

РЕЖИМЫ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ И ТРАНСМИССИИ АВТОМОБИЛЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА

Интенсивность движения на автомобильных дорогах всех категорий постепенно возрастает. Поэтому в настоящее время автомобили движутся в основном в составе транспортного потока. При этом их режимы движения обусловлены не только дорожными условиями, но и параметрами транспортного потока. Так, например, при движении серийных автомобилей на двухполосных дорогах в составе транспортного потока с интенсивностью 400...500 авт/ч их скорости уменьшаются на 25...35 %, пробег на низких ступенях КП повышается примерно на 40 %, путевой расход топлива увеличивается на 15...20 % по сравнению с аналогичными параметрами при свободном движении.

При исследовании режимов движения автомобилей в транспортном потоке автотранспортные средства целесообразно разделить на три группы: высокоскоростные; среднескоростные и низкоскоростные. Это деление является условным, поскольку оно не связано непосредственно со скоростными свойствами автомобилей, а зависит от соотношения скоростей транспортного потока и отдельных автомобилей. В теории транспортных потоков принято [1] к низкоскоростным автомобилям относить те, скорость которых меньше скорости, соответствующей 15 %-й обеспеченности по кумулятивной кривой распределения скоростей движения автомобилей в заданном сечении дороги. К высокоскоростным относятся автомобили, скорости которых больше 80 %-й обеспеченности.

Наблюдения показывают, что транспортный поток на дорогах состоит из отдельных групп автомобилей. Группа — это колонна автомобилей, отделенная от впереди и сзади идущих групп временным интервалом, большим 8...10 с. Одной из основных причин образования групп в транспортном потоке является разнородность скоростных свойств отдельных автомобилей. По мере увеличения интенсивности потока количество групп автомобилей уменьшается. Параметры движения групп определяются лидером — головным автомобилем. Наиболее характерными лидерами являются: I — грузовой автомобиль; II — автопоезд; III — два грузовых автомобиля; IV — автопоезд и грузовой автомобиль; V — два автопоезда. На рис. 1, а представлена гистограмма распределения частоты видов групп автомобилей в зависимости от их лидера, а на рис. 1, б — распределение вероятностей интервалов между группами.

Для определения степени влияния состава потока на скорость его движения был проведен множественно-регрессионный анализ скоростей движения потоков при разных составах. На рис. 2 приведена средняя скорость движения транспортных потоков, имеющих разный состав, по дорогам пересеченной местности.

Анализ позволил установить следующие формулы для определения скорости групп транспортного потока в зависимости от его состава:

$$v_{гг} = 1,2 v_{св} - 105 \cdot 10^{-5} v_{св} N_a + 66 \cdot 10^{-8} v_{св} N_a^2 \quad (1)$$

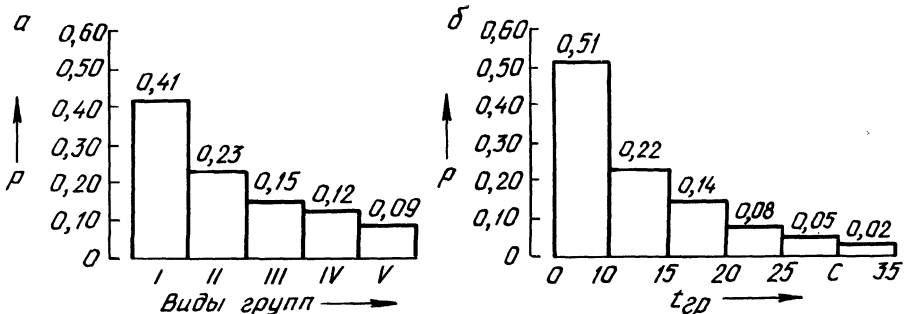


Рис. 1. Гистограмма распределения частоты видов групп автомобилей в зависимости от их лидера (а) и распределение вероятностей интервалов между группами (б)

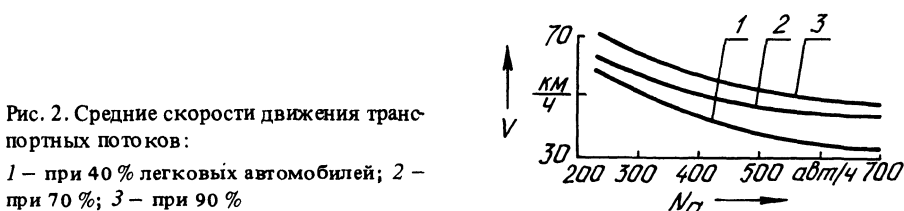


Рис. 2. Средние скорости движения транспортных потоков:
1 – при 40 % легковых автомобилей; 2 – при 70 %; 3 – при 90 %

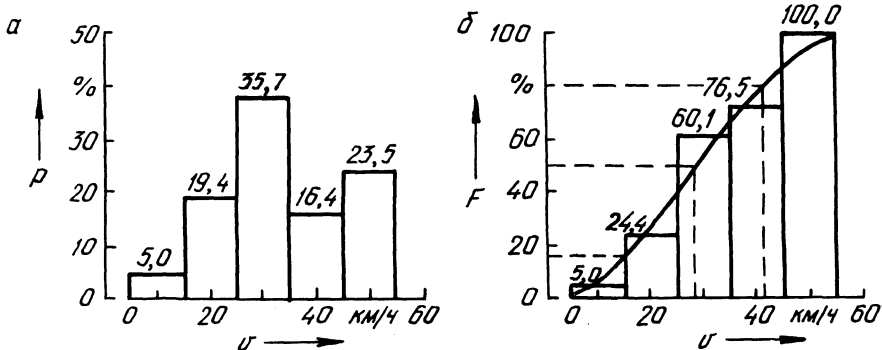


Рис. 3. Гистограмма распределения (а) и кумулятивная кривая функции распределения значения сходимостей автомобилей в транспортном потоке (б) при $N_a = 400 \dots 500$ авт/ч

при составе: 5 % – высокоскоростные; 70 % – среднескоростные; 25 % – низкоскоростные;

$$v_{\Pi} = 1,25 v_{св} - 124 \cdot 10^{-5} v_{св} N_a + 78 \cdot 10^{-8} v_{св} N_a^2 \quad (2)$$

при составе: 50 % – высокоскоростные; 30 % – среднескоростные; 20 % – низкоскоростные;

$$v_{\Pi} = 1,3 v_{св} - 147 \cdot 10^{-5} v_{св} N_a + 101 \cdot 10^{-8} v_{св} N_a^2 \quad (3)$$

при составе: 80 % – высокоскоростные; 15 % – среднескоростные; 5 % – низкоскоростные.

Табл. 1. Режимы работы двигателя и КП автомобилей в транспортном потоке с математическим ожиданием продольных уклонов подъемов и спусков $m_i = 10...15 \%$

Марка автомобиля	Интенсивность движения, авт/ч	Диапазон изменения математического ожидания положения ОУПТ*, %	Рабочий диапазон частоты вращения коленчатого вала двигателя, мин ⁻¹	Доля пробега на передачах (% от общего пробега)						
				II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Газ-24	До 200	50...70	2200...2800	10...15	85...90					
	200...400	40...60	1800...2200	20	80					
	500...700	30...40	1600...2000	40...50	50...60					
УАЗ-451	До 200	75...80	2500...3000	25...30	70...75					
	200...400	60...70	2000...2500	30	70					
	500...700	50...60	1800...2300	70...75	25...30					
ЗИЛ-130	До 200	70...90	2300...2800	5	50...55	40...45				
	200...400	50...70	2200...2500	5	60...65	30...35				
	500...700	40...50	2700...3000	10	70	20				
КАЗ-4540+ПР	До 200	80...90	2000...2800					30	40	30
	200...400	80...90	2000...2400					25...30	65...70	30
	500...700	70...80	1800...2200					40	50	10

*ОУПТ — орган управления подачей топлива.

Табл. 2. Режимы работы двигателя и КП автомобилей в транспортном потоке с математическим ожиданием продольных уклонов подъемов и спусков $m_i = 20...25 \%$

Марка автомобиля	Интенсивность движения, авт/ч	Диапазон изменения математического ожидания положения ОПТУ, %	Рабочий диапазон частоты вращения коленчатого вала двигателя, мин ⁻¹	Доля пробега на передачах (% от общего пробега)							
				II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
ГАЗ-24	До 200	70...80	2200...2600		20	80					
	200...400	65...70	1800...2000		20	80					
	500...700	45...50	1900...2100		50...60	40...50					
УАЗ-451	До 200	80...90	2500...2700		30	70					
	200...400	70...75	1800...2000		35...40	60...65					
	500...700	50...60	2500...3000		70	30					
ЗИЛ-130	До 200	80...90	2800...3000		40...45	55...60					
	200...400	70...90	2800...3000		50...60	40...50					
	500...700	60...80	2500...2800		70...80	20...30					
КАЗ-4540+ГР	До 200	80...90	2300...2500				50...55	50...60			
	200...400	80...90	2300...2500				50	50			
	500...700	80...90	2200...2500				55...60	40...45			

В этих формулах $v_{св}$ — скорость свободного движения автомобилей в заданных дорожных условиях, км/ч; N_a — интенсивность движения, авт/ч. Формулы (1)–(3) действительны при интенсивности движения $N_a > 200$ авт/ч.

На рис. 3 показана гистограмма распределения и кумулятивная кривая функции распределения скоростей автомобилей в транспортном потоке при $N_a = 400..500$ авт/ч на полосе дороги, проходящей в пересеченной местности. На рис. 3, б отмечены скорости, соответствующие 15 %-й и 80 %-й обеспеченности. Скорость 50 %-й обеспеченности соответствует средней скорости транспортного потока.

Для количественной оценки влияния параметров транспортного потока на режимы работы двигателя и трансмиссии автомобиля были проведены натурные измерения режимов работы этих агрегатов при разных интенсивностях движения и составе потока. Результаты измерений режимов работы при движении автомобилей по дороге с малым уклоном приведены в табл. 1, а по дороге с уклонами средней величины — в табл. 2.

При движении автомобиля в транспортном потоке по дорогам с малыми уклонами и небольшой интенсивностью ($N_a = 200..400$ авт/ч) распределение доли его пробега на отдельных передачах остается почти таким же, как при свободном движении ($N_a < 200$ авт/ч), а нагрузка на двигатель высокоскоростных автомобилей снижается. Уменьшается также средняя частота вращения коленчатого вала двигателя. Такой характер изменения режимов работы двигателя и трансмиссии высокоскоростных автомобилей объясняется их сравнительно высокой удельной мощностью и динамичностью. С увеличением интенсивности движения свыше $N_a = 500$ авт/ч скорости движения автомобилей в потоке по сравнению со свободным его движением заметно уменьшаются, движение на высших передачах становится невозможным. Поэтому доля пробега автомобилей на промежуточных передачах с увеличением интенсивности движения постепенно возрастает. Одновременно уменьшается нагрузка на двигатель. Аналогичная тенденция, только менее ярко выраженная, наблюдается и у низкоскоростных автомобилей.

При движении транспортного потока по дорогам со средним уровнем неровностей макропрофиля режимы движения высокоскоростных автомобилей остаются практически такими же, как и на дорогах с малым уровнем уклонов. У низкоскоростных же автомобилей возрастает доля пробега на низких передачах.

Наблюдения за движением автомобилей на спусках показывают, что изменение интенсивности потока оказывает влияние на характер режимов движения транспортного потока. При малых интенсивностях (до $N_a = 200$ авт/ч) дистанции между автомобилями в потоке достаточно велики и на спусках с продольным уклоном в пределах $i_c = 15..20\%$ возможно движение в тяговом режиме при нагрузке на двигатель в пределах 20...30 % от полной. С повышением интенсивности потока (до $N_a = 400$ авт/ч) дистанции между автомобилями уменьшаются и приближаются к минимальным по условию безопасности движения. В этих условиях режим работы двигателя циклический: разгон с малой интенсивностью (при нагрузке двигателя до $a = 20..30\%$ от полной), последующий переход на принудительный холостой ход на высоких передачах и торможение колесными тормозами.

Таким образом, при движении в составе транспортного потока легковые автомобили реализуют половину (40...60 %) мощности своего двигателя, а грузовые работают на высоких нагрузочных режимах на промежуточных передачах КП. При этом легковые автомобили при средних интенсивностях потока ($N = 400...500$ авт/ч) 70...80 % общего пробега движутся в составе потока, 20...25 % приходится на обгоны. У грузовых автомобилей и автобусов на движение в составе потока приходится 85...90 %, а на обгоны — 10...15 %.

При движении автомобиля в транспортном потоке должны оптимально совмещаться два противоречивых требования: максимальная топливная экономичность при движении в составе транспортного потока и высокие скоростные свойства при свободном движении, совершении обгонов и преодолении повышенного сопротивления движению.

Интенсивность и состав транспортных потоков оказывают существенное влияние на основные технико-экономические показатели автомобиля и нагруженность его двигателя и трансмиссии. Поэтому выбор параметров, определяющих тягово-скоростные и топливно-экономические свойства автомобиля, должен производиться с учетом особенностей его движения в транспортном потоке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. С и л ь я н о в В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организация движения. М., 1977.

УДК 629.114.6-592-82

Ф.Л. ПЕКЕР, канд. техн. наук,
Л.Г. КЛЕНИЦКАЯ, В.Г. ГРИНЕВИЧ (БПИ)

ДИНАМИКА ПИТАЮЩЕЙ ЧАСТИ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРИВОДА АНТИБЛОКИРОВОЧНОЙ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ

Обеспечение эффективной работы антиблокировочной тормозной системы (АБС) легкового автомобиля во всем диапазоне эксплуатационных условий зависит от рационального выбора параметров узлов питающей части АБС — гидронасоса с приводом от электродвигателя и аккумулятора. На рис. 1 приведена принципиальная схема гидропривода с АБС, который может применяться в тормозной системе легкового автомобиля (показан только один контур привода).

Для математического описания динамических процессов в питающей части рассматриваемого тормозного привода были приняты следующие допущения [1]: пренебрегается влияние волновых процессов, происходящих в гидравлических магистралях; плотность, вязкость, температура и объем неразтворенного воздуха в рабочей жидкости в течение переходного процесса не изменяются.