t} \times \left(B_\eta + \frac{10^2 \cdot A_\eta \cdot N_e}{N_{e\max}} \right) \times \frac{10^2 \cdot B_\alpha \cdot N_e + 10^4 \cdot A_\alpha \cdot N_e^2}{C_\alpha + \frac{10^2 \cdot B_\alpha \cdot N_e}{N_{e\max}} + \frac{10^4 \cdot A_\alpha \cdot N_e^2}{N_{e\max}}}. \quad (12)$$

Если из уравнения исключить эффективную мощность, т.е. $N_e = 0$, то уравнения (12) будет:

$$G_t = \frac{0.12 \cdot P \cdot V_h \cdot n \cdot B_\eta}{L_0 \cdot R \cdot T \cdot \tau \cdot C_\alpha \cdot \rho_t}. \quad (13)$$

Уравнение (13) можно использовать для расчета расхода топлива при работе двигателя без нагрузки, а уравнения (12) для определения дополнительного расхода на привод вспомогательного оборудования.

3. Анализ уравнения часового расхода топлива

В формуле (13) в качестве постоянных величин используется: $R = 8.31$ Дж/(моль·К) и $\tau = 4$.

Для автомобилей с бензиновым двигателем:

$$\rho_t = 0.76 \text{ г/см}^3, \quad L_0 = 0.5119 \text{ кмоль/кг}, \quad B_\eta = 0.17,$$

$C_\alpha = 0.85$. Тогда формула (13) упростится:

$$G_t = 0.00185 \cdot V_h \cdot P / T \cdot n. \quad (14)$$

Для дизельных автомобилей можно принять следующие значения показателей: $\rho_t = 0.84 \text{ г/см}^3$, $L_0 = 0.495 \text{ кмоль/кг}$, $V_\eta = 1.0$, $C_\alpha = 5.0$. Тогда формула (13) примет вид:

$$G_t = 0.00174 \cdot V_h \cdot P/T \cdot n. \quad (15)$$

Температура и давление воздуха в процессе впуска и сжатия в цилиндрах двигателя повышается. Примем допущение, что их изменения пропорциональны. Тогда под P и T принимаем параметры атмосферного воздуха. При нормальных условиях: $P = 101.325 \text{ кПа}$ и $T = 293 \text{ К}$. Тогда $P/T = 0.346$.

Произведем расчет часового расхода топлива на примере автомобиля Skoda Octavia 1.6 MPI с бензиновым ДВС. Для этого автомобиля примем следующие исходные данные: $n_{\min} = 800 \text{ мин}^{-1}$ и $V_h = 1.6 \text{ л}$. Тогда часовой расход топлива на холостом режиме составит:

$$G_t = 0.00185 \cdot 1.6 \cdot 0.346 \cdot 800 = 0.808 \text{ л/ч.}$$

Произведем расчет часового расхода топлива дизельного автомобиля Skoda Octavia 1.9 TDI при следующие исходные данные: $V_h = 1.9 \text{ л}$ и $n_{\min} = 600 \text{ мин}^{-1}$. Тогда часовой расход топлива на холостом режиме составит:

$$G_t = 0.00175 \cdot 2.0 \cdot 0.346 \cdot 600 = 0.673 \text{ л/ч.}$$

Расход дизельного автомобиля на холостом режиме меньше бензинового за счет более низких оборотов коленчатого вала и более экономичного двигателя.

На рис. 3 приведен график изменения часового расхода топлива для автомобилей Skoda Octavia 1.6 MPI и 1.9 TDI. С увеличением оборотов двигателя расход топлива увеличивается пропорционально.

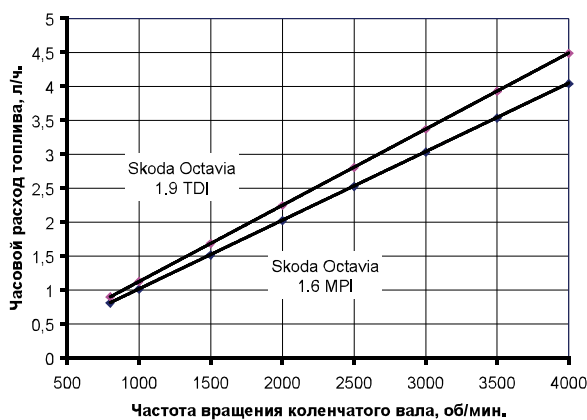


Рис. 3. Изменение часового расхода топлива для легкового автомобиля с дизельным и бензиновым двигателем

Рассчитаем нормативный расход топлива для автомобилей Skoda Octavia по методике

нормирования расхода топлива [2]. Для автомобиля Skoda Octavia с двигателем AVU рабочим объемом 1.6 л и мощностью 75 кВт установлена базовая норма расхода бензина – 7.5 л/100 км. Тогда на 5 км пути автомобиль будет расходовать: $7.5 \cdot 5/100 = 0.375 \text{ л}$. Следовательно, по методике [2] часовой расход топлива Skoda Octavia составит 0,375 л/ч. Автомобиль Skoda Octavia с дизельным двигателем AGR рабочим объемом 1.9 л и мощностью 66 кВт, для которого установлена базовая норма расхода бензина – 5.2 л/100 км, по методике [2] часовой расход топлива составит $5.2 \cdot 5/100 = 0.26 \text{ л/ч}$.

Полученный по методике [2] часовой расход топлива значительно ниже расчетных значений, полученных по формуле (13). Экспериментальные исследования показали расход топлива на холостом режиме для Skoda Octavia 1.6 MPI – 0.7...0.8 л/ч, а для Skoda Octavia 1.9 TDI – 0.6...0.7 л/ч. Эти данные соответствует нашим расчетам.

Произведем расчет расхода топлива для специализированного оборудования, установленного на шасси автомобиля КраЗ-6322. Для этого автомобиля приняты следующие показатели:

$$V_h = 14.86 \text{ л}, N_{e\max} = 243 \text{ кВт}, \rho_t = 0.84 \text{ г/см}^3,$$

$$A_\eta = 9 \cdot 10^{-4}, V_\eta = 1.0, A_\alpha = 3 \cdot 10^{-4}, B_\alpha = -0.06$$

, $C_\alpha = 5.0$, $L_0 = 0.495 \text{ кмоль/кг}$. После подстановки в формулу (12) часовой расход топлива для этого автомобиля можно рассчитать так:

$$G_t = \frac{864 \cdot n \cdot (N_e / 2700 + 1)}{N_e^2 - 486 \cdot N_e + 9.8 \cdot 10^4}. \quad (16)$$

На рис. 4 приведен график изменения часового расхода топлива для автомобиля КраЗ-6322 при различной частоте вращения коленчатого вала дизельного двигателя ЯМЗ-238.

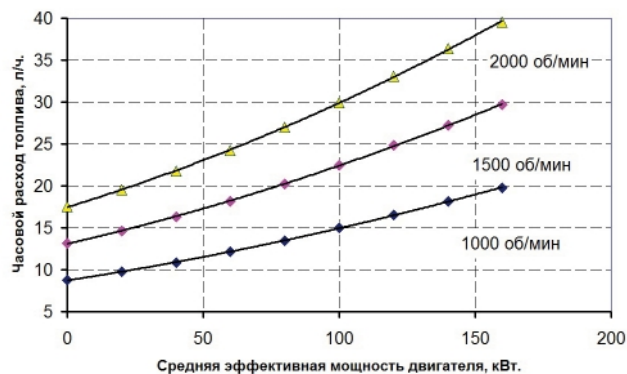


Рис. 4. Изменение часового расхода топлива для грузового автомобиля КраЗ-6322 с дизельным двигателем ЯМЗ-238

Если к автомобилю будет подключено специализированное оборудование, которое работает на частоте 1500 мин^{-1} и потребляет 25 кВт мощности, то часовой расход автомобиля КрАЗ-6322 составит:

$$G_t = \frac{864 \cdot 1500 \cdot (25 / 2700 + 1)}{25^2 - 486 \cdot 25 + 9.8 \cdot 10^4} = 15.05 \text{ л/ч.}$$

С увеличением средней эффективной мощности часовой расход топлива возрастает. Так, если при тех же оборотах мощность установки возрастет в четыре раза и составит 100 кВт, то часовой расход топлива увеличится в 1.5 раза и составит 22.5 л/ч.

Заключение

Действующая на Украине система нормирования расхода топлива не совершенна. Путем моделирования процессов функционирования системы с учетом конструктивных особенностей и условий эксплуатации можно расчетным путем определять нормативные значения расхода топлива конкретного автомобиля по его технико-эксплуатационным характеристикам.

Литература

1. Говорущенко, Н. Я. Системотехника транспорта (на примере автомобильного транспорта) [Текст] / Н. Я. Говорущенко, А. Н. Турченко. – Х.: РИО ХГАДТУ, 1998. – 474 с.
2. Про затвердження змін до Норм витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті [Електронний ресурс] / Наказ Міністерство Інфраструктури України № 36 від 24.01.2012 // Верховна Рада України - Режим доступу : [https://zakon.rada.gov](https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0036733-12#n2)

ua/rada/show/v0036733-12#n2. – 15.05.2019 р.

3. Распоряжение Минтранса России от 14.03.2008 г. № АМ-23-р [электронный ресурс] // Главбух. — Режим доступа: <http://www.glavbukh.ru/doc/2126>. – 15.05.2019 г.

4. Об установлении норм расхода топлива в области транспортной деятельности и признании утратившими силу некоторых нормативных правовых актов Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь [электронный ресурс] : Постановление Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, 6 января 2012 г. № 3 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. - Режим доступа: <http://www.pravo.by/main.aspx?guid=3871&p0=W21226157&p1=1> – 15.05.2019 г.

5. Приказ об утверждении Норм расхода топлива и смазочных материалов на автомобильном транспорте N 172 от 09.12.2005 [электронный ресурс] // Contabil Set. — Режим доступа: <http://www.contabilsef.md/libview.php?l=ru&idc=241&id=1347> – 15.05.2019 г.

6. Нормы расходов горюче-смазочных материалов и расходов на содержание автотранспорта [Электронный ресурс] // Пласт. — Режим доступа : <http://plast.com.kz/support/zakon/gsm.php> – 15.05.2019 г.

7. Двигуни внутрішнього згорання: у 6 томах [Текст] ; за ред. А. П. Марченка, А. Ф. Шеховцова – Х.: Видавн. центр НТУ «ХПІ», 2004.

8. Кривошапов С. И. Разработка методики и алгоритма общего диагностирования автомобилей по изменению коэффициента полезного действия [Текст] : дис канд. техн. наук: 05.22.10 / Кривошапов Сергей Иванович. – Х., ХГАДТУ, 1999. – 225 с.

Поступила в редакцию 19.07.2019

С.І. Кривошапов. Спрощена методика нормування годинної витрати палива транспортних автомобілів і спеціалізованих машин

Розглянуто недоліки діючої на Україні методики нормування витрат палива для рухомого складу автомобільного транспорту. Відзначено, що норма витрати палива за час прогріву і вимушених простоїв автомобіля з включеним двигуном на роботу спеціалізованого і автономного обладнання в Українському законодавстві визначається не досить коректно і точно. В роботі запропоновано математичну модель, за якою можна розрахувати годинну витрату палива для двигуна внутрішнього згорання, що працює на холостому режимі або з постійним навантаженням. Спрощення методики полягало в розрахунках коефіцієнтів наповнення циліндрів двигуна і надлишку повітря через апроксимацію поліномами першим та другим ступенем. У наведеній математичній моделі не досліджувалися зміна тиску і температури в циліндрах двигуна. Встановлено, що при роботі двигуна без навантаження годинна витрата палива збільшується пропорційно частоті обертання колінчастого вала і робочому об'єму двигуна. Наведено приклади розрахунку нормативних витрат палива на холостому режимі з включеним двигуном без навантаження для автомобіля Skoda Octavia 1.6 MPI з бензиновим і Skoda Octavia 2.0 TDI з дизельним двигуном. Отримано графічні залежності зміни годинної витрати палива від частоти обертання колінчастого вала для бензинового і дизельного автомобіля Skoda Octavia. Результати розрахунку, отримані з математичної моделі, було порівняно з нормативами за діючою методикою. Для автомобіля Skoda Octavia 1.6 MPI законодавство України рекомендує годинну ви-

трату в 0,375 л/год., тоді як фактичні витрати палива на режимі холостого ходу – 0.7... 0.8 л/год., а розрахункове значення – 0,808 л/год. Для Skoda Octavia 1.9 TDI законодавство рекомендує витрату 0,26 л/год, фактичні витрати – 0.6... 0.7 л/год., а за розрахунком – 0,763 л/год. Проведено розрахунок і отримано графічні залежності споживання палива при роботі спеціального обладнання на прикладі автомобіля КраЗ-6322. При роботі обладнання на частоті 1500 хв⁻¹ і споживанні потужності 25 кВт годинна витрата палива для КраЗ-6322 складе 15 л/год. Показано необхідність удосконалення законодавства нашої країни щодо обліку споживання матеріальних ресурсів. Запропоновано використовувати детерміновані методи визначення витрати палива на автомобільному транспорті.

Ключеві слова: паливна економічність; витрата палива; ККД; нормування; СРС; автомобілі.

S. I. Krivoshapov. Simplified technique for regulating hour expense of fuel for transport cars and specialized machines

The shortcomings of the current rationing method for fuel consumption in the rolling stock of road transport in Ukraine are considered. It is noted that the rate of fuel consumption during warm-up and forced downtime of a car with the engine turned on, the work of specialized and autonomous equipment in the Ukrainian legislation is determined not correctly and not accurately. The paper proposes a mathematical model by which it is possible to calculate the hourly fuel consumption for an internal combustion engine operating at idle mode or with a constant load. Simplification of the technique consisted in the calculation of the coefficients of filling the engine cylinders and the excess air through the approximation by polynomials of the first and second degree. In the above mathematical model, the pressure and temperature changes in the engine cylinders were not investigated. It is established that when the engine is running without load, the hourly fuel consumption increases in proportion to the rotational speed of the crankshaft and the engine displacement. Examples of calculating the standard fuel consumption at idle mode with the engine off without a load are given for a Skoda Octavia 1.6 MPI with a gasoline engine and a Skoda Octavia 2.0 TDI with a diesel engine. Graphic dependencies of the hourly fuel consumption change on the crankshaft rotation speed for the petrol and diesel Skoda Octavia were obtained. The calculation results obtained by the mathematical model were compared with the standards for the current method. For the Skoda Octavia 1.6 MPI car, Ukrainian legislation recommends an hourly consumption of 0.375 l/h, while the actual fuel consumption at idle mode is 0.70.8 l/h and the calculated value is 0.808 l/h. For Skoda Octavia 1.9 TDI, the law recommends a flow rate of 0.26 l/h, the actual flow rate is 0.60.7 l/h, and by calculation – 0.763 l/h. The calculation was carried out and graphical dependencies of fuel consumption were obtained when special equipment was operated using the example of the KrAZ-6322 car. When the equipment operates at a frequency of 1500 rpm and a power consumption of 25 kW, the fuel consumption per hour for the KrAZ-6322 is 15 l/h. The necessity of improving the legislation of our country in accounting for the consumption of material resources is shown. It is proposed to use deterministic methods for determining fuel consumption in road transport.

Key words: fuel economy, consumption of fuel, efficiency, standardization, specialized mobile machines, vehicles.

References

1. Govorushhenko, N. Ja., Turenko, A. N. Sistemotekhnika transporta (na primere avtomobil'nogo transporta) [Systems engineering of transport (for example, road transport)]. Khar'kov, RIO HGAD-TU, 1999. 474 p.
2. Pro zatverdzhennja zmin do Norm vytrat palyva i mastyl'nyh materialiv na avtomobil'nomu transporti. [On Approval of Changes to the Norms of Fuel and Lubricants Expenditures on Road Transport]. Nakaz Ministerstvo Infrastruktury Ukrainy No 36 vid 24.01.2012, Verhovna Rada Ukrainy. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0036733-12#n2> (accessed: 15.05.2019).
3. Rasporjazhenie Mintransa Rossii ot 14.03.2008 g. № AM-23-r [Order of the Ministry of Transport of Russia of March 14, 2008 No. AM-23-p]. Glavbuh. Available at: <http://www.glavbukh.ru/doc/2126> (accessed: 15.05.2019).
4. Ob ustanovlenii norm rashoda topliva v oblasti transportnoj dejatel'nosti i priznanii utrativshimi silu nekotoryh normativnyh pravovyh aktov Ministerstva transporta i kommunikacij Respubliki Belarus' [On the establishment of standards for fuel consumption in the field of transport activities and recognition of certain regulatory legal acts of the Ministry of Transport and Communications of the Republic of Belarus invalid]. Postanovlenie

Ministerstva transporta i komunikacii Respubliki Belarus', 6 janvarja 2012 g. No 3. Available at: <http://www.pravo.by/main.aspx?guid=3871&p0=W21226157&p1=1> (accessed: 15.05.2019).

5. Prikaz ob utverzhdenii Norm rashoda topliva i smazochnyh materialov na avtomobil'nom transporte N 172 ot 09.12.2005 [Order approving the consumption rates of fuel and lubricants for road transport N 172 dated 09.12.2005]. Contabil Set – Available at: <http://www.contabilsef.md/libview.php?l=ru&idc=241&id=1347> (accessed: 15.05.2019).

6. Normy rashodov gorjuče-smazochnyh materialov i rashodov na sodержanie avtotransporta [Consumption rates of fuel and lubricants and the

cost of maintenance of vehicles], Plast. - Available at: <http://plast.com.kz/support/zakon/gsm.php> (accessed: 15.05.2019).

7. Marchenka, A. P., Shehovcova, A. F. (red.) Dvyguny vnutrishn'ogo zgorjannja [Internal combustion engines]. Kharkiv, Vydavn. centr NTU "HPI", 2004.

8. Krivoschapov, S. I. Razrabotka metodiki i algoritma obshhego diagnostirovanija avtomobilej po izmeneniju koeficienta poleznogo dejstvija [Development of methods and algorithms for general diagnosis of vehicles for changing the efficiency PhD diss.]. Khar'kov, HGADTU, 1999. 225 p.