

УДК 630*383.7

Ф.А. Павлов, В.В. Казанцев, М.А. Мясоедов

Павлов Фридрих Алексеевич родился в 1934 г., окончил в 1957 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, старший научный сотрудник по специальности «Автомобильные дороги», профессор кафедры промышленного транспорта Архангельского государственного технического университета, член-корреспондент РАЕН, изобретатель СССР, засл. работник лесной промышленности РФ. Имеет около 100 печатных работ по проблемам создания эффективной лесо-транспортной сети, ленточных дорожных покрытий.



РАЗРАБОТКА НОРМ РАСХОДА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ПРОБЕГ ЛЕСОВОЗНОГО АВТОПОЕЗДА

Разработаны нормы расхода дизельного топлива на вывозке древесины автопоездами при различных условиях эксплуатации.

Ключевые слова: топливо, нормы, расход, транспортная работа, сортименты, автопоезд, магистраль, ветка, ус.

Лесозаготовительные предприятия являются крупнейшими потребителями топлива и смазочных материалов. Топливо затрачивается на заготовку древесины, ее вывозку и различные перевозки. Наибольшее количество топлива потребляет автомобильный транспорт на вывозке древесины из лесосек.

Цель наших исследований – разработать нормы расхода топлива при вывозке в ОАО «Усть-Покшеньгский ЛПХ». В леспромхозе только на топливо для лесовозных автомобилей в 2002 г. на вывозке затрачено 5318,3 тыс. р. Снижение расхода на 10 % дает экономию более 500 тыс. р. Одним из путей экономии топлива является повышение уровня его нормирования, т.е. разработка для каждого маршрута вывозки (перевозки) технически обоснованных индивидуальных норм расхода с учетом имеющихся дорожных условий, типа подвижного состава и базисных норм расхода. Однако базисные нормы учитывают усредненные условия вывозки леса на предприятии. Кроме того, их нельзя применять к модифицированным автомобилям. Например к тем, у которых проведена замена двигателя, как это сделано в Усть-Покшеньгском леспромхозе: практически на всех лесовозных автомобилях МАЗ-5434 двигатель ЯМЗ-236 заменен на ЯМЗ-238 и др.

Для разработки более обоснованных норм расхода с учетом условий данного предприятия сотрудниками кафедры промышленного транспорта АГТУ были проведены хронометражные наблюдения* и контрольные замеры расхода дизельного топлива лесовозными поездами на базе автомобилей МАЗ. Замеры проводили в летних и зимних условиях эксплуатации. Окончательно нормы расхода топлива устанавливали на основе фактических за-

* В проведении хронометражных наблюдений и замеров топлива принимал участие учебный мастер кафедры промышленного транспорта В.В. Прокин.

меров и теоретических расчетов за счет сопоставления и вывода уточняющих коэффициентов.

На *первом этапе* для расчета расхода было применено уточненное уравнение Н.Я. Говорущенко [1], которое устанавливает зависимость удельного расхода топлива (л/100 км) от типа дорог и состояния дорожного покрытия, скорости движения автопоезда.

На *втором этапе* была использована методика нормированного расхода топлива и ГСМ по Р3112194-0366-03, которая является основным нормативным документом и согласно которой производится расчет норм удельного расхода топлива на автопоезд.

На *третьем этапе* проведено сравнение результатов, полученных по двум выше перечисленным методикам, с фактическим удельным расходом топлива. Выведены коэффициенты повышения (снижения) удельного расхода топлива в зависимости от дорожных условий. Проверена зависимость расхода топлива от полезной нагрузки.

На *четвертом этапе* рассчитаны удельные нормы расхода топлива (л/100 км) и сверены с фактическими данными.

На *пятом этапе* рассчитаны нормы расхода топлива (л/м³) при работе гидроманипулятора.

Аналитически удельный расход топлива Q_T автопоездом рассчитывают по формуле

$$Q_T = \frac{g_e [G_a (\omega_f + gi) + 0,077kFv_a^2]}{36 \cdot 10^3 \eta_{тр} \rho_T},$$

где g_e – удельный расход топлива, г/кВт·ч; в зависимости от числа оборотов двигателя и затраченной мощности $g_e = 220 \dots 245$ г/кВт·ч;

G_a – расчетная масса автопоезда, т;

ω_f и gi – удельные сопротивления соответственно качению и от уклона, Н/т;

kF – фактор обтекаемости автопоезда (МАЗ-54329 + полуприцеп), $kF = 3,0$ Н·см²·м⁻²;

k – коэффициент сопротивления воздушной среды, Н·см²·м⁻⁴;

F – лобовая площадь автомобиля, м²;

v_a – скорость автомобиля, км/ч;

$\eta_{тр}$ – КПД трансмиссии, $\eta_{тр} = 0,85$;

ρ_T – плотность топлива, $\rho_T = 0,825$.

Нормативный расход топлива G_n (л) по методике Р3112194-0366-03 определяют по уравнению

$$Q_n = 0,01(H_{san}S + H_w W)(1 + 0,01D), \quad (1)$$

где H_{san} – норма расхода топлива на пробег автопоезда, л/100 км,

$$H_{san} = H_s + H_g N_p;$$

H_s – базовая норма расхода топлива, л/100 км;

H_g – норма расхода топлива на дополнительную массу прицепа или

полуприцепа, л/100 т·км;
 N_p – собственная масса полуприцепа, т;
 H_w – норма расхода топлива на транспортную работу, л/100 т·км;
 W – объем транспортной работы, т·км, $W = G_{гр}S_{гр}$;
 $G_{гр}$ – масса груза, т;
 $S_{гр}$ – пробег с грузом, км;
 D – поправочный коэффициент, суммарная относительная надбавка (или снижение) к норме, %.

Результаты расчетов для летнего периода приведены в табл. 1.

Обработка фотохронометражных наблюдений и контрольных замеров расхода топлива позволила установить средние значения расхода топлива и скорости движения автопоездов на вывозке как с грузом, так и без него для различных грунтовых условий и удельного сопротивления качению (табл. 1).

Анализ результатов хронометражных наблюдений показал, что для автопоездов, эксплуатируемых в летних условиях, скорость в порожняко-

Таблица 1

Средние значения удельного расхода топлива в зависимости от сопротивления качению

Тип лесовозной дороги (покрытия)	Удельное сопротивление качению, Н/т	Расход топлива, л/100 км		
		Аналитический метод	РЗ112194	Фактические замеры
Автопоезд № 1				
Магистраль	260	<u>32,7</u>	<u>32,5</u>	<u>33,2</u>
		–	53,9	54,4
Ветка	350	<u>38,0</u>	<u>39,0</u>	<u>46,8</u>
		–	64,7	62,4
Ус	500	<u>49,4</u>	<u>43,9</u>	<u>59,7</u>
		–	72,7	73,8
Автопоезд № 2				
Магистраль	260	<u>41,2</u>	<u>37,0</u>	<u>42,2</u>
		–	61,3	67,1
Ветка	400	<u>50,4</u>	<u>44,4</u>	<u>52,4</u>
		–	73,6	73,9

Примечания. 1. Здесь и далее, в табл. 2 – 5, № 1 – автопоезд на базе автомобиля МАЗ-5551 для вывозки хлыстов; № 2 – МАЗ-4329-020 для вывозки сортиментов. 2. В числителе приведены данные для порожнего хода автопоезда, в знаменателе – для грузового хода с нагрузкой на рейс 20,6 (№ 1) и 23,4 м³ (№ 2).

вом направлении по магистрали составляет 49,7 ... 60,0 км/ч, по ветке – 18,5 ... 54,0 км/ч, по усу – 7,4 ... 11,2 км/ч; в грузовом направлении – соответственно 44,1 ... 55,8; 18,8 ... 23,3; 5,5 ... 10,1 км/ч. Для сортиментоваза скорость движения по магистрали находится в тех же пределах: по ветке – 18,5 ... 11,1 км/ч, по усу – 5,5 ... 10,1 км/ч соответственно для порожнего и грузового направления. По хронометражным данным в зимних условиях для

автопоездов получены такие же значения скорости движения, что и в летних условиях.

Основными причинами снижения скорости движения автопоезда и, следовательно, увеличения расхода топлива на временных дорогах по сравнению с магистралью является их низкое техническое состояние, вынуждающее автопоезд двигаться по ним на низших передачах.

По полученным результатам выведен поправочный коэффициент повышения (снижения) норм расхода топлива в зависимости от удельного сопротивления качению по уравнению

$$D = \frac{H_{м,в,у}}{H_d} 100,$$

где $H_{м,в,у}$ – удельный расход дизельного топлива соответственно на магистрали, ветке или усе, л/100 км;

H_d – удельный расход топлива на дороге, л/100 км.

Результаты приведены в табл. 2.

Таблица 2

Значения поправочных коэффициентов (%) в зависимости от дорожных условий

Тип лесовозной дороги (покрытия)	Поправочный коэффициент, %, для автопоезда					
	№ 1		№ 2		№ 3	
	Порожний ход	Грузовой ход	Порожний ход	Грузовой ход	Порожний ход	Грузовой ход
Лето						
Дорога (магистраль)	0	0	0	0	–	–
Ветка	16/41	15	22/24	10	–	–
Ус	51/80	36	–	–	–	–
Зима						
Магистраль	-15/8	-10	-18/18	-7	-19/14	-9
Дорога	0	0	0	0	0	0
Ветка	19/15	16	–	–	17/18	–

Примечание. 1. № 3 – автопоезд МАЗ –4329 – 020, оборудованный гидроманипулятором. 2. В числителе приведены расчетные коэффициенты, в знаменателе – фактические.

По полученным результатам приняты следующие поправочные коэффициенты: летом при движении автопоезда по веткам расход топлива повышается на 20 %, по усам – на 35 %; зимой при движении по автомагистрали – снижается на 10 %, по веткам и усам – повышается на 18 % .

Расхода топлива в зависимости от полезной нагрузки на рейс определяют линейным уравнением

$$H_r = H_n + H_w P,$$

где H_r и H_n – расход топлива соответственно при движении автопоезда с

грузом и без него, л/100 км;

P – нагрузка на рейс, т,

$$P = Q_B \gamma;$$

Q_B – нагрузка на рейс, м³;

γ – плотность древесины, $\gamma = 0,8$ т/м³.

Отсюда определена норма расхода топлива (л/100 т·км) на транспортную работу:

$$H_w = \frac{H_r - H_n}{P}.$$

Результаты расчетов приведены в табл. 3.

Из результатов расчетов следует $H_w = 1,3$ л/100 т·км, что соответствует нормативному значению.

Расход топлива при движении автопоезда по дороге определяют по уравнению

$$H_s = \frac{H_n}{1 + 0,01D},$$

Таблица 3

Определение удельного расхода топлива на транспортную работу

Показатель	Значение показателя для автопоезда		
	№ 1	№ 2	№ 3
H_n , л/100 км	35,6/38,9	42,6/43,0	-/43,4
H_r , л/100 км	55,1/62,4	67,5/67,5	-/69,3
P , т	16,48/16,32	18,72/18,56	-/18,08
H_w , л/100 т·км	1,2/1,3	1,4/1,5	-/1,4

Примечание. Здесь и далее, в табл. 4, в числителе приведены данные для летнего периода, в знаменателе – для зимнего.

где H_s – расход топлива при движении по дороге, л/100 км;

$$D = D_1 + D_5 \frac{S_B}{S} + D_6 \frac{S_y}{S} - D_8 \frac{S_M}{S},$$

D_1 – коэффициент надбавок за работу в зимнее время, $D_1 = 18$ %;

D_5 – коэффициент надбавок при движении по веткам, $D_5 = 20$ %;

D_6 – коэффициент надбавок при движении по усам в период сезонной распутицы, $D_6 = 35$ %;

D_8 – коэффициент снижения при движении по накатанной снежной магистрали, $D_8 = 10$ %;

S , S_B , S_y , S_M – пробег автопоезда соответственно общий, по веткам, по усам, по снежной магистрали, км.

Удельный расход топлива на пробег автопоезда по дороге приведен в табл. 4.

Сравним фактический удельный расход топлива с результатами, полученными аналитическим методом и по нормативной методике:

1. Для автопоезда № 1 различие фактического расхода топлива по сравнению с аналитическим составило 1,5 %, с нормативным – 2,2 %. Принимаем норму расхода топлива $H_{san} = 33,0$ л/100 км.

2. Для автопоезда № 2 различие составило соответственно 1,5 и 10,5 %. Принимаем $H_{san} = 40,0$ л/100 км.

Таблица 4

Удельный расход топлива (л/100 км) на пробег автопоезда по дороге

Показатель	Значение показателя для автопоезда		
	№ 1	№ 2	№ 3
$H_{п}$, л/100 км	35,6(33,7)/38,9	42,6/43,0	-/43,4
S , км	415,9/393,0	327,2/219,5	-/227,9
$S_{м}$, км ($D_1 = -10$ %)	-/185,4	-/201,9	-/183,7
$S_{в}$, км ($D_5 = 20$ %)	36,4/102,3	18,4/17,6	-/1,7
$S_{г}$, км ($D_6 = 35$ %)	22,6/-	-	-
D_1 , %	-/18,0	-/18,0	-/18,0
H_s , л/100 км	34,3(32,5)/32,8	42,1/38,9	-/39,4
Средний расход H_s , л/100 км	33,2	40,3	39,4

Примечание. Данные в скобках получены при ходе автопоезда с грузом.

Таблица 5

Показатели расхода топлива, затрат времени автопоездом при погрузке сортиментов манипулятором*

Показатель	Значение показателя для автопоезда			
	№ 1	№ 2	№ 3	Среднее
Расход топлива, л	4,5	3,7	5,7	4,63
Затраты времени, с	3320	2595	3850	3255
Объем воза, м ³	22,9	21,9	23,1	22,6
Удельный расход топлива, л/м ³	0,196	0,168	0,246	0,204
Часовой расход топлива, л/ч	4,88	5,13	5,33	5,12

* Норма расхода топлива при погрузке манипулятором $H_m = 0,20$ л/м³.

3. Для автопоезда № 3 различие составило соответственно 15,0 и 0,3 %. Принимаем $H_{san} = 39,5$ л/100 км.

Нормированный расход топлива по данным хронометражных наблюдений определяем по формуле (1):

для автопоезда № 1 – $Q_n = 65,95$ л; фактический расход топлива за рейс 65,3 л, т.е. различие составило 0,20 %, что вполне приемлемо;

для автопоезда № 2 – $Q_n = 69,15$ л; фактический расход топлива за рейс 71,4 л, т.е. различие составило 3,25 %, что вполне приемлемо;

для автопоезда № 3 – $Q_n = 87,40$ л; фактический расход топлива за рейс 86,7 л, т.е. различие составило 0,80 %, что вполне приемлемо.

Результаты обработки материалов фотохронометражных наблюдений и контрольных замеров расхода топлива автопоездом на погрузке сортиментов манипулятором приведены в табл. 5.

Разработанные нормы и надбавки к ним (*D*) позволяют определять расход топлива на вывозке при различных условиях эксплуатации, что важно при нормировании расхода горюче-смазочных материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Говорущенко, Н.Я.* Экономия топлива и снижение токсичности на автомобильном транспорте [Текст] / Н.Я. Говорущенко. – М.: Транспорт, 1990. – 135 с.
2. Нормы расхода топлива и смазочных материалов на автомобильном транспорте [Текст]: рук. документы Р3112194-0366-03. – М.: Мин-во транспорта РФ, 2003. – 48 с.
3. Сборник норм расхода топлива и смазочных материалов на лесозаготовительные машины [Текст]: практ. пособие. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2002. – 35 с.

Архангельский государственный
технический университет

Поступила 01.02.04

F.A. Pavlov, V.V. Kazantsev, M.A. Myasoedov

Development of Consumption Rate of Diesel Oil for Run of Logging Trailer Unit

The consumption norms of diesel oil are developed for wood hauling by logging trailer units under different operating conditions.
