

делить необходимость использования устройств, обеспечивающих поддержание температуры охлаждающей жидкости в заданных пределах с целью получения наибольшей мощности, экономичности и долговечности двигателя на всех режимах его работы. По приведенной методике может быть построена расчетная тягово-температурная характеристика имеющегося или проектируемого трактора на любых агротехнических фонах, горизонтальной поверхности и склонах с учетом изменяющихся параметров трактора и двигателя, и проведен полный анализ тяговых, мощностных, экономических и температурных параметров трактора.

Литература

1. Г у с ь к о в В.В. Тракторы. – Минск, 1977, с. 164. 2. Л ь в о в Е.Д. Теория трактора. – М., 1952, с. 183. 3. Построение тяговой характеристики трактора на поперечном склоне/ И.П.К с е н е в и ч, А.И.Я к у б о в и ч, П.А.А м е л ь ч е н к о, В.В.Г у с ь к о в, – Тракторы и сельхозмашины, 1978, № 3, с. 5. 4. Г а в р и л о в А.К. Системы жидкостного охлаждения автотракторных двигателей. – М., 1966, с. 50.

УДК 621.431.73

Г.М.Кокин, проф.
(БПИ)

ЭНЕРГОНАСЫЩЕННОСТЬ И СКОРОСТНЫЕ КАЧЕСТВА АВТОБУСОВ

Транспортная производительность автобусов определяется вместимостью (числом пассажиров, включая стоящих) и средней эксплуатационной скоростью. Вместимость принимается, исходя из ожидаемого потока пассажиров, с учетом назначения (городской, междугородный) и ограничивается величиной общей массы, связанной с нагрузкой на ось. Нагрузка на одну ось по ГОСТу не должна превышать для дорог класса А 10 т и для дорог класса Б 6 т.

На среднюю эксплуатационную скорость влияют дорожные условия, организация и безопасность движения; основным определяющим фактором является средняя техническая скорость. Для городских автобусов важную роль играют расстояние между остановками, простой при посадке пассажиров, под светофорами и т.д. Для таких автобусов высокая максимальная скорость не может быть использована и большое значение имеет величина динамического фактора, обеспечивающая короткое время разгона.

Для других автобусов дальнейшее повышение транспортной производительности возможно за счет повышения средней технической скорости. Способность автобуса быстро разогнаться и иметь достаточно высокую техническую скорость зависит от мощности установленного на автобусе двигателя и принятых скоростных данных на основных передачах трансмиссии.

В настоящее время автобусы классифицируют по общей длине и назначению. Общая длина в определенной степени, в зависимости от назначения, ха-

рактирует вместимость и полную массу автобуса. По общей длине автобусы делятся на особо малые — длиной от 3 до 6 м, малые — от 6 до 8 м, средние — от 8 до 10 м, большие — от 10 до 12 м, особо большие и сочлененные — длиной от 16,5 до 18 м; по назначению — на городские, пригородные, общие, междугородные или туристские и специальные.

При исследовании энергонасыщенности автобуса наиболее удобный показатель — удельная мощность, представляющая отношение максимальной мощности (в киловаттах) к полной массе автобуса с пассажирами (в тоннах). Вторым основным показателем является развиваемая техническая скорость при коэффициенте суммарного дорожного сопротивления $\psi = f \cos \alpha \pm \pm \sin \alpha$, определяющем сопротивление качению с учетом гашения колеблющейся массы автобуса и сопротивление движению от подъема дороги.

Средний коэффициент суммарного дорожного сопротивления по наибольшей математической плотности можно принимать: при контрольных заводских испытаниях на горизонтальном асфальтированном шоссе высшего качества $\psi = 0,015$; для горизонтального асфальтированного или бетонного шоссе $\psi = 0,20$; для асфальтированного шоссе среднего качества по равнинной местности $\psi = 0,033$; для асфальтированного шоссе по холмистой местности или гравийного шоссе по равнинной местности $\psi = 0,042$; для тяжелых дорог — шоссе ниже среднего качества по холмистой местности, грунтовые улучшенные дороги $\psi = 0,076$.

Исследования проводились путем математического моделирования движения автобусов. На ЭЦВМ задавались условия движения для каждого автобуса при переменных сопротивлениях. В зависимости от сопротивления движению и удельной мощности двигателя определялись возможные скорости. Сравнение данных исследований с результатами заводских дорожных испытаний автобусов производства советских предприятий подтвердило достаточную достоверность данных математического моделирования для практических выводов. Исследованиям было подвергнуто 27 автобусов производства советских предприятий и иностранных фирм.

Результаты исследований приведены в табл. 1.

Среди фирменных данных автобуса наибольший интерес представляют тип, общая масса, максимальная скорость и мощность двигателя. В графе 2 под индексами подразумевается: "Г" — городской; "0" — общего назначения; "Т" — туристский, "С" — специальный; "П" — пригородный.

В графе 8 приведена удельная мощность, характеризующая энергонасыщенность. В графах 9—13 представлены технические скорости движения при различных суммарных дорожных сопротивлениях, описанных выше. В графах 14 и 15 приведены максимальный динамический фактор и соответствующая скорость движения на низшей передаче, что определяет возможность преодоления максимальных дорожных сопротивлений и создание ускорения автобусу при трогании. Использование максимального динамического фактора ограничивается сцеплением ведущих колес с дорогой.

Показанное в графе 16 условное время разгона автобуса до скорости 60 км/ч не учитывает времени, затраченного на переключение передач, что при пятискоростной коробке составляет 3—4 с.

Т а б л и ц а 1. Показатели автобусов

Модель, страна, год выпуска	Тип	По данным фирмы						По результатам исследований							
		Число мест		Общая масса, кг	Максимальная скорость, км/ч	Мощность двигателя, кВт/частота вращения коленчатого вала, мин ⁻¹	Удельная мощность, кВт/т	Скорость (км/ч) при различных суммарных дорожных сопротивлениях, характеризующих коэффициентом					Максимальный динамический фактор на низкой передаче коробки передач и соответственная скорость, км/ч	Условное время разгона до скорости 60 км/ч, с	
		общее	для сидения					0,015	0,020	0,033	0,042	0,076			
															Д
Особо малого класса длиной от 3 до 6 м															
Раф-2203, СССР, 1976	Г	11	11	2710	120	70/4500	26,0	110	106	96	84	60	0,26	17	10
Уаз-452В, СССР, 1976	Г	10	10	2690	95	53/4000	17,6	112	112	112	92	71	0,48	10	15,2
Шевролет-31306 США, 1977	С	8	8	3357	136	110/3800	36,0	131	131	125	119	94	0,38	16	16
АуВергер-35Е, ФРГ, 1977	Т	14	14	3650	101	55/4300	15,5	97,0	81,5	75	68	44	0,18	21	18
Малого класса, длиной от 6 до 8 м															
ПаЗ-672, СССР, 1968	Г	23	45	7825	80	85/3200	10,8	83	83	70	54	39	0,33	6	33
КавЗ-685г, СССР, 1975	Г	21	21	6620	80	85/3200	12,8	83	83	76	66	48	0,39	6	27
Александр-1706, Англия, 1976	Г	23	34	6300	77	66/3600	8,4	72	60	57	57	28	0,33	12	66
Фиат-314, Италия, 1976	Т	30	30	9200	100	88/3200	7,4	92	84	74,7	60,4	33	0,93	8	39
Икарус-7Н132, Венгрия, 1976	Т	28	28	9000	92	97/2200	10,8	86	69	59	59	32,5	0,89	11	51
Сузи-370, Япония, 1976	О	22	28	5400	110	107/2300	20,5	110	103	75,5	84	55	0,18	25	13

7*

Среднего класса, длиной от 8 до 10 м

ЛаЗ-697М, СССР, 1975	Т	33	33	10635	85	110/3200	10,3	87	87	72	40	59	0,36	4,0	43
ЛиаЗ-677В, СССР, 1970	Т	38	38	11690	70	110/3200	11,3	83	83	77	60	41	0,28	8	67
ЛиаЗ-677В, СССР, 1973	П	34	66	13820	70	133/3200	9,5	82	82	67	41	18	0,30	6	42
КавЗ-3100, СССР, 1976	Г	23	68	14920	70	110/3200	7,4	80	80	40	44	26	0,19	8	80
Хино-320, Япония, 1976	Г	59	59	8675	90	115/3200	13,1	101	95	74	67	44	0,38	5,1	25
Даймлер Бенц-030310, ФРГ, 1976	Т	37	37	12500	108	142/2500	11,2	103	95	73	70	40	0,29	9	30

Большого класса, длиной 10-12 м

99

ЛаЗ-699Н, СССР, 1964	Т	41	41	12640	102	132/3200	10,5	98	87	60	59	37	0,32	6,4	30
ЛаЗ-695Н, СССР, 1975	Г	34	59	11425	70	110/3200	9,7	91	85	64	56	22	0,27	10	54
Бритиш Лейланд-007, Англия, 1976	П	44	53	14230	80	147/2200	7,4	80	80	74	57	35	0,38	6	32
АМДженерал-9640, США, 1976	Т	53	53	15000	90	193/2100	12,8	90	90	90	61	39	0,35	9	38
МаН-240, ФРГ, 1976	П	53	81	16000	89	176/2300	11,0	89	89	66	61	39	0,30	8	53
Вольво-59, Швеция, 1976	Г	35	90	16000	90	213/2200	10,5	89	89	49	61	39	0,29	9	33
Мисса-20, Япония, 1976	Г	31	94	13000	75	136/2300	10,4	75	75	75	75	40	0,41	5	26
Мерседес, ФРГ, 1976	Т	61	61	16000	115	235/2500	18,4	119	119	89	78	50	0,31	12,4	34

Особо большого класса, длиной свыше 18 м

Ветгер Мерседес-305, ФРГ, 1976	Г	50	151	23000	80	155/2200	6,7	80	78	55	42	20	0,24	6	72
МаН-192, ФРГ, 1976	Г	50	124	22500	74	162/2200	7,2	82	82	59	41	26	0,15	12	54
Икарус-280, Венгрия, 1976	Г	35	148	22500	63	142/2000	6,2	64	64	46	43	21	0,17	10	71

Т а б л и ц а 2. Рекомендуемые показатели скорости при $\psi = 0,033$ и энергонасыщенности

Класс и назначение автобуса	Скорость, км/ч	Энергонасыщенность, кВт/т
Особо малые всех назначений	120	30,0
Малые городские	80	13,0
Малые туристские	100	18,0
Средние городские	80	12,5
Средние туристские	100	16,0
Большие городские	70	10,5
Большие туристские	90	13,5
Особо большие городские, в том числе сочлененные	70	10,0

В результате анализа данных табл. 1 можно сделать следующие обобщения: все упомянутые в таблице автобусы развивают максимальную скорость, рекламируемую фирмой, за исключением РАФ-2203, ФИАТ-314 и ИКАРУС-74132, которые при коэффициенте дорожного сопротивления $\psi = 0,015$ максимальной скорости развивать не могут. Большинство автобусов развивает максимальную скорость, рекламируемую фирмой при дорожном сопротивлении $\psi = 0,020$, а автобусы УАЗ-3452, ЛАЗ-6773, АМДженерал-9640 развивают максимальную скорость при $\psi = 0,033$ — на асфальтированном шоссе среднего качества по равнинной местности. Автобус НИССП-20 развивает максимальную скорость при $\psi = 0,042$.

Особо малые автобусы, выпускаемые на базе использования агрегатов легковых автомобилей и по условиям эксплуатации близкие к ним, имеют высокие энергонасыщенность и скорость движения. У других автобусов для $\psi = 0,033$ при энергонасыщенности от 6,3 до 20 кВт скорость находится в пределах от 55 до 90 км/ч. Для $\psi = 0,042$ при той же энергонасыщенности — в интервале 45—85 км/ч: при $\psi = 0,076$ скорости движения, в зависимости от энергонасыщенности, имеют большой разброс. Здесь значительное влияние оказывает рациональный выбор передаточных чисел низших передач коробки.

С целью обеспечения максимально возможной тяговой силы для трогания и разгона на низшей передаче из условия, что на ведущие колеса приходится 65% общей массы автобуса, и принимая коэффициент сцепления шин ведущих колес с дорогой $\varphi = 0,6$, максимальный динамический фактор по сцепному весу будет равен $D = 0,65 \times 0,6 = 0,39$. Из графы 14 табл. 1 следует, что большинство автобусов не использует возможности увеличения тяговой силы для разгона.

Исходя из предпосылок повышения транспортной производительности автобусов за счет роста средней технической скорости, с учетом существующих ограничений по безопасности движения, на основе исследований можно рекомендовать для движения автобусов по наиболее распространенным дорогам, характеризуемым средним коэффициентом дорожного сопротивления $\psi = 0,033$, скорость движения и энергонасыщенность в зависимости от назначения (см. табл. 2).