

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 лесотранспортной 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/м<sup>3</sup>) 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;

$\omega_f$  и  $gi$  – удельные сопротивления соответственно качению и от уклона, Н/т;

$kF$  – фактор обтекаемости автопоезда (МАЗ-54329 + полуприцеп),  $kF = 3,0$  Н·см<sup>2</sup>·м<sup>-2</sup>;

$k$  – коэффициент сопротивления воздушной среды, Н·см<sup>2</sup>·м<sup>-4</sup>;

$F$  – лобовая площадь автомобиля, м<sup>2</sup>;

$v_a$  – скорость автомобиля, км/ч;

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

$\rho_T$  – 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 м<sup>3</sup> (№ 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 сортиментовоза 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, м<sup>3</sup>;

$\gamma$  – плотность древесины,  $\gamma = 0,8$  т/м<sup>3</sup>.

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 voза, м <sup>3</sup>	22,9	21,9	23,1	22,6
Удельный расход топлива, л/м <sup>3</sup>	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/м<sup>3</sup>.

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.

---