

С.И.Кривошапов
НОРМИРОВАНИЕ РАСХОДА ТОПЛИВА НА ТРАНСПОРТЕ

Розглянуто переваги та недоліки діючої методики нормування палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті. Запропоновано шляхи вдосконалення нормативної бази за рахунок більш повного врахування конструктивних особливостей автомобілів, а також умов їх експлуатації.

Ключевые слова: *расход топлива, базовая норма расхода топлива, горюче-смазочные материалы, условия эксплуатации, нормирование.*

Рис 3. Табл 1. Лит 12

Рассмотрены достоинства и недостатки действующей методики нормирования топлива и смазочных материалов на автомобильном транспорте. Предложены пути совершенствования нормативной базы за счет более полного учета конструктивных особенностей автомобилей, а также условий их эксплуатации.

The advantages and disadvantages of the existing methods of rationing of fuel and lubricants for motor vehicles. Determined path improving the regulatory framework. A mathematical model for the analytical determination of the basic and additional of fuel consumption standards for vehicles. The method allows to take into account the designing and operating facilities machines. This allows you to evaluate the effectiveness of automotive fuel and facilitate valuation of fuel and lubricants for transport.

Постановка проблеми. Автомобільний транспорт займає ведуче місце в транспортній системі України. По станію на январь-март 2014 года на долю автомобильного транспорта приходится перевозка 45.1 млн.т груза, что составляет 25 % от общего объема перевозок грузов по Украине, а грузооборот составил 9159.3 млн.т·км [1]. Более 51 % пассажиров перевозится автомобильным транспортом. В структуре пассажирооборота автомобильный транспорт занимает первое место с показателем 11367.7 млн.т·км [1].

Автомобільний транспорт являється основним потребителем енергетических ресурсов. По станію на 2012 год, более 97 % нефтепродуктов потребляется подвижным составом автотранспорта, а общее потребление энергоресурса в пересчете на нефтяной эквивалент составит 8438 тыс.т, это 74 % от общего потребления энергии всеми видами транспорта [1]. На Украине в структуре себестоимости перевозочного процесса 50...60 % затрат приходится на расход горюче-смазочных материалов [2], в то время как в РФ – около 40 %, а в странах ЕС этот показатель составляет 20...25 % [3]. Поэтому крайне необходимо в нашей стране рационально использовать энергетический ресурс, так необходимый транспортным средствам в процессе их эксплуатации.

Расход топлива является обобщающим показателем совершенства конструкции автомобиля, сложности условий эксплуатации машины, уровнем квалификации водителей, индикатором общего технического состояния всех узлов и систем. Можно выделить много путей экономии топлива на транспорте, но без эффективной государственной политики, направленной на строгий учет и экономию топлива на основе сбалансированной нормативно-правовой системы, не обойтись. Необходимо, чтобы нормативная база по оценке эксплуатационного расхода топлива была максимально гибкой и учитывала конструктивные и эксплуатационные особенности транспортных средств.

Анализ последних исследований и публикаций. На Украине нормирование эксплуатационного расхода топлива осуществляется на основе приказа Министерства транспорта Украины № 43 от 10 февраля 1998 года [4]. В 2012 году приказом Министерства инфраструктуры Украины № 36 от 24.01.2012 были внесены последние изменения в этот нормативный документ. В других странах бывшего Советского Союза (СНГ) действуют схожие нормативные акты учета и нормирования расхода топлива: Российской Федерации [5], Республики Беларусь [6], Молдавии [7], Казахстане [8] и др. Во всех законодательных актах заложены единый принцип построения, которым закреплены численные значения базовой нормы расхода топлива, а условия эксплуатации учитываются посредством корректирующих коэффициентов.

Нерешенные ранее части общей проблемы. Однако, далеко не для всех марок транспортных средств определены численные значения норм расхода топлива. Если базовая норма расхода топлива не определена нормативом, то рассчитывать путевой расход топлива невозможно. Кроме того, действующие нормы расхода топлива не всегда правильно учитывают нагрузочные и скоростные режимы работы транспортных машин и разнообразия условий их эксплуатации.

Целью исследования является критично проанализировать недостатки действующей

системы нормирования расхода топлива на автомобильном транспорте и предложить пути совершенствования системы учета горюче-смазочных материалов транспортных средств автомобильного транспорта.

Основные результаты исследования.

Анализ методики нормирования расхода топлива, действующей в настоящее время на Украине [4], показал ряд замечаний и недостатков.

В приказе Минтранса Украины определены численные значения базовой нормы расхода топлива. Однако далеко не все марки и модели представлены в этом списке.

Рассмотрим модельный ряд на примере легковых автомобилей Германии. Основные производители легковых автомобилей этой страны, такие как Audi, BMW, Mercedes-Benz, Opel, Volkswagen, конечно представлены в списке норм расхода топлива. Но более мелкие производители, такие как: Alpina, Apal, Artega, CityEl, Gumpert, e-Wolf GmbH, Isdera, Jetcar, Keinath, Lotec, Maybach, Melkus, Pegasus, Porsche, Ruf Automobile, Smart, Wiesmann, Yes!, совсем отсутствуют в нормативной базе. Даже для крупных производителей автомобилей Германии не представлен весь модельный ряд. Так, с 2000 года на Европейский рынок фирмой Audi производилось 54 моделей и модификаций легковых автомобилей, в то время как в нормах расхода топлива [4] можно найти значения только для 9 модификаций автомобилей, затрагивающих ряд из 5 основных серии: 80, 100, A4, A6 и A8. Такие серии автомобилей Audi, как A1 и A2 (супермини), A3 и S3 (малый семейный автомобиль), S2 и S4 (престижный автомобиль), S6 (бизнес) и TT (родстер и купе), A5 и S5 (среднеразмерный кабриолет), RS3, RS4, RS5, RS6, RS7 (спортивные автомобили), R8 (суперкар), Q3, Q5, Q7 (кроссоверы), в нормах расхода топлива Украины не зачатся.

Многие страны производителей автомобилей совсем (например, Австрия, Аргентина, Ангола, Бангладеш, Бельгия, Бразилия и др.) отсутствуют в нормативной базе расхода топлива. Из 18 заводов-производителей Италии установлены нормы расхода топлива только для 4 моделей автомобилей из двух марок: Fiat и AlfaRomeo. В приказе по нормированию расхода топлива отсутствуют целые «семейства» автомобилей ВАЗ: Лада Калина, Лада Приора, Лада Ларгус. Даже для Украинского производителя автомобилей – ЗАЗ, для таких моделей как ZAZ Forza, ZAZ Vida, ZAZ A10 I-VAN, не установлены численные значения базовой нормы расхода топлива.

Можно воспользоваться нормативной базой других стран [5 - 7]. Наиболее полный список базовых норм расхода топлива приведены в Республики Беларусь [6]. Однако эти нормативы не имеют законодательной силы на территории Украины. Не понятно, почему расход топлива для одной и той же марки автомобиля в разных странах имеет различное значение. Например, автомобиль ГАЗ-32213 «Газель» с двигателем УМЗ-4215С в нормах Украины имеет значение базовой нормы 15,5 л/100 км [4], в Российской Федерации - 17,6 л/100 км [5], в Республике Беларусь - 16,2 л/100 км [6], в Казахстане и Молдавии - 17,9 л/100 км [7, 8]. Разброс норм в разных странах составляет 15 %.

Анализируя нормативные значения базовых норм расхода топлива, действующих на Украине, можно заметить не объяснимые обстоятельства. Автомобиль с двигателем имеющий большую мощность и рабочий объем, тем не менее, имеет меньший расход топлива. Например, в табл. А 2.3 [4] Volkswagen Passat со снаряженной массой 1155 кг, рабочим объемом двигателя 1.781 л и мощностью 79 кВт имеет расход – 9.2 л/100 км, а автомобиль Volkswagen Passat со снаряженной массой 1424 кг, рабочим объемом двигателя 1.984 л и мощностью 85 кВт имеет расход – 9.0 л/100 км.

Замечено, что для автомобилей с высокой максимальной частотой вращения клеенчатого вала двигателя в нормах установлены заниженные значения базового расхода топлива. Например, Toyota Camry с рабочим объемом двигателя 2.995 л и мощностью 135 кВт имеет расход по норме – 12.0 л/100 км. При движении автомобиля в городе, например Киеве, расход топлива увеличивается на 15 % [4], и для этого автомобиля составит 13.8 л/100 км. Тогда как завод-изготовитель установил контрольный расход в городском цикле для данного автомобиля равным 15.7 л/100 км [9]. Отклонение составляет – 13 %. При этом известно, что значения расхода топлива, предоставляемые заводами-изготовителями, сильно занижаются.

Автомобили, имеющие одинаковое название, могут комплектоваться различными двигателями, коробками передач и задними мостами. При этом расход топлива таких модификаций будет сильно отличаться. В Украинских нормах зачастую не приведены различия в компоновки транспортного средства. Например, для автомобиля MAN 19.403 в нормативах [4] приведены значения для двух модификаций, отличающихся только характеристиками двигателя.

Тогда как этот автомобиль может комплектоваться ведущими мостами с рядом из 7 значений передаточных чисел главной передачи. При этом изменяется и максимальная скорость автомобиля. Естественно, что расход топлива будет от этого отличаться.

Изменение принципа формирования базовой нормы расхода топлива, в основу которого положен расчетный метод, позволяет определять значения расхода топлива с учетом конструктивных особенностей транспортного средства. Такой детерминированный метод был заложен профессором Говорушенко Николаем Яковлевичем [10], который предложил значения базовой нормы расхода топлива определять по математической модели.

Упрощенно, эксплуатационный расход топлива в л/100 км можно рассчитать по следующему выражению:

$$H = \frac{1}{\eta_i} \left[\frac{(K_c \cdot i_{kn} \cdot (A + B \cdot K_c \cdot V_{max} \cdot i_{kn}) + 0.01 \cdot C \cdot G_a) \cdot V_{max}}{V_a} + C \cdot 0.077 \cdot k \cdot \alpha_t \cdot B_a \cdot H_a \cdot V_a^2 \right], \quad (1)$$

где η_i – индикаторный КПД двигателя; А, В, С – коэффициенты конструкции автомобиля и качества топлив; K_c – скоростной коэффициент; V_{max} – максимальная скорость автомобиля, км/ч; i_{kn} – передаточное число повышенной передачи; G_a – вес автомобиля в нормированном состоянии, Н; V_a – скорость движения автомобиля, км/ч; k – коэффициент сопротивления воздуха, Н·с²·м⁻⁴; α_t – коэффициент заполнения лобовой площади; B_a и H_a – соответственно, ширина и высота автомобиля, м.

Коэффициенты А, В и С, зависящие от конструктивных параметров автомобиля и качества топлива, рассчитываются по следующим формулам

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

где a_m и b_m – коэффициенты механических потерь в двигателе; k_n – коэффициент наддува; V_h – рабочий объем цилиндров двигателя, л; 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; S_n – ход поршня, м; η_{mp} – КПД трансмиссии.

Для примера произведем расчет нормы эксплуатационного расхода топлива автомобиля ГАЗ-32213 «Газель» с двигателем УМЗ-4215С. Правда в настоящее время данный автомобиль комплектуется более современными двигателями УМЗ-4216 или УМЗ-42164, но в нормах расхода топлива Украины [4] такие двигатели не значатся. Следовательно, для этих двигателей не будет возможности произвести сравнительный анализ.

Численные значения коэффициентов А, В и С для автомобиля ГАЗ-32213 «Газель» с двигателем УМЗ-4215С будут следующими:

$$A = \frac{7.95 \cdot 45 \cdot 1 \cdot 2.89 \cdot 4.556}{44000 \cdot 0.76 \cdot 0.32} = 0,44;$$

$$B = \frac{0.69 \cdot 13 \cdot 1 \cdot 2.89 \cdot 0.092 \cdot 4.556^2}{44000 \cdot 0.76 \cdot 0.32^2} = 0,0145;$$

$$C = \frac{100}{44000 \cdot 0.76 \cdot 0.92} = 0,00325.$$

Тогда расчетное значение эксплуатационного расхода топлива:

$$H = \frac{1}{0.28} \cdot \left[\frac{(0.625 \cdot 0.849 \cdot (0.44 + 0.0145 \cdot 0.625 \cdot 115 \cdot 0.849) + 0.01 \cdot 0.00325 \cdot G_a) \cdot 115}{V_a} + 0.00325 \cdot 0.077 \cdot 0.41 \cdot 0.97 \cdot 2.075 \cdot 2.2 \cdot V_a^2 \right].$$

После преобразования получим общую формулу расхода топлива для автомобиля ГАЗ-32213 «Газель» с двигателем УМЗ-4215С

$$H = \frac{288.7 + 0.0133 \cdot G_a}{V_a} + 0.00162 \cdot V_a^2. \quad (3)$$

Если в формулу (3) подставить значение веса автомобиля G_a , как среднеарифметическое

значение полной и снаряженной массы, а скорость автомобиля V_a соответствует средней скорости при движении по второй категории дорог, тогда

$$H_a = \frac{288.7 + 0.0133 \cdot 291357}{50} + 0.00162 \cdot 50^2 = 17.6092 \text{ л/100 км.}$$

Полученное значение базовой нормы расхода топлива хорошо корригируются с данными норм РФ [5]. Ошибка не превышает 0.06 %. Однако, полученное значение расхода топлива расходятся с нормативами Украины [4] на 12 %. Это указывает на заниженную базовую норму расхода топлива, которая установлена для Украинских предприятий.

В приказе Минтранса Украины базовая норма расхода топлива для разных типов автомобилей нормируется при различной степени загрузки. Так, для бортовых грузовых автомобилей, базовая норма установлена на снаряженную массу транспортного средства, для легковых автомобилей, автобусов до 3.5 тонн и самосвалов – с учетом половины загрузки; для автобусов с полной массой более 3.5 тонны – при полной массе. Только для бортовых автомобилей вес перевозимого груза учитывается нормой расхода топлива на транспортную работу.

Нормы расхода топлива на транспортную работу имеет фиксированное значение в зависимости от вида топлива. При движении за пределами города по дорогам 1-4 категории значение нормы на транспортную работу снижают на 30 %.

Норма на транспортную работу можно определить расчетным путем по формуле:

$$H_w = \frac{100 \cdot C \cdot V_{max}}{\eta_i \cdot V_a} . \quad (4)$$

Применительно к автомобилю ГАЗ-32213 «Газель» с двигателем УМЗ-4215С, формула (4) примет следующий вид (в л/100 т·км):

$$H_w = \frac{133.5}{V_a} . \quad (5)$$

При скорости 50 км/ч для автомобиля ГАЗ-32213 «Газель» с двигателем УМЗ-4215С норма на транспортную работу будет составлять $H_w = \frac{133.5}{50} = 2.27 \text{ л/100 т·км}$. В законодательстве Украины [4] установлено значение этой нормы для данного автомобиля равного 2.0 л/100 т·км.

В соответствии с Украинским законодательством для легковых автомобилей и автобусов не предусмотрено изменение расхода топлива в зависимости от фактической загрузки транспортного средства. Масса автомобиля ГАЗ-32213 «Газель» с двигателем УМЗ-4215С может изменяться в пределах от 2440 кг (снаряженная масса) до 3500 кг (полная масса). Определим по формуле (3) как изменится расход топлива автомобиля при скорости 50 км/ч в зависимости от степени его загрузки

$$H = \frac{288.7 + 0.0133 \cdot 23936}{50} + 0.00162 \cdot 50^2 = 16.2 \text{ л/100 км;}$$

$$H = \frac{288.7 + 0.0133 \cdot 34335}{50} + 0.00162 \cdot 50^2 = 19.0 \text{ л/100 км.}$$

Максимальное отклонение расхода топлива порожнего и груженого автомобиля составило 2.8 л/100 км. Поскольку в соответствии с [4] базовая норма расхода топлива автомобиля ГАЗ-32213 «Газель» с двигателем УМЗ-4215С устанавливается на половину загрузки, то реальное относительное отклонение от степени загрузки может составлять $\pm 8 \%$, а это никак не учитывается Украинским законодательством.

На рис 1. приведены графики изменения основной нормы и нормы расхода топлива на транспортную операцию в зависимости от скоростного и нагрузочного режимов работы автомобиля ГАЗ-32213 «Газель» с двигателем УМЗ-4215С. Поскольку H_w с уменьшением скорости возрастает, то влияние степени загрузки транспортного средства на расход топлива будет более ощутима на малых скоростях.

Нормативные значения нормы расхода топлива устанавливаются для средних условий эксплуатации. Однако по формулам (1) и (4) можно определять нормы расхода топлива с учетом реальных условий эксплуатации. В Положении о техническом обслуживании и ремонте

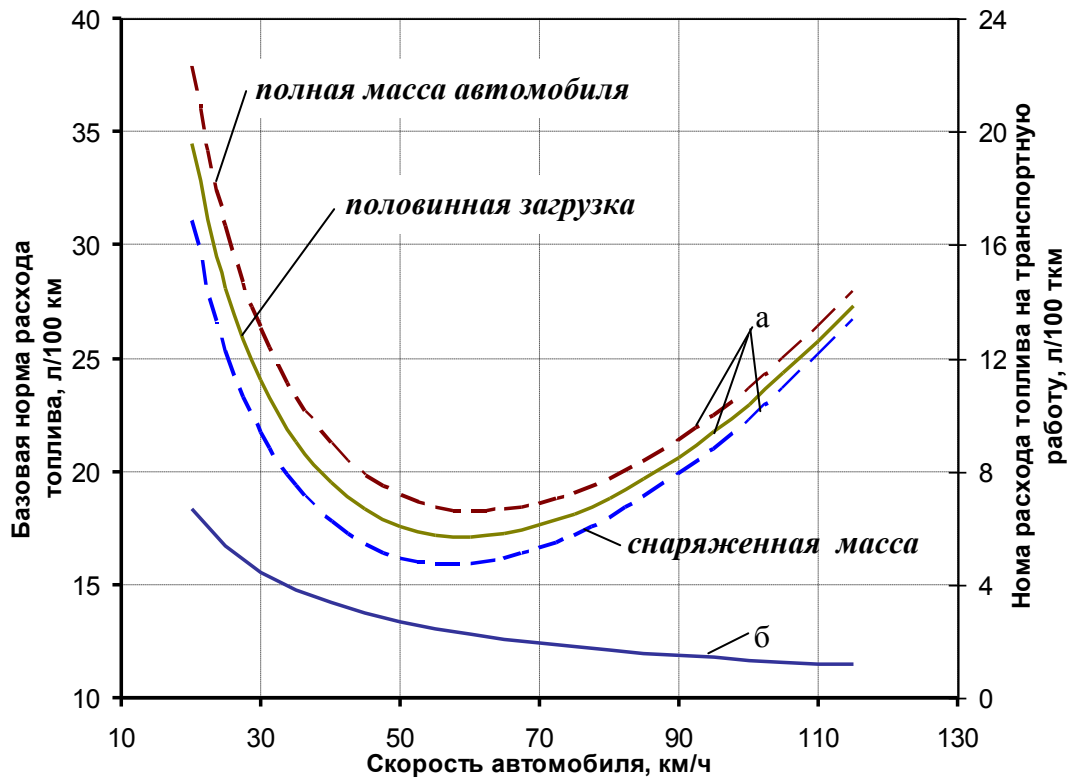


Рис. 1. Графік зміни базової норми витрати палива (а) та норми витрати палива на транспортну роботу (б) автомобіля ГАЗ-32213 «Газель» з двигателем УМЗ-4215С

автотранспортних засобів [12] умови експлуатації розбиті на 5 категорій. Основним класифікаційним ознакою виступає середня технічна швидкість, значення якої можна визначити вимірними засобами або приблизно розрахувати за формулою

$$V_a = k_v \cdot (0.6 \dots 0.7) \cdot V_{max}, \quad (6)$$

де k_v - коефіцієнт зміни середньої технічної швидкості в залежності від категорій умов експлуатації.

Для кожної категорії доріг можна розрахувати середню технічну швидкість, значення витрати палива на снаряжену масу та норму витрати палива на транспортну роботу (одну тону зміни маси автомобіля). В табл. 1 наведено розрахунок цих показників для автомобіля ГАЗ-32213 «Газель» з двигателем УМЗ-4215С.

Таблиця 1

Основна та додаткова норми витрати палива автомобіля ГАЗ-32213 «Газель» з двигателем УМЗ-4215С в залежності від категорій умов експлуатації

Категорія УЕ	k_v	V_a , км/ч	H_a , л/100 км	H_w , л/100 т·км
1	1.0	70	17,51	1,93
2	0.80	55	17,19	2,42
3	0.62	43	18,77	3,12
4	0.52	36	20,93	3,72
5	0.45	31	23,34	4,30

Зміна витрати палива транспортних засобів в залежності від умов експлуатації враховується шляхом коректування витрати палива поправочними коефіцієнтами. В законодавчій базі України передбачено 15 умов, коли витрати палива збільшуються, і 3 умови, коли витрати зменшуються [4].

В наказі Міністерства транспорту всі надбавки застосовуються при досягненні певних умов, т.е. при настанні певної події. На межі переходу умов надбавка змінюється стрибком. Однак дорожні та транспортні умови експлуатації змінюються неперервно і їх вплив на витрати палива також неперервний. Необхідно відмовитися від діапазонних значень

корректирующих коэффициентов, которые введены в методику нормирования расхода топлива, а перейти на функциональные зависимости. Это позволит повысить точность нормирования расхода топлива, особенно на границе действия той или иной надбавки.

Расход топлива зависимости атмосферно-климатических условий, в которых движется автомобиля, в частности от температуры и давления воздуха. На рис 2. представлена схема изменения корригирующих коэффициентов, предусмотренных Украинским законодательством [4].

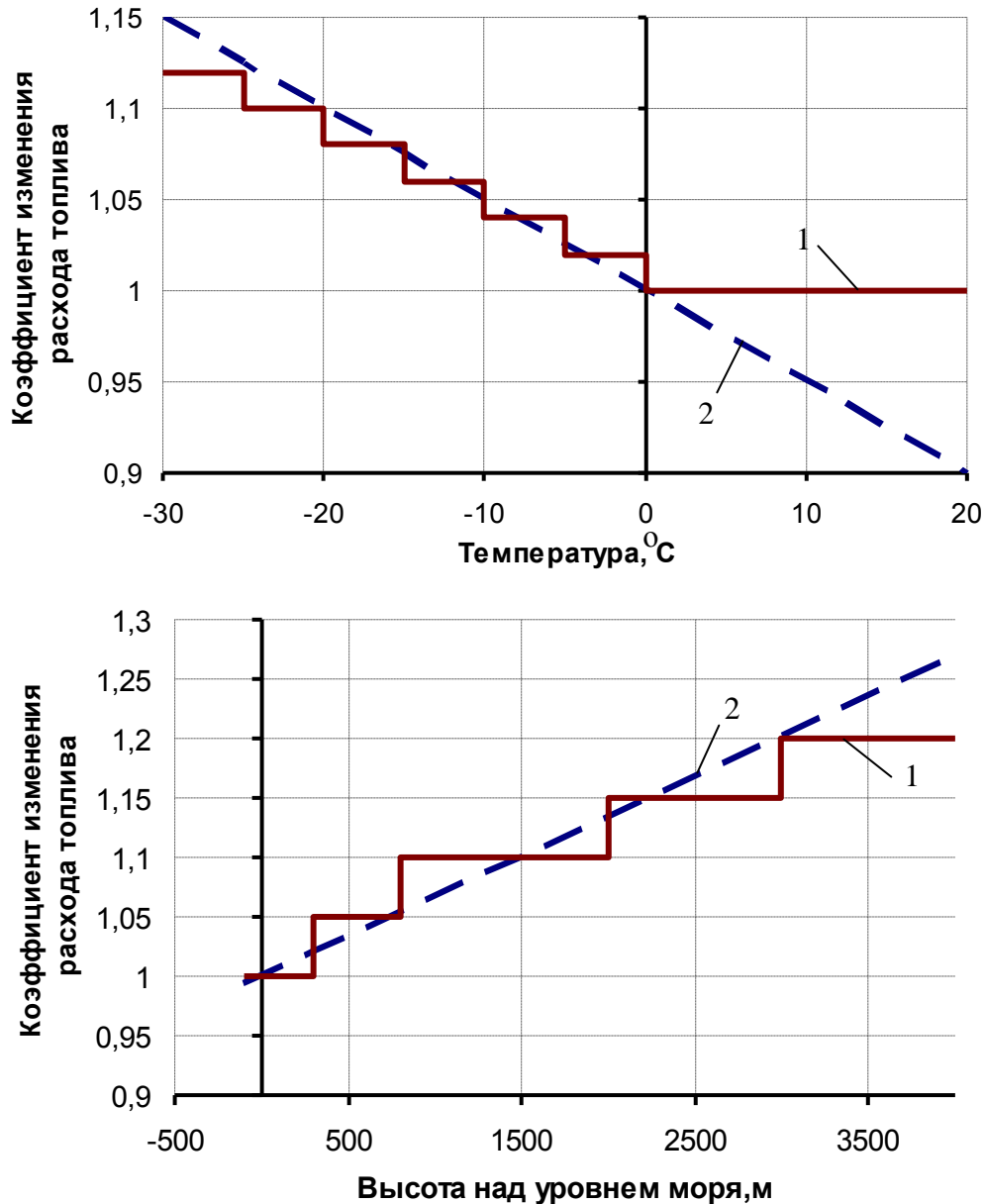


Рис. 2. Изменение расхода топлива в зависимости от атмосферно-климатических условий по методике Минтранса Украины (1) и полученной по математической модели (2)

Более эффективно влияние состояния воздуха на расход топлива заменить непрерывными зависимостями:

$$K_t = 1 - 0.5 \cdot 10^{-2} \cdot t, \quad K_h = 1 + 0.067 \cdot 10^{-3} \cdot h, \quad (7)$$

где t - температура воздуха, °C; h - высота дороги над уровнем моря, м.

Как видно из формул (7) и графика (см. рис. 2) исключены перепады расхода, которые присутствует в Министерской методике нормирования топлива. Кроме того, учет влияния атмосферы на расход топлива не ограничено только отрицательной температурой и высотой дороги выше уровня моря.

Расход топлива в л/100 км очень чувствителен к изменению скорости движения автомобиля.

Особенно это заметно при движении с малыми или с большими скоростями. В приказе Минтранса Украины предусмотрено повышение расхода топлива на 10 % при движении со скоростью менее 20 км/ч [4]. Однако это явно недостаточно.

Подставим в формулу (3) значение скорости 20 км/ч, тогда

$$H_a = \frac{288.7 + 0.0133 \cdot 291357}{20} + 0.00162 \cdot 20^2 = 34.5 \text{ л/100 км.}$$

Это означает что расход топлива автомобиля ГАЗ-32213 «Газель» с двигателем УМЗ-4215С при движении со скоростью 20 км/ч возрастет, по сравнению с расходом топлива при скорости 50 км/ч, чуть менее чем в два раза (на 96 %). А при скорости 10 км/ч, расход топлива составит 68 л/100 км, т.е. возрастет в 2.8 раза. Это объясняется тем, что базовая норма расхода топлива – удельный показатель. Чем медленнее будет двигаться автомобиль, тем большее времени ему необходимо для преодоления 100 км. В сложных условиях, когда скорость движения мала, целесообразно переходить на нормирования расхода топлива за единицу времени, т.е. на л/ч (кг/ч). Максимальное повышение расхода топлива в Украинском законодательстве возможно только на 50 % при условии движения автомобиля, когда дорога практически отсутствует (песчаные заносы, снегопады, паводки и др.) [4].

В Украинском положении предусмотрен учет расхода топлива как на единицу пробега, так и на единицу времени. Но это касается двух случаев, когда автомобиль вынужденно простаивает с включенным двигателем и во время разогрева двигателя, работающего на СНГ и СПГ. Однако эти нормы также занижены. Согласно [4] час простоя автомобиля с включенным двигателем предусматривает расход топлива до 5 % от базовой линейной нормы. Для автомобиля ГАЗ-32213 «Газель» с двигателем УМЗ-4215С это составит $15.5 \cdot 5 / 100 = 0.775$ л/ч. Реальный часовой расход топлива данного автомобиля на режиме холостого хода двигателя без нагрузки составляет 1.2...1.3 л/ч. Отклонение нормативного расхода от значения завода-изготовителя более 65 %. При запуске двигателя при температуре воздуха -10 °С на СНГ предусмотрен расход бензина, равного 3 % от базовой нормы расхода топлива, на каждый календарный день эксплуатации. Для автомобиля ГАЗ-32213 «Газель» с двигателем УМЗ-4215С это составит $15.5 \cdot 3 / 100 = 0.465$ л/день. При среднем значении часового расходе топлива равного 1.25 л/ч (а при прогреве двигателя этот расход значительно выше), Украинское законодательство предусматривает суточное потребление бензина на $0.465 / 1.25 = 0.372$ часа или 22.3 мин. Среднее время прогрева двигателя УМЗ-4215С от температуры -10 °С до +40 °С составляет не менее 3 мин, т.е. нормы предусматривает 7 прогревов. Это недостаточно для автомобилей, которые осуществляют перевозку грузов и пассажиров на коротких расстояниях, например для маршрутных такси.

При движении автомобиля с большими скоростями, из-за повышенного сопротивления воздуха, расход топлива также увеличивается, как это видно на рис. 2. Если в уравнение (3) подставить максимальную скорость равную 115 км/ч, то расход топлива автомобиля ГАЗ-32213 «Газель» с двигателем УМЗ-4215С будет составлять

$$H_a = \frac{288.7 + 0.0133 \cdot 291357}{115} + 0.00162 \cdot 115^2 = 27.4 \text{ л/100 км,}$$

т.е. увеличиться от нормированного значения на 55 %.

В Украинском законодательстве установлена надбавка к расходу топлива при движении за пределами города со скоростью более 90 км/ч в размере 5 %, но только для грузовых автомобилей. Для всех автомобилей предложено снижать расхода топлива от базовой нормы от -5 % до -30 % (в зависимости от вида транспортного средства и скорости движения). Как изменяется расход топлива в приказе Минтранса Украины схематично представлено на рис 3. Там же указано относительное изменение расхода топлива, которое получено по математической модели (1) /пунктирная кривая/.

Как видно из рис. 3 действующая на Украине методика занижает расход топлива при скоростях движения более 60 км/ч, во время как реальный расход топлива возрастает. Поэтому базовую норму расхода топлива при движении автомобилей с пониженными или повышенными скоростями необходимо значительно увеличивать.

На рис. 1 представлен график изменения нормы расхода топлива на транспортную работу, характер которого несколько отличается от базовой нормы. На малых скоростях, когда производительность транспортного средства небольшая, норму расхода топлива на транспортную работу необходимо увеличивать, а с увеличением скорости движения – уменьшать.

В действующей методике [4] предусмотрено корректирование расхода топлива в различных

условиях эксплуатации. Большинство из этих условий зависит от изменения режима работы

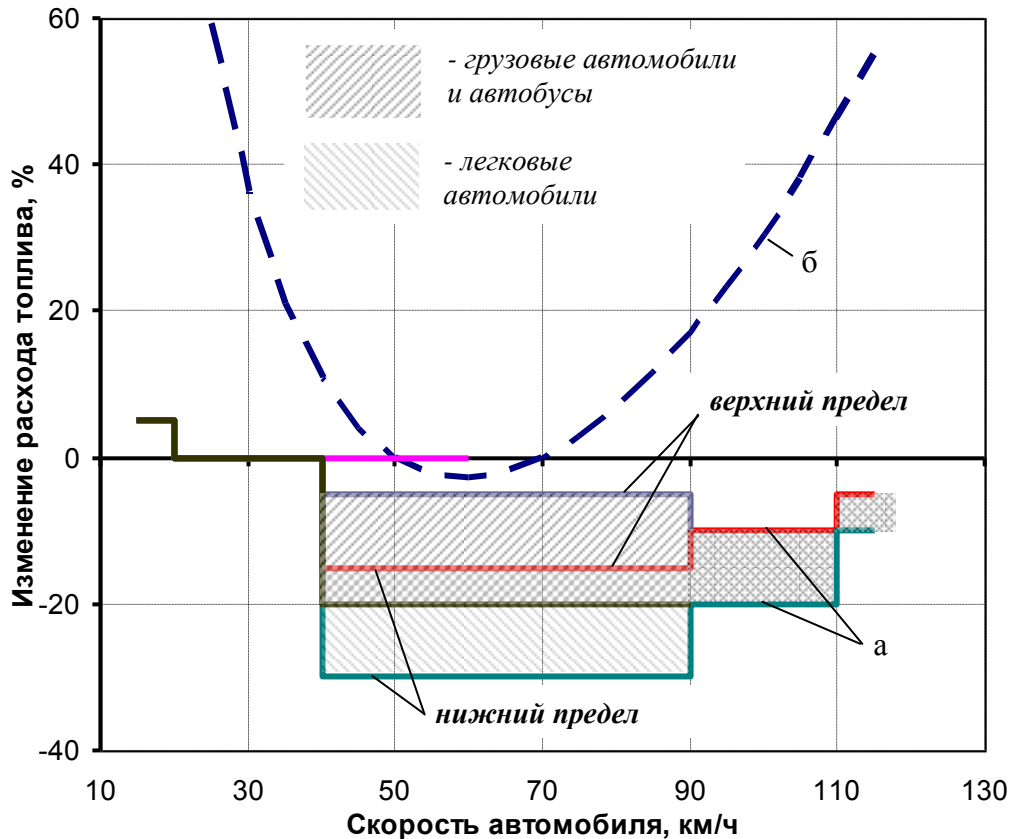


Рис.3. Изменение расхода топлива от скорости автомобиля по методике Минтранса Украины (а) и полученной математической модели (б)

транспортного средства, которое определяется скоростью движения. Это касается эксплуатации автомобилей в черте города, по дорогам со сложным планом, с частыми технологическими остановками, при учебной езде, выполнении неотложных служебных заданий и др. Привязка нормы расхода топлива к средней технической скорости, как это сделано в выражении (1), позволяет автоматически учесть большинство надбавок указанные в методике [4].

Повышение количества автомобилей на дороге и усложнение транспортных условий, что характерно для эксплуатации машин в городе, приводит к снижению средней технической скорости. Значения надбавок, значения которых не изменялось с 1998 года, явно не соответствует современным условиям мегаполисов. По данным [10] пропускная способность дороги достигает максимума при средней скорости транспортного потока в пределах 25...35 км/ч. В этих условиях расход топлива автомобиля ГАЗ-32213 «Газель» с двигателем УМЗ-4215С в среднем составит

$$H_a = \frac{2887 + 0.0133 \cdot 291357}{30} + 0.00162 \cdot 30^2 = 24 \text{ л/100 км.}$$

Тогда корректирующий коэффициент для работы в городе в час пик необходимо принимать равным 36 %, а в пределах скоростей 25...35 км/ч он будет изменяться от 60 % до 21 %. Конечно автомобиль не всегда эксплуатируется в городе в таких экстремальных условиях. Поэтому необходимо рассчитывать расход топлива исходя из средней технической скорости, которая может быть получена по маршрутному компьютеру, тахографу, GPS-трекеров и др. систем, по зависимостям (1) и (4).

Согласно приказа [4], почасовая работа грузовых автомобилей или их постоянная работа в качестве технологического транспорта предусматривает увеличение расхода топлива до 10 %. Возьмем для примера автомобиль ЗИЛ-431410, для которого установлена базовая норма расхода топлива 31 л/100 км. Если этот автомобиль будет использоваться как технологическое транспортное средство, то максимальный расход топлива составит: $31 \cdot 1.1 = 34.1$ л/100 км. Если учитывать перевозимый груз через норму расхода топлива на транспортную работу (2 л/100 т·км), то расход максимально загруженного автомобиля (6 т) составит: $31 + 6 \cdot 2 = 43$ л/100 км.

Отклонение расхода топлива в более чем 20 % для одного и того же автомобиля при одинаковых условиях перевозках, но рассчитанного по разным положениям методике, недопустимо.

На одном транспортном средстве может использоваться топлива с различными физико-химическими свойствами, что приводит к изменению расхода. Изменения свойств топлива может быть вызваны переходом на альтернативные системы топливоподачи или использования топлив разных производителей или марок. Сейчас нормы расхода не привязаны к качеству топлива. Необходимо вводить поправочные коэффициенты, корректирующие расход топлива, для всех видов альтернативного топлива, как это сделано для СНГ и СПГ. В формулах (2) физико-химические свойства топлива учитываются через два показателя: низшую теплоту сгорания и плотность топлива. Также изменяется индикаторный КПД двигателя, входящий в формулу (1), который отвечает за эффективность преобразования тепловой энергии в механическую.

Выводы. Действующая методика нормирования расхода топлива транспортных машин далека от совершенства, поэтому ее необходимо совершенствовать. Следует отдавать предпочтение научно-обоснованным детерминированным методом расчета базовой нормы расхода топлива, определяемой по математическим моделям, которые позволяют учесть как конструктивные особенности транспортных средств, так и специфику условий их эксплуатации.

Перспективы дальнейшего развития. В статье указаны лишь основные недостатки действующей системы нормирования расхода топлива и намечены основные пути дальнейшего совершенствования нормативной базы, путем интеграции расчетных моделей в методику нормирования расхода топлива.

1. Транспорт і зв'язок [електронний ресурс] // Державна служба статистики України. – Режим доступу: <http://www.ukrstst.gov.ua>.
2. Говорущенко Н.Я. Экономическая кибернетика транспорта [текст] / Н.Я. Говорущенко, В.Н. Варфоломеев. - Харьков: РИО ХГАДТУ, 2000. - 218 с.
3. Автомобильные грузовые перевозки. Структура составляющих себестоимости автоперевозок [электронный ресурс] // Склад законов. - Режим доступа: http://6pl.ru/Vlad_st/zp.htm.
4. Нормы расхода топлива и смазочных материалов на автомобильном транспорте [электронный ресурс] // Налоги и бухгалтерский учет : Информационно-аналитическая газета. — Режим доступа : http://www.nibu.factor.ua/info/Zak_basa/NormiGSM/.
5. Распоряжение Минтранса России от 14.03.2008 г. № АМ-23-р [электронный ресурс] // Главбух : Бумажный и электронный журнал, сообщество, справочная система и онлайн-сервисы. — Режим доступа: <http://www.glavbukh.ru/doc/2126>.
6. 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 коммуникации Республики Беларусь, 6 января 2012 г. № 3 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 31.07.2012, 8/26157 — Режим доступа: <http://www.pravo.by/main.aspx?guid=3871&p0=W21226157&p1=1>.
7. 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>.
8. Нормы расходов горюче-смазочных материалов и расходов на содержание автотранспорта [Электронный ресурс] // Пласт. — Режим доступа : <http://plast.com.kz/support/zakon/gsm.php>.
9. Automobil Revue 2007 : Русское издание Швейцарского автокаталога. – М.: ООО «Автомобиль-Ревю», 2007. – 400 с.
10. Говорущенко Н.Я. Системотехника транспорта (на примере автомобильного транспорта) [текст] / Н.Я. Говорущенко, А.Н. Туренко. – Харьков: ХНАДУ, 1999. – 457 с.
11. Говорущенко Н.Я. Экономия топлива и снижение токсичности на автомобильном транспорте [текст] / Н.Я. Говорущенко. – М.: Транспорт, 1990. – 135 с., ил., табл.
12. Положение о профилактическом обслуживании и ремонте транспортных машин (Методические рекомендации) [текст]. – Харьков: РИО ХГАДТУ, 1998. – 39 с.

Стаття надійшла до редакції 27.04.2014