

УДК 629.113

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЧАСОВОГО РАСХОДА ТОПЛИВА ДЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

Кривошапов С.И., канд. техн. наук, доцент

(Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет)

Рассмотрены действующая на транспорте методика нормирования горюче-смазочных материалов. Проанализированы подходы к методике оценки часового расхода топлива. Приведена математическая модель расчета расхода топлива машин на режиме работы без движения. Даны рекомендации по применению аналитических зависимостей в методике нормирования расхода топлива на транспорте.

Введение. Эффективная эксплуатация на транспорте невозможна без оценки всего комплекса затрат, связанных с приобретением, эксплуатацией и поддержанием в работоспособном состоянии, хранением и утилизацией транспортных средств. Значительные издержки приходятся на период эксплуатации машин, половина из которых приходится на горюче-смазочные материалы. При планировании и контроле потребления топлива на транспорте необходимо иметь представления о величине ожидаемого расходования топлива на различных режимах работы машины, включая режим работы автомобиля без движения.

Анализ публикаций. На Украине в 1998 году Министерством транспорта был принят приказ № 43 [1], который с изменениями и дополнениями, последние из которых были внесены в 2012 году, действует в настоящее время. Этот приказ устанавливает базовую норму расхода топлива в л/100 км, и дополнительную норму на транспортную работу в л/100 ткм. Норма часового расхода топлива в л/ч определены не для всего транспортного средства, а только на работу установленного спецоборудования и автономного обогревателя. Причем численные значения этих норм указаны в этом документе для ограниченного количества моделей и модификаций автомобилей. Перейти от путевого расхода топлива в л/100 км к часовому расходу в л/ч крайне сложно, поскольку нет однозначного определения скоростного и нагруженного режима, при котором были получены эти значения.

Существуют другие методы определения расхода топлива. Наиболее прогрессивная - методика проф. Говорущенко Н.Я. [2], которая позволяет на основании технических данных автомобиля аналитическим путем получить базовую и дополнительную нормы расхода топлива. Однако, в этой методике в качестве параметра используется скорость автомобиля, а для неподвижного

автомобиля, когда скорость равна нулю, путевой расход топлива в л/100 км не определен (равен бесконечности), в то время как часовой расход топлива в л/ч определен на всем скоростном диапазоне.

Цель и постановка задачи. Целью данных исследований является проанализировать разработать методику аналитического определения часового расхода топлива, которую можно рекомендовать для нормирования ГСМ на транспорте.

Материалы и результаты исследования. Исходным уравнением для расчета путевого расхода топлива по методике [2] является следующее выражение:

$$Q = \frac{1}{\eta_i} [A \cdot i_k + B \cdot i_k^2 \cdot V_a + C \cdot (G_a \cdot \psi + 0.077 \cdot kF \cdot V_a^2)], \quad (1)$$

где η_i - индикаторный КПД двигателя; G_a - вес автомобиля, Н; ψ - суммарное дорожное сопротивление; V_a - скорость движения автомобиля, км/ч; i_k - среднее передаточное число коробки передач; kF - фактор обтекаемости, $\text{Н} \cdot \text{с}^2 \cdot \text{м}^{-2}$; A , B и C - постоянные коэффициенты, зависящие от конструкции машины.

Коэффициенты A , B и C , входящие в формулу (1), определяются так

$$A = \frac{7.95 \cdot a_m \cdot V_h \cdot i_0}{H_n \cdot \rho_m \cdot r_k}, \quad B = \frac{0.69 \cdot b_m \cdot V_h \cdot S_n \cdot i_0^2}{H_n \cdot \rho_m \cdot r_k^2}, \quad C = \frac{100}{H_n \cdot \rho_m \cdot \eta_{mp}}, \quad (2)$$

где a_m и b_m - коэффициенты механических потерь в двигателе; V_h - рабочий объем цилиндров двигателя, л; S_n - ход поршня, м; i_0 - передаточное число главной передачи; H_n - низшая теплота сгорания топлива, кДж/кг; ρ_m - плотность топлива, г/см³; r_k - динамический радиус колеса, м; η_{mp} - КПД трансмиссии.

Переход от путевого расхода в л/100 км к часовому в л/ч можно произвести по формуле

$$G = 0.01 \cdot Q \cdot V_a \quad \text{л/ч.} \quad (3)$$

После подстановки формулы (3) в выражение (1) получим выражение часового расхода топлива в л/ч:

$$G = \frac{0.01}{\eta_i} [A \cdot i_k \cdot V_a + B \cdot i_k^2 \cdot V_a^2 + C \cdot (G_a \cdot \psi \cdot V_a + 0.077 \cdot kF \cdot V_a^3)], \quad (4)$$

В формуле (4) присутствует скорость автомобиля, следовательно, нет возможности рассчитать часовой расход топлива для неподвижного автомобиля с работающим двигателем, поскольку при $V_a = 0$, также $G = 0$. Поэтому необходимо произвести некоторое преобразование.

Коэффициент суммарного дорожного сопротивления и средневзвешенное передаточное число коробки передач изменяется обратно пропорционально средней технической скорости, т.е.

$$\psi = \frac{0.01 \cdot V_{\max}}{V_a}, \quad i_k = \frac{K_c \cdot V_{\max} \cdot i_{kn}}{V_a}, \quad (5)$$

где V_{\max} - максимальная скорость, км/ч; K_c - скоростной коэффициент, i_{kn} - передаточное число повышенной передачи коробки передач.

Тогда, с учетом зависимостей (5) формула (4) примет следующий вид:

$$G = \frac{0.01}{\eta_i} \left[A \cdot K_c \cdot V_{\max} \cdot i_{kn} + B \cdot (K_c \cdot V_{\max} \cdot i_{kn})^2 + C \cdot (G_a \cdot 0.01 \cdot V_{\max} + 0.077 \cdot kF \cdot V_a^3) \right], \quad (6)$$

Если принять следующее обозначения:

$$K_1 = \frac{0.01 \cdot (A \cdot K_c \cdot V_{\max} \cdot i_{kn} + B \cdot K_c^2 \cdot V_{\max}^2 \cdot i_{kn}^2 + C \cdot G_a \cdot 0.01 \cdot V_{\max})}{\eta_i}; \quad (7)$$

$$K_2 = \frac{0.00077 \cdot C \cdot kF}{\eta_i}, \quad (8)$$

то часовой расход л/ч топлива можно рассчитать по следующей зависимости

$$G = K_1 + K_2 \cdot V_a^3, \quad (9)$$

Из формулы (9) следует, что часовой расход топлива для неподвижного автомобиля при $V_a = 0$ км/ч, но с работающим двигателем

$$G = K_1. \quad (10)$$

Рассчитаем часовой расход топлива на примере автомобиля КамАЗ-53105.

Для этого транспортного средства можно принять следующие исходные данные: $\eta_i = 0.5$; $G_a = 8 \cdot 10^4$ Н; $kF = 7,2$ Н·с²/м²; $a_m = 48$ кПа; $b_m = 16$ кПа·с/м; $V_h = 10.85$ л; $S_n = 0,13$ м; $i_0 = 6.53$; $H_n = 43000$ кДж/кг; $\rho_m = 0.84$ г/см³; $r_k = 0,5$ м; $\eta_{mp} = 0,85$; $K_c = 0.65$; $V_{\max} = 80$ км/ч; $i_{kn} = 1$. Тогда значения коэффициентов (2) равны: $A = 7.95 \cdot 48 \cdot 10.85 \cdot 6.53 / (43000 \cdot 0.84 \cdot 0.5) = 1.5$, $B = 0.69 \cdot 16 \cdot 10.85 \cdot 0.13 \cdot 6.53^2 / (43000 \cdot 0.84 \cdot 0.5^2) = 0.074$, $C = 100 / (43000 \cdot 0.83 \cdot 0.85) = 0.0033$, а коэффициентов (7) и (8) равны: $K_1 = 0.01 \cdot (1.5 \cdot 0.65 \cdot 80 \cdot 1 + 0.075 \cdot 0.65^2 \cdot 80^2 \cdot 1^2 + 0.0033 \cdot 8 \cdot 10^4 \cdot 0.01 \cdot 80) / 0.5 = 9.84$; $K_2 = 0.00077 \cdot 0.0033 \cdot 7.2 / 0.5 = 3.7 \cdot 10^{-5}$.

Тогда для автомобиля КамАЗ-53105 формула часового расхода топлива (9) можно записать следующим образом:

$$G = 9.84 + 3.7 \cdot 10^{-5} \cdot V_a^3. \quad (11)$$

На рис. 1 представлен графический вид зависимости часового расхода топлива автомобиля КамАЗ-53105 в снаряженном состоянии от скорости движения.

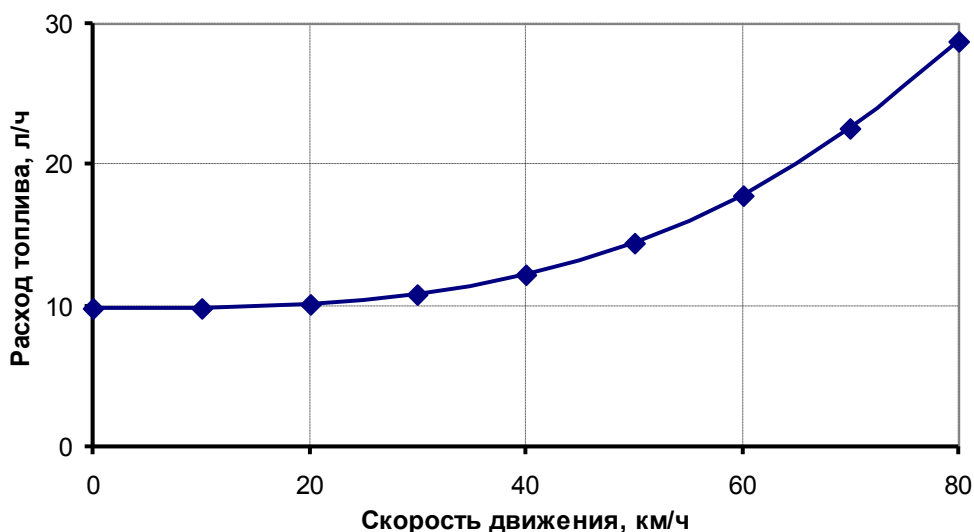


Рис. 1. Изменение часового расхода топлива от скорости движения

Расчеты показывают минимальное значение часового расхода топлива для автомобиля КамАЗ-53105 около 10 л/ч на режиме холостого хода. Из графика видно, что до 20 км/ч часовой расход топлива практически не зависит от скорости движения автомобиля. На таком режиме часовой расход топлива можно рассчитывать по упрощенной формуле (10). При дальнейшем увеличении скорости автомобиля часовой расход топлива возрастает до 3 раз, достигая максимального значения при максимальной скорости автомобиля. На этом режиме рекомендуется использовать формулу (9).

Выводы. Полученные аналитические зависимости расчета часового расхода топлива в л/ч могут быть использованы для нормирования ГСМ при прогреве и простоя автомобиля с включенным двигателем, движении с пониженными скоростями в сложных дорожных и транспортных условиях, использование энергии двигателя для привода специализированного оборудования и т.п. Применение линейной нормы расхода топлива в л/100 км при этих условиях невозможно.

Список литературы

1. Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті [Электронный ресурс] // Бухучет в Украине : Профессиональная сеть бухгалтеров. — Режим доступа : <http://www.buhoblik.org.ua/uchet/uchet-tovarov-i-materialov/888-normy-rasxoda-topliva.html>.

2. Говорущенко Н.Я. Системотехника транспорта. / Н.Я. Говорущенко, А.Н. Туренко. - Изд. 2-е, перераб. и подолн. – Харьков: РИО ХГАДТУ, 1999. – 468 с.

Анотація

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ЧАСОВОГО ВИТРАТИ ПАЛИВА ДЛЯ ТРАНСПОРТНИХ МАШИН

Кривошапов С.І..

Розглянуто діючу на транспорті методика нормування паливно-мастильних матеріалів. Проаналізовано підходи до методики оцінки годинної витрати палива. Наведено математичну модель розрахунку витрати палива машин на режимі роботи без руху. Дано рекомендації щодо застосування аналітичних залежностей в методиці нормування витрат палива на транспорті.

Abstract

THE METHOD OF COMPUTING TIME FUEL CONSUMPTION FOR VEHICLES MACHINES

Krivoshapov S. I..

It was considered acting methodology rationing fuel and lubricant on transport. Analyzed approaches to assess the procedure of calculation of fuel consumption in time. A mathematical model for calculating of fuel consumption machines on the mode of operation without moving. Recommendations were developed for use in the methods of analytical dependences of rationing fuel in transport.