

УДК 629.114.45 + 662.6

А.М. Умирзоков¹, К.Т. Мамбеталин², С.С. Сайдуллозода^{1,2}, Ш.К. Самиев³**МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСХОДА ТОПЛИВА БОЛЬШЕГРУЗНЫМИ
АВТОМОБИЛЯМИ В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Таджикский технический университет им. акад. М.С. Осими¹
Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)²
ДАО «Основное строительство» ОАО Рогунской ГЭС³

Приведены результаты экспериментальных исследований по оценке путевого и транспортного расходов топлива для большегрузных автомобилей-самосвалов в условиях строительства Рогунской ГЭС. Изучены факторы, влияющие на расход топлива, главным из которых выступает угол подъема отдельных участков дороги; другим фактором является высота над уровнем моря. Исследование проведено применительно к условиям Республики Таджикистан, где большегрузные самосвалы эксплуатируются на высотах 1000-2000 м над уровнем моря. Эксперименты проводились летом на разных маршрутах, с длинами плеч от 4,5 до 6,0 км и на высотах над уровнем моря от 1100 до 1180 м. При определении расчетного значения путевого и транспортного расходов топлива введен динамический коэффициент, учитывающий сложность условий эксплуатации в горных карьерных дорогах. С учетом основных факторов, формирующих путевой и транспортный расходы топлива большегрузных карьерных самосвалов на сложном горном рельефе, построены графики зависимости путевого расхода топлива автомобилем-самосвалом БелАЗ-7540В от условий эксплуатации на строительстве Рогунской ГЭС при движении с грузом и без груза, а также для одной поездки. Для оценки эффективности эксплуатации различных марок автомобилей-самосвалов определены фактические значения транспортных расходов топлива.

Ключевые слова: автомобили, расход топлива, горные условия, уклон дороги, сложность условий эксплуатации, динамический коэффициент, эффективность.

Введение

Большегрузные карьерные самосвалы в условиях Республики Таджикистан эксплуатируются, в основном, на строительстве гидротехнических сооружений, а также горнодобывающих и горно-обогатительных предприятиях. Ввиду того, что 93 % территории республики занимает горная местность, большое число данных сооружений и предприятий расположены высоко над уровнем моря [1]. Из-за сложности геометрии автомобильных дорог, их низкой надежности, изменчивости условий внешней среды, а также круглосуточной трехсменной эксплуатации, условия близки к экстремальным. Их однозначно можно отнести к наиболее суровым на всем Земном шаре. Это обуславливает чрезвычайно высокие требования к надежности системы «Водитель – Автомобиль – Дорога – Среда» (ВАДС).

Существует ряд мер по предупреждению снижения надежности системы ВАДС [2]. Автомобили самосвалы БелАЗ-7540В, HOWO- ZZ3257N3847N1 и SHACMAN-SX3256DR384 вполне оправдали себя как надежные применительно к условиям Республики Таджикистан. Для оценки эффективности эксплуатации перечисленных карьерных самосвалов возникает необходимость исследования их технико-экономических показателей. Важным параметром является также путевой расход топлива, который в отдельных случаях может превышать номинальное (базовое) значение в 2 и более раз. Например, для автомобиля БелАЗ-7540В в условиях эксплуатации в горных карьерах этот показатель в особо сложных участках маршрута (при движении на подъем) может достигать до 330 л / (100 км) и выше. Из множества факторов, формирующих путевой расход топлива, главными выступают сложность дорожных условий, масса перевозимого груза и высота над уровнем моря; их влияние на расход топлива возможно снизить путем организационно-технических мероприятий.

Постановка задачи

Путевой (линейный) расход топлива – это расход топлива на единицу пройденного пути автомобилем или другой мобильной машиной. Обычно для автомобилей путевой расход топлива измеряется как л / (100 км) или кг / (100 км). По сути, путевой расход топлива – это удельный расход топлива, отнесенный к единице пройденного пути автомобилем или другой мобильной машиной [3, 4].

Для характеристики эффективности работы ДВС обычно пользуются удельным эффективным расходом топлива (g_e), равным отношению часового расхода топлива (G_T) к эффективной мощности двигателя (N_e) [5, 6]. Другими словами, удельный расход топлива – это расход топлива, отнесенный на единицу выполненной работы

$$g_e = \frac{G_T}{3,6 \cdot N_e}, \text{ г / кВт}\cdot\text{ч}, \quad (1)$$

где G_T – часовой расход топлива, кг/ч; N_e – эффективная мощность двигателя, кВт.

Несмотря на важность показателя g_e , на практике эксплуатации автомобилей для расчета расхода топлива удобно пользоваться путевым расходом топлива.

Путевой расход топлива можно определить по формулам (2-3) [7]:

$$G_{II} = \frac{G_T}{100 \cdot V} = \frac{Q}{S}, \text{ кг / (100 км)}, \quad (2)$$

$$G_{II} = \frac{G_T}{100 \cdot V \cdot \rho_T} = \frac{Q}{S \cdot \rho_T}, \text{ л / (100 км)}, \quad (3)$$

где V – скорость движения автомобиля, км/ч; Q – расход топлива за промежуток времени t , кг; S – путь, пройденный автомобилем за то же время t , км; ρ_T – плотность дизельного топлива, кг/л.

Экспериментальные исследования

Для автомобиля-самосвала марки БелАЗ-7540В, оснащенного V-образным 12-цилиндровым (V12) дизелем марки ЯМЗ-240М2-1 и ГМП 3+1 и развивающего номинальную мощность 265 кВт (360 л.с.), путевой расход топлива составляет 132,5 л / (100 км) или 113,95 кг / (100 км) при работе на летнем дизельном топливе плотностью 0,860 кг/л [8]. Для автомобилей-самосвалов марок HOWO-ZZ3257N3847N1 и SHACMAN-SX3256DR384 определены расчетным путем. В различных карьерах на территории Республики Таджикистан, а также при эксплуатации автомобилей-самосвалов в одних и тех же карьерах, но в различных эксплуатационных условиях, этот показатель может варьировать в довольно широких пределах. Для карьерных самосвалов основными критериями, характеризующим условия эксплуатации, являются: природно-климатические условия (высота над уровнем моря, температура окружающей среды); дорожные условия; плечо маршрута перевозки; нагрузочный и скоростной режимы движения; техническое состояние автомобиля, связанного со своевременностью и качеством проведения ТО и ремонта; качество применяемого топлива и др.

Условия проведения эксперимента

Большегрузные карьерные самосвалы в условиях Республики Таджикистан эксплуатируются в достаточно сложных природно-климатических условиях (на высотах над уровнем моря от 1100 до 1400 м, где температура окружающей среды в течение года обычно может варьировать в пределах от -15 до +30 °С). Для условий строительства Рогунской ГЭС температура окружающей среды варьирует в пределах от -7 до +30 °С. При этом среднегодовая температура воздуха составляет +8,2 °С. Скорость ветра в районе строительства Рогунской ГЭС меняется в течение года от 2,4 до 3,5 м/с. Среднее значение скорости ветра соста-

вит 2,9 м/с. Среднемесячное количество осадков меняется в достаточно широких пределах: от 150,4 мм в мае до 2,8 мм в июле. Среднегодовое значение количества осадков равняется 79,55 мм [9].

Для условий строительства Рогунской ГЭС на основе хронометражных исследований определены экспериментальные данные по путевому расходу топлива. По данным экспериментальных исследований построены графики зависимости путевого расхода топлива автомобилем-самосвалом БелАЗ-7540В от условий эксплуатации на строительстве Рогунской ГЭС при движении автомобиля с грузом и без груза (рис. 1).

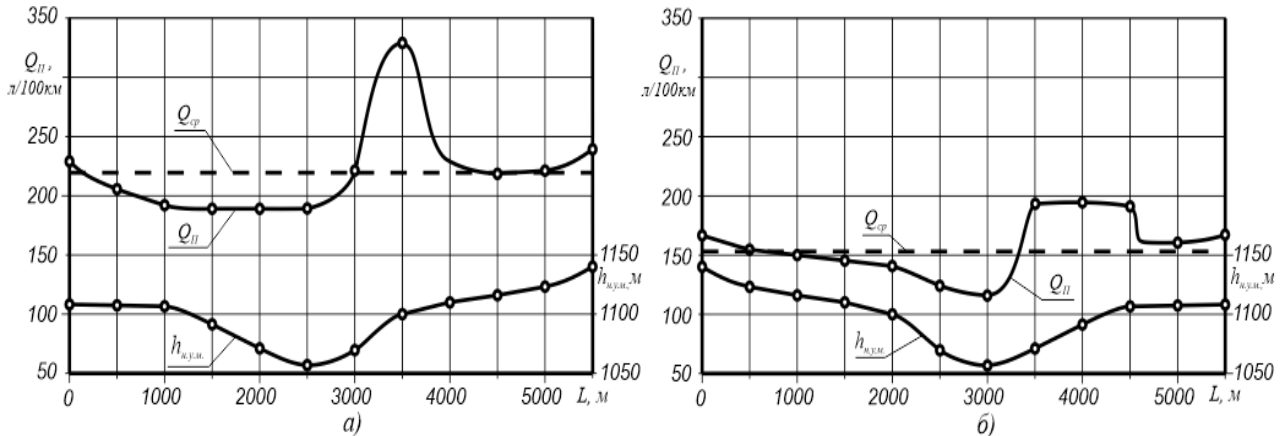


Рис. 1. Графики зависимости путевого расхода топлива автомобилем-самосвалом БелАЗ-7540В от условий эксплуатации на строительстве Рогунской ГЭС при движении автомобиля с грузом (а) и без груза (б):

$h_{нум}$ – высота над уровнем моря, м;

$Q_{п}$ – путевой расход топлива по данным экспериментальных исследований;

$Q_{ср}$ – среднее значение путевого расхода топлива

Для автомобилей-самосвалов принято определять путевой расход топлива за одну поездку. Для условий строительства Рогунской ГЭС график зависимости путевого расхода топлива автомобилем-самосвалом БелАЗ-7540В от условий эксплуатации за одну поездку представлен на рис. 2.

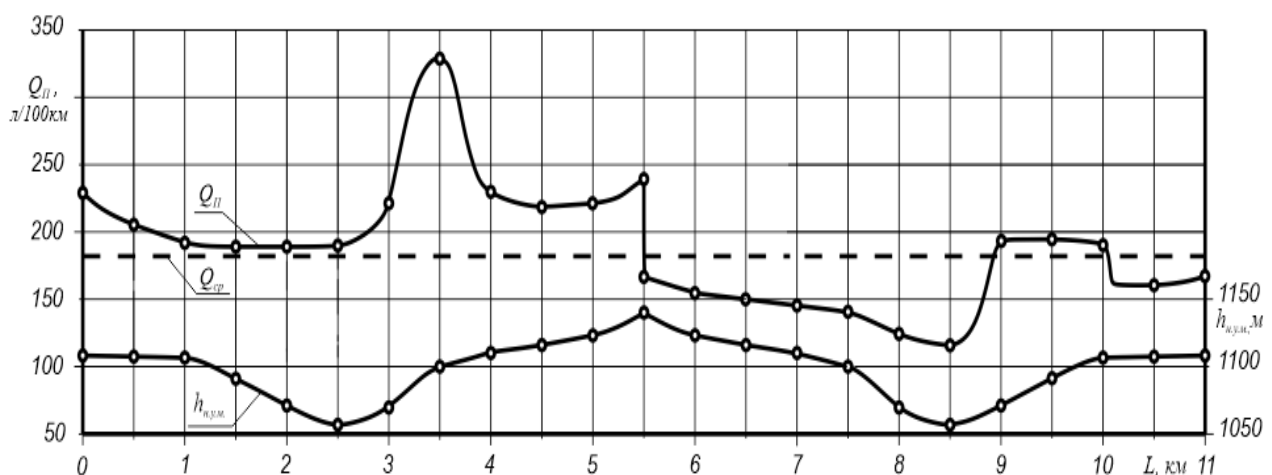


Рис. 2. График зависимости путевого расхода топлива автомобилем – самосвалом БелАЗ-7540В от условий эксплуатации на строительстве Рогунской ГЭС за одну поездку:

$h_{нум}$ – высота над уровнем моря, м;

$Q_{п}$ – путевой расход топлива по данным экспериментальных исследований;

$Q_{ср}$ – среднее значение путевого расхода топлива за одну поездку

Математическая модель

На основе результатов экспериментальных исследований для определения путевого расхода топлива автомобилями-самосвалами в горных условиях предлагается эмпирическая формула (4):

$$\sum Q_{\Pi} = (1 + k_d + k_n \pm k_i + k_t + k_e) \cdot Q_B + 1,5 \cdot m_{cp}, \quad (4)$$

где Q_B – базовый путевой расход топлива автомобилем (для автомобиля-самосвала БелАЗ-7540В $Q_B = 132,5$ л/(100 км), а для автомобилей-самосвалов HOWO-ZZ3257N3847N1 и SHACMAN-SX3256DR384 базовые значения путевого расхода топлива определены расчетным путем); k_d – динамический коэффициент, учитывающий сложность условий эксплуатации, значение которого зависит от состояния дорожного полотна, геометрии дороги, интенсивности движения, соотношения установившегося и не установившегося движений и т.д. (для условий строительства Рогунской ГЭС можно принимать $k_d = 0,12 - 0,13$); k_h – коэффициент, учитывающий высоту над уровнем моря на путевой расход топлива (для условий строительства Рогунской ГЭС $k_h = 9 \cdot 10^{-5} \cdot h$); k_i – коэффициент, учитывающий влияние уклона дороги на путевой расход топлива (принимается $k_i = 0,15 \cdot i$); k_t – коэффициент, влияние температуры воздуха на путевой расход топлива; k_e – коэффициент, учитывающий влияние сопротивления воздуха на путевой расход топлива; m_{cp} – масса перевозимого груза, т; h – высота над уровнем моря, м; i – среднее значение уклона дороги, %.

Для эксплуатации автомобилей-самосвалов в условиях строительства Рогунской ГЭС можно пренебречь влиянием температуры воздуха на путевой расход топлива ($k_t = 0$) из-за среднегодового значения температуры воздуха, равного $+8,2$ °С, а также можно пренебречь влиянием сопротивления воздуха на путевой расход топлива ($k_e = 0$) из-за невысоких скоростей движения автомобилей на маршрутах.

Следовательно, формулу (4) можно переписывать в виде (5):

$$\sum Q_{\Pi} = (1 + k_d + k_n \pm k_i) \cdot Q_B + 1,5 \cdot m_{cp}. \quad (5)$$

Предложенная эмпирическая формула хорошо согласуется с результатами экспериментального исследования для условий строительства Рогунской ГЭС. В ней не учитывается влияние температуры и сопротивления воздуха на путевой расход топлива. Дело в том, что в условиях строительства Рогунской ГЭС среднегодовое значение температуры воздуха составляет $+8,2$ °С, а среднее значение скорости движения автомобилей-самосвалов варьирует в пределах 10...30 км/ч.

Для большегрузных автомобилей-самосвалов в горных условиях эксплуатации путевой расход топлива для одной ездки можно определить по эмпирической формуле (6):

$$\sum Q_{\Pi} = (1 + k_d + k_n) \cdot Q_B + 0,75 \cdot m_{cp}. \quad (6)$$

Для проверки теоретических предпосылок, изложенных выше, были проведены экспериментальные исследования большегрузных автомобилей – самосвалов в условиях горных карьер. В качестве объектов исследования были выбраны большегрузные автомобили-самосвалы марок БелАЗ-7540В, HOWO-ZZ3257N3847N1 и SHACMAN-SX3256DR384, эксплуатируемых в условиях строительства Рогунской ГЭС. Экспериментальные исследования проводились с целью сравнительной оценки топливно-экономических показателей большегрузных автомобилей-самосвалов марок БелАЗ-7540В, HOWO-ZZ3257N3847N1 и SHACMAN-SX3256DR384.

Цель исследования предполагала решение следующих задач: определение закономерности изменения топливно-экономических показателей большегрузных автомобилей-самосвалов, эксплуатируемых в условиях строительства Рогунской ГЭС, в зависимости от высоты над уровнем моря, уклона дороги, массы перевозимого груза, а также режима движения, условия погрузки и выгрузки, вида и частоты маневров и т.п., учитываемого коэффи-

циентом динамизма; установление сравнительной топливно-экономической эффективности большегрузных автомобилей-самосвалов марок БелАЗ-7540В, HOWO-ZZ3257N3847N1 и SHACMAN-SX3256DR384, эксплуатируемых в условиях строительства Рогунской ГЭС по фактическому транспортному расходу топлива, измеряемого в л/(100 ткм); определение относительного расхождения между фактическим и расчетным значениями путевого расхода топлива.

Результаты исследования

Экспериментальные исследования проводились в соответствии с нормативно-техническими документациями, установленными на большегрузные автомобили-самосвалы марок БелАЗ-7540В, HOWO-ZZ3257N3847N1 и SHACMAN-SX3256DR384 [10]. При проведении экспериментальных исследований руководствовались требованиями, предусмотренными в стандартах ГОСТ 20306-90 [11]. Условия экспериментальных исследований (метеорологические и дорожные условия, характеристика режимов движения, уклон дороги) выбирались в соответствии с требованиями ГОСТ Р 58137-2018 [12]. Для испытания большегрузных автомобилей-самосвалов марок БелАЗ-7540В, HOWO-ZZ3257N3847N1 и SHACMAN-SX3256DR384 выбраны маршруты с длинами плеч 4500, 5500 и 6000 м, максимальным уклоном, равным 6 %, на высотах над уровнем моря от 1000 до 1250 м и коэффициентом сцепления на отдельных участках маршрута 0,5 ... 0,6 (для сухой грунтовой дороги) [13, 14].

Каждый опыт по определению топливно-экономических показателей автомобилей-самосвалов марок БелАЗ-7540В, HOWO-ZZ3257N3847N1 и SHACMAN-SX3256DR384 проводился в трехкратной последовательности на каждом из маршрутов движения, средние значения результатов испытаний при движении автомобилей с грузом, без груза, а также результаты расчетов путевого расхода топлива, определенные по формулам (4), (5) сведены в табл. 1 и 2. Средние значения результатов испытаний за одну езду автомобилей-самосвалов марок БелАЗ-7540В, HOWO-ZZ3257N3847N1 и SHACMAN-SX3256DR384, а также результаты расчетов путевого расхода топлива, определенные по формуле (6) сведены соответственно в табл. 3, 4 и 5.

Таблица 1

Результаты испытаний автомобилей-самосвалов на топливную экономичность при движении с грузом в горных условиях

№	Марка самосвального автомобиля	Снаряженная масса автомобиля, т		Фактический расход топлива, л	Высота над уровнем моря, м	Плечо перевозки, км	Время движения с грузом, мин	Средний уклон дороги, %	Время погрузки, мин	Фактическая скорость движения автомобиля, км/ч	Норма путевого расхода топлива, л/(100 км)	Фактический путевой расход топлива, л/(100 км)	Расчетное значение путевого расхода топлива, л/(100 км)	δ, %	Фактический транспортный расход топлива, л/(100 т км)
		Снаряженная масса	Масса груза, т												
1	БелАЗ-7540В	22,9	30,5	10,1	1180	4,5	26	0,60	5,0	10,4	132,5	224,4	220,8	1,6	7,4
2	БелАЗ-7540В	22,9	30,0	12,3	1100	5,5	30	0,58	5,5	11,0	132,5	223,6	218,7	2,2	7,4

Продолжение табл. 1

**Результаты испытаний автомобилей-самосвалов
на топливную экономичность при движении с грузом в горных условиях**

№	Марка самосвального автомобиля	Снаряженная масса автомобиля, т		Фактический расход топлива, л	Высота над уровнем моря, м	Плечо перевозки, км	Время движения с грузом, мин	Средний уклон дороги, %	Время погрузки, мин	Фактическая скорость движения автомобиля, км/ч	Норма путевого расхода топлива, л/(100 км)	Фактический путевой расход топлива, л/(100 км)	Расчетное значение путевого расхода топлива, л/(100 км)	δ, %	Фактический транспортный расход топлива, л/(100 т км)
		Масса груза, т													
3	БелАЗ-7540В	22,9	28,8	12,9	1120	6,0	32	0,63	5,0	11,25	132,5	215,0	218,1	1,4	7,5
4	HOWO-ZZ3257N3847N1	15,2	19,4	6,0	1180	4,5	13	0,60	4,5	20,8	75*	133,3	128,2	3,2	6,9
5	HOWO-ZZ3257N3847N1	15,2	22,2	7,4	1100	5,5	18	0,58	5,5	18,3	75*	134,5	131,6	2,2	6,1
6	HOWO-ZZ3257N3847N1	15,2	21,3	8,0	1120	6,0	20	0,63	5,0	18,0	75*	133,3	131,0	1,8	6,3
7	SHACMAN-SX3256DR384	14,1	26,4	6,8	1180	4,5	19	0,60	4,5	14,2	81*	151,1	146,6	3,1	5,7
8	SHACMAN-SX3256DR384	14,1	25,2	8,1	1100	5,5	22	0,58	4,0	15,0	81*	147,3	144,0	2,3	5,8
9	SHACMAN-SX3256DR384	14,1	24,7	8,9	1120	6,0	23	0,63	4,0	15,6	81*	148,3	144,0	3,0	6,0

* – норма путевого расхода топлива определена расчетным путем

Таблица 2

**Результаты испытаний автомобилей-самосвалов
на топливную экономичность при движении без груза в горных условиях**

№	Марка самосвального автомобиля	Снаряженная масса автомобиля, т	Фактический расход топлива, л	Высота над уровнем моря, м	Плечо перевозки, км	Время движения без груза, мин	Средний уклон дороги, %	Фактическая скорость движения автомобиля, км/ч	Норма путевого расхода топлива, л/(100 км)	Фактический путевой расход топлива, л/(100 км)	Расчетное значение путевого расхода топлива, л/(100 км)	δ, %
2	БелАЗ-7540В	22,9	8,2	1100	5,5	16	- 0,58	20,6	132,5	149,1	150,6	1,0

Продолжение табл. 2

**Результаты испытаний автомобилей-самосвалов
на топливную экономичность при движении без груза в горных условиях**

№	Марка самосвального автомобиля	Снаряженная масса автомобиля, т	Фактический расход топлива, л	Высота над уровнем моря, м	Плечо перевозки, км	Время движения без груза, мин	Средний уклон дороги, %	Фактическая скорость движения автомобиля, км/ч	Норма путевого расхода топлива, л/(100 км)	Фактический путьевой расход топлива, л/(100 км)	Расчетное значение путевого расхода топлива, л/(100 км)	δ, %
3	БелАЗ-7540В	22,9	9,2	1120	6,0	18	-0,63	20,0	132,5	153,3	149,9	2,3
4	HOWO-ZZ3257N3847N1	15,2	3,9	1180	4,5	7	-0,60	25,9	75*	86,7	85,6	1,3
5	HOWO-ZZ3257N3847N1	15,2	4,8	1100	5,5	10	-0,58	30,3	75*	87,3	85,3	2,3
6	HOWO-ZZ3257N3847N1	15,2	5,2	1120	6,0	12	-0,63	30,0	75*	88,3	84,8	4,1
7	SHACMAN-SX3256DR384	14,1	4,2	1180	4,5	10	-0,60	27,0	81*	93,3	92,4	1,0
8	SHACMAN-SX3256DR384	14,1	5,2	1100	5,5	11	-0,58	30,0	81*	94,5	92,1	2,6
9	SHACMAN-SX3256DR384	14,1	5,6	1120	6,0	12	-0,63	30,0	81*	93,3	91,6	1,8

Таблица 3

Результаты испытаний на топливную экономичность автомобиля БелА-37540В за одну поездку в горных условиях (базовая норма путевого расхода топлива 132,5 л / (100 км) при снаряженной массе 22,9 т.)

№	Масса груза, т	Высота над уровнем моря, м	Плечо перевозки, км	Время движения за езду, мин	Общее время погрузки и выгрузки, мин	Средняя скорость движения автомобиля за езду, км/ч	Фактический расход топлива заездку, л	Фактический путьевой расход топлива за езду, л/(100 км)	Расчетное-значение путевого расхода топлива за езду, л/(100 км)	δ, %	Фактический транспортный расход топлива за езду, л/(100 т км)
1	30,5	1180	4,5	48	8,0	11,2	16,8	186,7	186,0	0,4	6,1
2	30,0	1100	5,5	55	9,0	12,0	20,5	186,4	185,3	0,6	6,1
3	28,8	1120	6,0	68	8,0	10,6	22,1	184,2	184,0	0,1	6,4
Ср.	29,8	1150	5,3	57	8,3	11,3	19,8	185,8	185,1	0,4	6,2

Таблица 4

**Результаты испытаний на топливную экономичность
автомобиля HOWO-ZZ3257N3847N1 за одну поездку в горных условиях
(базовая норма путевого расхода топлива 75 л / (100 км)
при снаряженной массе 14,1 т.)**

№	Масса груза, т	Высота над уровнем моря, м	Плечо перевозки, км	Время движения за езду, мин	Общее время погрузки и выгрузки, мин	Средняя скорость движения автомобиля за езду, км/ч	Фактический расход топлива заездку, л	Фактический путьевой расход топлива за езду, л/(100 км)	Расчетное-значение путевого расхода топлива за езду, л/(100 км)	δ, %	Фактический транспортный расход топлива за езду, л/(100 т км)
1	19,4	1180	4,5	26	6,0	20,8	9,9	110,0	106,9	2,9	5,7
2	22,2	1100	5,5	35	7,0	18,8	12,2	110,9	108,4	2,3	5,0
3	21,3	1120	6,0	39	7,0	18,5	13,2	110,0	107,9	1,9	5,2
Ср.	20,9	1150	5,3	33,3	6,7	19,4	11,8	110,3	107,7	2,4	5,3

Таблица 5

**Результаты испытаний на топливную экономичность
автомобиля SHACMAN-SX3256DR384 за одну поездку в горных условиях
(базовая норма путевого расхода топлива 81 л / (100 км)
при снаряженной массе 15,2 т.)**

№	Масса груза, т	Высота над уровнем моря, м	Плечо перевозки, км	Время движения за езду, мин	Общее время погрузки и выгрузки, мин	Средняя скорость движения автомобиля за езду, км/ч	Фактический расход топлива заездку, л	Фактический путьевой расход топлива за езду, л/(100 км)	Расчетное-значение путевого расхода топлива за езду, л/(100 км)	δ, %	Фактический транспортный расход топлива за езду, л/(100 т км)
1	26,4	1180	4,5	36	7,0	15,0	11,0	122,2	118,9	2,8	4,6
2	25,2	1100	5,5	39	6,0	16,9	13,3	118,2	118,6	0,3	4,7
3	24,7	1120	6,0	42	7,0	17,1	14,5	120,8	117,8	2,5	5,2
Ср.	25,4	1150	5,3	39	6,7	16,3	12,9	120,4	118,4	1,7	4,8

Выводы

1. Предложены эмпирические формулы для определения путевого расхода топлива грузовыми автомобилями в условиях горных карьер.

2. Рассчитаны значения путевого расхода топлива для автомобилей-самосвалов марок БелАЗ-7540В, HOWO-ZZ3257N3847N1 и SHACMAN-SX3256DR384 для различных маршрутов их движения и в различных дорожных условиях. Результаты исследований показывают хорошую согласованность экспериментальных и теоретических данных путевого расхода топлива. Относительное расхождение между фактическим и расчетным значениями путевого расхода топлива варьируется от 0,1 до 2,9.

3. Обоснованы эффективность применения различных марок большегрузных автомобилей-самосвалов, эксплуатируемых в условиях строительства Рогунской ГЭС по фактическому значению транспортного расхода топлива. В среднем за поездку оно составляет для автомобилей-самосвалов марок БелАЗ-7540В, HOWO-ZZ3257N3847N1 и SHACMAN-SX3256DR384 составляет соответственно 6,2, 5,3 и 4,8 л / (100 т км).

4. По фактическому значению транспортного расхода топлива в условиях строительства Рогунской ГЭС, наряду с автомобилем-самосвалом марки БелАЗ-7540В, для выполнения транспортных работ в условиях горных карьеров могут быть рекомендованы также автомобили-самосвалы марок HOWO-ZZ3257N3847N1 и SHACMAN-SX3256DR384.

Библиографический список

1. **Турсунов, А.А.** Управление работоспособностью автомобилей в горных условиях эксплуатации: автореферат диссертации доктора технических наук. – Душанбе: Ирфон, 2003. – 356 с.
2. **Умирзоков, А.М.** Оценка эффективности эксплуатации автомобилей в условиях высокогорья республики Таджикистан / А.М. Умирзоков, А.А. Саибов, Б.Ж. Мажитов, А.Л. Бердиев, Ф.А. Турсунов // Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств: материалы XVIII Международной научно-практической конференции 24-25 ноября 2016. – Владимир: ВЛГУ им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, 2016. – 336 с.
3. **Токарев, А.А.** Топливная экономичность и тягово-скоростные качества автомобиля / А.А. Токарев. – М.: Машиностроение, 1982. – 224 с.
4. **Greene, David L.** How does on-road fuel economy vary with vehicle cumulative mileage and daily use? Transportation Research Part D / David L. Greene, Jun Liu, Asad J. Khattak, Behram Wali, Janet L. Hopson, Richard Goeltz // Transport and Environment. Volume 55, August 2017. – P 142-161.
5. **Конов, М.Ю.** Повышение топливной экономичности двигателя внутреннего сгорания / М.Ю. Конов // Молодой ученый. – 2017. – №24. – С. 155-159.
6. **Gaoxiang, Lou.** Impact of the dual-credit policy on improvements in fuel economy and the production of internal combustion engine vehicles / Lou Gaoxiang, Ma Haicheng, Fan Tijing, KaiChan Hing // Resources, Conservation and Recycling. Volume 156, May 2020. – 104712.
7. **Вахламов, В.К.** Автомобили. Эксплуатационные свойства / В.К. Вахламов. – М: Изд. центр «Академия», 2006. – 240 с.
8. Карьерные самосвалы БелАЗ-7540А, БелАЗ-7540В, БелАЗ-7540С, БелАЗ-7540D, БелАЗ-7540К, БелАЗ-7547, БелАЗ-75471, БелАЗ-75473 и их модификации // Руководство по ремонту 7547-3902080 РС. – Республика Беларусь: Завод, 2013. – 368 с.
9. Погода в Таджикистане /районы республиканского подчинения/ Рогун [Электронный ресурс], - режим доступа: <http://tajikistan.pogoda360.ru/603282/> (дата обращения: 19.10.2019).
10. ООО «ТехКомплектСервис» / Технические характеристики / самосвалы HOWO-ZZ3257N3847N1 и SHACMAN-SX3256DR384 [Электронный ресурс], - режим доступа: <https://tehkomservis.ru/> (дата обращения: 19.12.2019).
11. ГОСТ 20306-90. Автотранспортные средства. Топливная экономичность. Методы испытания. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 34 с.
12. ГОСТ Р 58137-2018 Дороги автомобильные общего пользования. Руководство по оценке риска в течение жизненного цикла. – М.: Изд-во стандартов, 2018. – 52 с.
13. **Филькин, Н.М.** Основы теории исследования эксплуатационных свойств автомобиля / Н.М. Филькин, Р.Ф. Шаихов, И.П. Буянов. – Пермь: ФГБОУ ВО Пермская ГСХА, 2016. – 241 с.
14. **Jamous, Wael.** Assessing travel time reliability implications due to roadworks on private vehicles and public transport services in urban road networks. / Wael Jamous, Chandra Balijepalli // Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition). Volume 5, Issue 4, August 2018. – P. 296-308.

*Дата поступления
в редакцию: 14.03.2020*

A.M. Umirzokov¹, K.T. Mambetalin², S.S. Saydulozoda², Sh.K. Samiev³

MODELING OF FUEL CONSUMPTION BY HEAVY CARS IN MOUNTAINS OPERATING OF CONDITIONS

Tajik Technical University named after academician M.S. Osimi¹

South Ural State University²

DAO «Basic Construction» OJSC Rogun HPP³

Purpose: Substantiation and estimation of road and transport fuel consumption in the construction of the heavy vehicles – dump trucks Rogun Hydroelectric Power Plant.

Construct/methodology/approach: Taking into account the main factors that form the traveling and transportation costs of fuel of heavy-duty mining dump trucks operating in difficult mountain conditions, empirical formulas are proposed, on the basis of which graphs of the fuel economy of the BelAZ-7540B car are built when driving with cargo, without cargo, and also for one trip for a particular route movement in mountain quarries.

Conclusions: The values of the ride fuel consumption for dump trucks of the BelAZ-7540B, HOWO-ZZ3257N3847N1 and SHACMAN-SX3256DR384 brands for various routes of movement. The efficiency of the use of various brands of heavy trucks dump trucks operating in the conditions of the construction of the Rogun HPP on the actual values of the transport fuel consumption is substantiated. The actual value of the transport fuel consumption during the construction of the Rogun HPP on average per ride for the BelAZ-7540B, HOWO-ZZ3257N3847N1 and SHACMAN-SX3256DR384 dump trucks is 6,2, 5,3 and 4,8 l/(100 t km), respectively.

Limitations/implications research: The relative discrepancy between the actual and estimated values of the line fuel consumption varies from 0,1 to 2,9.

Originality/value: In determining the estimated value of the traveling and transport fuel consumption, a dynamic coefficient was introduced taking into account the complexity of the operating conditions in mountain quarry roads. Research will allow according to the actual value of transport fuel consumption during the construction of the Rogun HPP along with a BelAZ-7540B dump truck, HOWO-ZZ3257N3847N1 and SHACMAN-SX3256DR384 dump trucks.

Key words: cars, fuel consumption, mountain conditions, road incline, complexity of operating conditions, dynamic coefficient, efficiency.