

УДК : 622.684:650,13,004,18

А.С. Фурман, В. Е. Ашихмин

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ АВТОМОБИЛЯ С ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИЕЙ

Проблема снижения топливно-энергетических затрат, составляющих до 35-40% общих затрат на эксплуатацию карьерного транспорта, обостряется. Встречающиеся в практике способы нормирования расхода топлива делятся, в основном, на расчетно-аналитический и статистический.

Выявить физический смысл причин, влияющих на расход топлива, можно аналитическим методом определения топливно-экономической характеристики.

Для определения расхода топлива при установленном движении используют уравнение:

$$Q = \frac{N}{36\gamma_T V_a} g_e, \quad (1)$$

где Q – расход топлива, л/100км; N – мощность двигателя, кВт; γ_T – плотность топлива, кг/л; V_a – скорость автомобиля, м/с; g_e – удельный расход топлива двигателя, г/кВтч, или приведенное уравнение к виду:

$$Q = \frac{(P_d + P_e)}{36000\eta_{TP}} g_e, \quad (2)$$

где η_{TP} – КПД трансмиссии; P_d , P_e – силы, соответственно, общего дорожного сопротивления и сопротивления воздуха, Н.

Приведенное уравнение показывает, как изменяется расход топлива в зависимости от изменения условий движения и удельного расхода топлива. В то же время на расчет расхода топлива значительное влияние оказывает многообразие факторов и значительный диапазон их изменения, поэтому точность расчетов будет во многом зависеть от полноты учета особенностей процесса движения.

Нормы, основанные на данных статистического анализа, не учитывают предстоящего совершенствования транспортных средств и изменения усло-

ний эксплуатации, так как отражают прошедший этап и не позволяют эффективно использовать топливо.

Экспериментальные исследования позволяют достаточно точно определить расход топлива в конкретных эксплуатационных условиях, но при этом не всегда возможно охватить все условия работы автомобиля.

Таким образом, можно аналитически рассчитать пределы изменения расхода топлива и учесть экспериментально в нормах тенденции его изменения по основным направлениям. Для выполнения указанного требования метод нормирования должен обеспечить нормы, соответствующие минимально необходимому расходу топлива в данных конкретных условиях эксплуатации и степени использования автомобиля, с учетом прогрессивных методов работы.

Более точно расход топлива можно определить, если рассчитывать его по отдельным характерным участкам трассы (забойная дорога, дорога на отвал, спиральный съезд и т. д.). Для сопоставления расхода топлива различными автомобилями в зависимости от условий транспортирования целесообразно эти расчеты проводить применительно к перемещению одной тонны горной массы (г/ткм). И для полного учета горнотехнических факторов, необходимо дифференцировано учитывать условия эксплуатации. При нормировании расхода топлива для карьерных автомобилей рекомендуется использовать комплексный экспериментально – аналитический метод.

В течение смены автомобиль расходует топливо:
 $Q_{cm} = (Q_d + Q_k) * N_p + Q_o, \quad (3)$

где Q_d – расход топлива на перемещение горной массы, л; Q_k – расход топлива за время выполнения концевых операций,

л; N_p – количество рейсов в смену; Q_o – расход топлива за нулевой пробег, л.

Автомобиль расходует топливо при движении по характерным участкам маршрута (забойная дорога, дорога на отвал, спиральный съезд и т. д.). За цикл он дважды движется по этим участкам с грузом и порожняком. Автомобиль также расходует топливо на гаражные нужды, подготовительно-заключительные операции и во время подчистки забоя бульдозером. Тогда (3) запишется как

$$Q_{cm} = \sum_{i=1}^{N_p} Q_i^{ep} + \sum_{i=1}^{N_p} Q_i^{nop} + \\ + \sum_{i=1}^{N_p} Q_i^k + Q_e + Q_{n3} + Q_B \quad (4)$$

где Q_i^{ep} – расход топлива по участкам трассы при движении с грузом, л; Q_i^{nop} – расход топлива по участкам трассы при движении порожняком, л; Q_i^k – расход топлива за время концевых операций, л; Q_e , Q_{n3} , Q_B – расход топлива, соответственно, на гаражные нужды, подготовительно - заключительные операции и за время подчистки забоя бульдозером, л.

Согласно действующей в настоящее время системе нормирования расхода топлива, в качестве базы нормирования применяют единые нормы расхода топлива на пробег в 100 км.

Для автомобилей – самосвалов норма расхода, л/100 км:

$$Q_c^o = Q_B + (100Q_{np}\beta_n)/L, \quad (5)$$

где Q_B – базовая норма для данной модели автомобиля, л/100 км; Q_{np} – расход топлива за время погрузочно - разгрузочных работ, л; β_n – коэффициент использования пробега; L – расстояние транспортирования за цикл, км.

Для карьерного автомобиля

норма расхода топлива в базовых условиях ($L=2$ км, $H=0$) на 100 км пробега, принятая для оценки топливной экономичности, без учета нулевого пробега для различных вариантов транспортной схемы

$$Q_h^o = 100 \cdot \left(\sum_{i=1}^{N_p} Q_i^{ep} + \sum_{i=1}^{N_p} Q_i^{nop} + \sum_{i=1}^{N_p} Q_i^k \right) / L, \quad (6)$$

где Q_h^o - норма расхода топлива, л/100 км.

Для учета различных режимов работы карьерных автомобилей в конкретных условиях необходимо корректировать исходные базовые нормы.

Расчет расхода топлива в фазе установившегося движения можно провести по формуле (2). В фазах неустановившегося режима движения расход топлива двигателем во многом зависит от степени использования мощности и частоты вращения коленчатого вала двигателя. Он оценивается по расходу топлива при работе на частичных характеристиках двигателя. Если нет экспериментальных данных, на неустановившихся режимах удельный расход может ориентировочно найти из выражения

$$g_n = g_N K_N K_n, \quad (7)$$

где g_N – удельный расход топлива двигателем на режиме максимальной мощности, г/кВт ч; K_N – коэффициент учета изменения расхода топлива в зависимости от степени использования мощности двигателя; K_n – коэффициент учета изменения расхода топлива в зависи-

симости от частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Расход топлива при движении без груза определяется режимами работы: тяговым, тормозным и движением накатом.

На автомобилях большой грузоподъемности с дизель – электрической трансмиссией торможение на спуске производится системой электродинамического тормоза. При этом тормозное усилие не влияет на режим работы двигателя, работающего на холостых оборотах. Следовательно, расход топлива при движении накатом и в тормозном режиме зависит от времени работы на этих режимах.

Во время маневрирования и разгрузки двигатель работает на частичных нагрузках, им соответствует удельный расход топлива на этих режимах. Расход топлива, соответственно, за время ожидания погрузки и погрузки, за время движения накатом и торможения, за время маневрирования и разгрузки, л:

$$Q_{ожн} = g_{xx}(T_{ожн} + T_n); \quad (8)$$

$$Q_{тм} = g_{xx}(T_n + T_m); \quad (9)$$

$$Q_{рп} = g_m T_m + g_p T_p, \quad (10)$$

где g_{xx} , g_m , g_p – удельный расход топлива, соответственно, на частоте вращения холостого хода и частичных нагрузках маневрирования и разгрузке, л/ч; $T_{ожн}$, T_n , T_m , T_p – соответствующее время, ч.

Таким образом, уравнение (4) с учетом (2, 8-10) для расхода топлива за смену при работе на одном варианте транспортной схемы составит

$$Q_{см} = Q_0 + N_p \times \\ \left[g_H \left(G_a \psi + k F V_{ep}^2 \right) L_{ep} + \right]$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Говорущенко Н.И. Основы теории эксплуатации автомобилей. – Киев: Выща школа, 1971. - 232 с.
- Дифференцированные нормы расхода горючесмазочных материалов для большегрузных автосамосвалов. Утв. 23.07.76. Свердловск: ИГД МЧМ СССР, 1976. - 72 с.
- Шейнин А.М., Борисов М.И. Нормы расхода жидкого топлива для автомобилей. – М.: Транспорт. 1964. - 206 с.

□ Авторы статьи:

Фурман
Андрей Сергеевич
- ст. преп. каф. эксплуатации автомобилей

Ашихмин.
Виталий Евгеньевич
- ассистент каф. эксплуатации автомобилей

$$+ g_H \left(G_a \psi + k F V_{ep}^2 \right) L_{ep} J / \\ (36000 \eta_{mp} \gamma_T) + \\ + g_{xx} (T_{ожн} + T_n) + \\ g_{xx} (T_n + T_m) + g_m T_m + g_p T_p, \quad (11)$$

где G_a , G_o – вес, соответственно, груженного и порожнего автомобиля, Н; ψ – коэффициент общего дорожного сопротивления; kF – фактор обтекаемости, $N\cdot\text{с}^2/\text{м}^2$; V_{ep} , V_{nop} – скорость автомобиля в груженном и порожнем состоянии, м/с; L_{ep} , L_{nop} – расстояние движения, соответственно, с грузом и порожняком, км.

Изменение расхода топлива в л/100 км не позволяет определить эффективность использования топлива карьерными автомобилями при разных вариантах транспортной схемы и высоте подъема горной массы. Поэтому на карьерных автопредприятиях расчет топлива ведут в граммах на единицу совершенной работы:

$$g = \frac{Q_n \gamma_m}{q_a \beta \gamma_e L}, \quad (12)$$

где q_a – грузоподъемность автомобиля, т; β – коэффициент использования пробега, γ_e – коэффициент использования грузоподъемности автомобиля.

Приведенные формулы позволяют, при известных конструктивных параметрах, горнотехнических и дорожных условиях эксплуатации, теоретически определить весь диапазон изменения расхода топлива на перспективу.