

Шаршембиев Ж.С.

РАЗРАБОТКА ОЦЕНОЧНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ КОЛЕСНЫХ МАШИН В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Zh.S. Sharshembiev

THE DEVELOPMENT OF THE INDICATORS OF FUEL EFFICIENCY WHEEL MACHINES IN THE MOUNTAIN CONDITIONS OF

УДК:629.1.02 (23)

В статье предложен оценочный показатель маршрутно-эксплуатационного расхода топлива колесных машин при эксплуатации в горных условиях.

The article presents the estimated route-operational charge of fuel wheel machines with operations in mountainous conditions.

В горных условиях эксплуатации колесные машины за одну сутку могут проехать от 500 до 1000 км пути преодолевая высокогорные перевалы, при этом пройденный маршрут характеризуется с наличием разнообразных дорожных, природно-климатических эксплуатационных условий. Например, при доставке груза по маршруту Бишкек-Ош грузовой автомобиль за один день преодолевает два высокогорных перевала Туя-Ашуу (3108 м. н.у.м.) и Ала-Бель (3184 м. н.у.м.), проезжает через четыре климатических пояса: долинно-предгорный пояс (от 500 до 1200 м н.у.м.), среднегорный пояс (от 900 до 2200 м н.у.м.), высокогорный пояс (2000-3500 м н.у.м.), нивальный пояс (от 3000 м н.у.м. и выше). Таким образом, автомобиль следуя по маршруту Бишкек-Ош особенно весной и осенью в один день может эксплуатироваться в летнее и зимнее время года.

На горных дорогах Кыргызстана почти повсеместно отмечаются значительные перепады высоты горных хребтов. В связи с этим наблюдается высокая амплитуда колебаний абсолютных величин атмосферного давления воздуха от 500 до 715 мм рт. ст. В свою очередь изменяющаяся высота над уровнем моря и снижающаяся плотность воздуха снижают мощность двигателя. Это очевидно по уменьшению наполнения цилиндров и ухудшению процесса сгорания. Исследованиями ряда авторов [1-4] установлено, что на каждые 1000 м н. у. м. мощность бензиновых двигателей и сила тяги на ведущих колесах снижается в среднем на 8- 12%. По результатам исследований работы колесных машин дизельными двигателями с турбонадувом определено, что фактическая мощность на каждые 1000 м н. у. м. снижается 3,5-4,0%, т.е. на высоте 3000 м н.у.м. снижается до 10% [5].

В целом анализ работы колесных машин в высокогорных условиях показал, что эксплуатационный расход топлива повышается из-за снижения скорости движения.

Как уже известно, по классической теории автомобиля топливная экономичность характеризуется оценочными показателями как путевой расход топлива (Q_s), транспортный расход топлива (Q_w), часовой расход топлива (G), удельный расход топлива (g_e).

Все эти оценочные показатели достаточно исследованы многими учеными, однако при эксплуатации колесных машин в горных условиях для оценки их топливной экономичности возникает неудобство применение этих оценочных показателей.

Исследованиями Нусупова Э.С. в Кыргызской Республике типизированы и классифицированы эксплуатационные условия, для создания банка данных, его обработки и упрощения при научно-исследовательских и практических расчетах введено информационное кодирование административных районов Кыргызской Республики. В алфавитном порядке обозначены области и районы Кыргызстана. При классификации и типизации эксплуатационных условий для колесных машин регионов Кыргызстана по рельефу местности основным показателем принято процентное распределение расположения горных дорог по высотным поясам. С применением предложенной классификации и типизации районов Кыргызской республики была попытка нормирования расхода топлива колесных машин в этих районах. Однако, следует отметить, что данную методику нормирования целесообразно использовать только при перевозках местного значения, а при организации грузовых перевозок между городами северного и южного областей республики использовать данную методики вызывает ряд трудностей.

В Кыргызской Республике общая протяженность автомобильных дорог составляет около 34 тыс. км. Основными магистральными маршрутами являются горные автомобильные дороги Бишкек-Ош, Бишкек-Нарын-Торугарт, Бишкек-Балыкчы-Каракол, Бишкек-Суусамыр-Талас.

Исходя из вышесказанного, предлагаем маршрутно-эксплуатационной оценки топливной экономичности колесных машин. По предложенной нами ниже методике можно для каждого магистрального маршрута можно разрабатывать оценочный показатель топливной экономичности колесных машин. Этот оценочный показатель можно называть маршрутно-эксплуатационным расходом топлива и считать по следующей формуле

$$Q_{M3} = \sum Q_p + \sum Q_{si} + \sum Q_T$$

где Q_{M3} - маршрутно-эксплуатационный расход топлива;

EQ_p — суммарный расход топлива на разгон колесной машины;

ZQ_{si} - суммарный расход топлива для установившихся скоростных режимов двигателя;

EQ_T - суммарный расход топлива при режиме торможения.

Рассмотрим каждую составляющую по отдельности. Суммарный расход топлива на разгон колесной машины учитывает количества израсходованного топлива на разгон колесной машины и зависит от количества остановок на протяжении маршрута и потери разгона из-за сложных дорожных и природно-климатических условий.

При разгоне как расход топлива, так и скорость движения непрерывно изменяются, следовательно, также изменяется и путевой расход. Удобнее применить следующий метод расчета. Обозначим dQ мгновенный расход топлива, а производную $dQ/dv = q$, называем коэффициентом расхода топлива. Но $dQ = Q_{oc}dt$ (Q_{oc} - секундный расход при полной подаче топлива), тогда $q_x = Q_{oc}dt/dv - Q_{oc}/j$. Подставим полученное значение коэффициента расхода топлива в первое отношение и, разделив переменные, получим дифференциальное уравнение расхода топлива $dQ = Q_{oc}dv/j$

Входящие в правую часть Q_{oc} и j могут быть представлены как функции скорости.

Суммарный расход топлива для установившихся режима работы двигателя EQ_{si} состоит из несколько составляющих и определяются с помощью нагрузочной характеристики. Полученные ее использованием значение удельного расхода топлива пригодны для расчета путевого расхода топлива при установившихся режимах движения колесной машины.

$$\sum Q_{si} = Q_{si} + Q_{sli} + Q_{slv} + Q_{slc}$$

где Q_{si} — путевой расход топлива при эксплуатации колесной машины на высоте местности до 1000 м н.у.м.;

Q_{sli} - путевой расход топлива при эксплуатации колесной машины на высоте местности от 1000 м до 2000 м н.у.м.:

$$Q_{sli} = Q_{sli}^n + Q_{sli}^c$$

здесь Q_{sli}^n и Q_{sli}^c соответственно путевые расходы топлива колесной машины при движении на подъем и спуск;

Q_{slv} — путевой расход топлива при эксплуатации колесной машины на высоте местности от 2000 м до 3000 м н.у.м., аналогично также состоит из двух составляющих Q_{slv}^n и Q_{slv}^c ;

Q_{slc} - путевой расход топлива при эксплуатации колесной машины на высоте местности свыше 3000 м н.у.м., аналогично также состоит из двух составляющих Q_{slc}^n и Q_{slc}^c .

На участках $v = const$ расход топлива рассчитывают по известным формулам. Для расчета расхода топлива при разгоне секундный расход Q_{oc} в формуле (2), считая, что мгновенные расходы топлива при неустановившихся и установившихся одинаковых режимах двигателя равны, можно представить таким образом:

$$Q_{oc} = a_{qc}v^2 + b_{qc}v + c_{qc},$$

где $a_{qc} = 91,2 a_{qu}^2 / r_k^2$; $b_{qc} = 9,55 b_{qu} / r_k$; $c_{qc} = c_q$.

Коэффициенты аппроксимирующей функции часового расхода топлива двигателя $G_T = a_{qn}^2 + b_{qn} + c_q$ подбирают по методике, аналогичной использованной при расчете функции $M = f(v)$. Подставляя в равенство (5) значения j и Q_{oc} получим

$$Q_1 = m_a \delta_{вр} \int_{v_H}^{v_K} \frac{a_{qc} v^2 + b_{qc} v + c_{qc}}{a_i v^2 + b_i v + c_i} dv,$$

или

$$Q_i = m_a \delta_{вр} \left[a_{qc} \int_{v_H}^{v_K} \frac{v^2 dv}{a_i v^2 + b_i v + c_i} + b_{qc} \int_{v_H}^{v_K} \frac{v dv}{a_i v^2 + b_i v + c_i} + c_{qc} \int_{v_H}^{v_K} \frac{dv}{a_i v^2 + b_i v + c_i} \right],$$

Произведение $m_a \delta_{вр}$ и второго интеграла - это путь S_i , пройденный в пределах изменения скорости v, \dots, v_K , а произведение $m_a \delta_{вр}$ и третьего интеграла - время τ_i . После интегрирования в диапазоне $v_H \dots v_K$ найдем

$$Q_i = a_{qi} m_a \delta_{вр} \left(\frac{v_K - v_H}{a_i} - \frac{b_i}{2a_i^2} \ln \left| \frac{a_i v_K^2 + b_i v_K + c_i}{a_i v_H^2 + b_i v_H + c_i} \right| \right) + \tau_i \left(c_{qc} + a_{qc} \frac{b_i^2 - 2a_i c_i}{2a_i^2} \right) + b_{qc} S_i \quad (6)$$

Поскольку в соответствии с ГОСТ 20306-85 разгоны при определении показателей топливной экономичности проводятся при полной подаче топлива, нет необходимости корректировать полученную величину расхода топлива по коэффициенту использования мощности двигателя.

При заданной скорости v , и известном времени движения x определяют расход топлива на расчетном участке i при полной подаче топлива.

$$Q_{oi} = Q_{oc} \tau_i \quad (3)$$

По коэффициентам a_i, b_i, c_i определяют расход топлива (в кг) на расчетном участке

$$Q_i = Q_{oc} (a_i v^2 + b_i v + c_i).$$

На участках дороги, где движение происходит в переменной скоростью, расход топлива находят по формуле (6), а затем рассчитывают общий расход топлива на всей дороге путем сложения расходов топлива на отдельных участках.

Суммарный расход топлива при режиме торможения $\sum Q_T$ зависит от количества остановок на протяжении маршрута или экстренных торможений из-за возникновения опасных дорожных обстановок.

Расход топлива Q_T за время t торможения или остановки

$$Q_T = Q_{xc} c^t$$

где Q_{xc} - секундный расход топлива на холостом ходу двигателя, кг/с.

Список литературы

1. Ерохов В.И. Экономическая эксплуатация автомобиля. - М.: Изд-во ДОСААФ СССР, 1986.
2. Махалдиани В.В. О двигателях для горных автомобилей и тракторов. Тбилиси: Мецниерба, 1968. - 270с.
3. Нусупов Э.С. Эксплуатационная эффективность автотранспортных средств в горных условиях. ИФМГП АН Кирг. ССР, г.Фрунзе, Илим, 1988, 168с.
4. Нусупов Э.С. Повышение эксплуатационной эффективности автотранспортных средств в горных условиях. Дисс... докт. техн. наук. М., МАДИ, 1991. - 545 с.
5. Шаршембиев Ж.С. Влияние высоты над уровнем моря на тяговую силу колесных машин (статья). Журнал «Наука и новые технологии»; Бишкек, 2011, №7, с.7-11.

Рецензент: д.т.н., профессор Маткеримов Т.Ы.