

Модуль $M_{\text{пр}}$ определялся по значениям восстанавливающего момента, устраняющего непараллельность опорных плоскостей сжатой пружины. Порядок нахождения восстанавливающего момента ясен из рис. 3. В том случае, если для достижения параллельности опорных плоскостей требовалось прилагать не одну, а две или более восстанавливающих силы, то искомый момент получался после нахождения равнодействующей и плеча ее приложения по известным правилам теоретической механики.

Результаты определения $M_{\text{пр}}$ для партии форсунок из 35 штук представлены на рис. 4 в виде гистограммы распределения значений $M_{\text{пр}}$. Для каждой из пружин определялась также непараллельность торцев пружины в свободном состоянии. Эти опыты позволяют заключить следующее:

величина опрокидывающего момента $M_{\text{пр}}$ для партии обследованных пружин изменяется в широких пределах (2,34 31,46 Н·см);

непараллельность торцев пружины не является определяющим фактором модуля возникающего опрокидывающего момента.

В процессе работы форсунки пространственное положение штанги нестабильно, соответственно изменяются первоначальные значения $M_{\text{экс}}$ и $M_{\text{угл}}$.

В некоторых случаях форсунки, прошедшие испытания на опрессовочном стенде с удовлетворительным качеством распыливания, теряли это качество после непродолжительной работы на двигателе. При этом индикаторы пространственного положения штанги отмечали наличие контакта последней в поясе тарелки с поверхностью отверстия корпуса форсунки. Устранение этого контакта после частичной переборки форсунки возвращало утраченное качество удовлетворительного распыливания.

УДК 621.431.73

Г.М. Кокин, проф.

ЭНЕРГОНАСЫЩЕННОСТЬ И СКОРОСТНЫЕ КАЧЕСТВА ГРУЗОВЫХ АВТОПОЕЗДОВ НА БАЗЕ АВТОМОБИЛЕЙ ПОВЫШЕННОЙ ПРОХОДИМОСТИ И ТЯГИ

Грузовые автопоезда на базе автомобилей и тягачей повышенной проходимости и тяговых свойств можно разбить на две группы. К первой относятся автопоезда, комплектуемые прицепами или полуприцепами для работы на усовершенствованных дорогах, в том числе и на грунтовых в хорошем состоянии. Эти

Таблица 1. Показатели специальных автопоездов на базе ав

№ п/п	Фирма, модель	Назначение	Конфигурация	Общая масса с грузом, кг	Мощность двигателя, кВт. Частота вращения коленчатого вала, об/мин	Удельная мощность, кВт/т
1	УАЗ-450Д	О	4x4	3500	45,8/3800	13,0
2	ГАЗ-66	О	4x4	7800	84,4/3200	11,0
3	ЗИЛ-131	О	6x6	14185	110 /3200	7,8
4	Урал-375Д	О	6x6	23200	132,3/3200	5,7
5	МАЗ-502	О	4x4	21425	88,2/2000	4,1
6	КрАЗ-255Б	О	6x6	49675	176,4/2100	3,6
7	МАЗ-501	Л	4x4	22825	88,2/2000	3,9
8	МАЗ-509	Л	4x4	29000	132,3/2100	4,6
9	МАЗ-509А	Т	4x4	29000	132,3/2100	4,6
10	МАЗ-5434	Л	4x4	33300	195,6/2200	5,9
11	МАЗ-7310-8385	Т	8x8	69000	386 /2000	5,6
12	БелАЗ-540В-5271	С	6x2	75400	331 /1800	4,4
13	БелАЗ-7425-9490	С	6x2	107800	368 /2100	3,4
14	БелАЗ-7420-3690	С	6x4	221000	956 /1500	4,4

поезда комплектуются на базе автомобилей повышенной проходимости с целью использования их тяговых свойств для повышения транспортной производительности путем увеличения грузоподъемности. Тягачи таких поездов, имея другое специальное назначение как одиночные автомобили, при комплектовании в автопоезда каким-либо изменениям не подлежат. Для них должны подбираться рациональные грузоподъемности прицепов и как следствие общий вес поезда. В табл. 1, в графе 3, такие поезда отмечены индексом "О" - общетранспортные.

Ко второй группе относятся автопоезда для специальных условий эксплуатации. Они выпускаются промышленностью и работают в постоянной комплектации с прицепами, их тягачи дру-

томобилей повышенной проходимости и тяги

Максимальная скорость (по данным фирмы), км/ч	Скорость (км/ч) при различных суммарных дорожных сопротивлениях ψ					Максимальный преодолеваемый коэффициент сопротивления дороги и скорость на низшей передаче		$\frac{G_{сч}}{G_{п}}$
	0,015	0,020	0,033	0,42	0,76	ψ	v	
	8	9	10	11	12			
90	93	93	83	76	53	0,56	7,9	0,76
90	89	81	56	52	33	0,66	4,2	0,75
80	80	65	57	44	22	0,47	3,0	0,46
75	77	68	52	34	18	0,47	3,1	0,57
50	54	54	34	24	13	0,35	3,3	0,52
70	50	47	31	16	8,3	0,45	1,9	0,34
45	45	45	35	20	11	0,41	2,5	0,56
60	60	60	40	27	14	0,39	3,0	0,52
70	73	50	32	32	17	0,34	4,9	0,52
70	75	75	47	34	16	0,42	7,1	0,49
60	60	60	60	33	18,2	0,60	2,24	0,50
55	55	55	28	28	16,4	0,25	2,4	0,43
50	50	40	26	20	15	0,22	3,8	-
60	55	46	34	24	14	0,33	2,5	-

того назначения не имеют. В графе 3 таблицы такие поезда отмечены индексами: "Л" - лесовозы, для вывозки леса с лесосек; "Т" - трубовозы, для перевозки плетей труб при строительстве нефте- и газопроводов и "С" - самосвалы для карьерных работ.

Для автопоездов первой группы по назначению основным показателем является транспортная производительность, представляющая произведение полезной грузоподъемности на среднюю эксплуатационную скорость.

Средняя эксплуатационная скорость определяется средней технической скоростью, обусловливаемой конструктивными данными автопоезда.

Для автопоездов второй группы по назначению повышенная транспортная производительность желательна, но главным является способность преодоления возникающих дорожных сопротивлений движению. Техническая скорость и способность на заданной скорости преодолевать дорожные сопротивления зависят от тягово-динамических качеств, определяемых энергонасыщенностью поезда.

Исследовалось 14 поездов советского производства. Для получения сопоставимых результатов исследования велись аналитическим методом, при этом сопоставлением аналитических данных с данными заводских испытаний ряда поездов подтверждена достаточная достоверность получаемых расчетных результатов для практических выводов. Результаты исследований представлены в табл. 1.

В графах 2...8 приведены заводские данные по автопоездам, при этом наибольший интерес вызывают удельные мощности (графа 7): отношение максимальной мощности двигателя в киловаттах к общей массе поезда в тоннах. Удельная мощность определяет энергонасыщенность автопоезда.

В графах 9 - 13 приведены технические скорости движения при различных суммарных дорожных сопротивлениях, характеризуемых коэффициентом $\psi = f \cos \alpha \pm \sin \alpha$.

По результатам дорожных испытаний, проводимых на автомобильных заводах, Центральным полигоном НАМИ, а также по другим исследованиям суммарный коэффициент дорожного сопротивления по наибольшей математической плотности можно принимать:

1) при контрольных заводских испытаниях на горизонтальном асфальтированном шоссе высшего качества как средний $\psi = f = 0,015$;

2) для горизонтального асфальтированного или бетонного шоссе $\psi = f = 0,020 - 0,025$;

3) для асфальтированного шоссе среднего качества по равнинной местности $\psi = 0,033$;

4) для асфальтированного шоссе среднего качества по холмистой местности или для гравийного шоссе по равнинной местности $\psi = 0,042$;

5) тяжелые дороги, гравийное шоссе ниже среднего качества по холмистой местности, грунтовые улучшенные дороги $\psi = 0,076$.

Наиболее трудные режимы на гравийных и грунтовых дорогах в весенне-осенний и дождливый периоды характерны коэф-

фициентом суммарного дорожного сопротивления $\psi = 0,120 - 0,180$.

Для определения способности преодоления таких сопротивлений в графах 14 и 15 табл. 1 приведены максимальные значения ψ и соответствующие ему скорости по силе тяги, развиваемой двигателем на колесах при включении низшей передачи трансмиссии, в том числе низшей передачи и в раздаточной коробке.

Способность преодолевать суммарные дорожные сопротивления по сцеплению ведущих колес с дорогой определяется зависимостью

$$\psi_{\text{сц}} = \frac{G_{\text{сц}}}{G_{\text{п}}} \varphi,$$

где отношение массы, приходящейся на ведущие колеса $G_{\text{сц}}$, и общей массы поезда $G_{\text{п}}$ приведено в графе 16 таблицы, а коэффициент сцепления шин с дорогой φ может колебаться от 0,8 для сухого бетона до 0,2 для обледенелых дорог или покрытых снегом. Для сухих грунтовых дорог можно принимать $\varphi = 0,5$.

Из условий обеспечения безопасности движения максимальная скорость автопоезда на магистральных дорогах может находиться в пределах 80...90 км/ч. При работе на магистральных дорогах автопоезда, обладающие максимальной скоростью менее 65 км/ч, будут сдерживать движение общего потока транспорта. Из моделей, помеченных в таблице индексом "О", предназначенных к использованию на усовершенствованных дорогах, указанным выше условиям не удовлетворяют автопоезда МАЗ-502 и КраЗ-255Б, максимальная скорость которых около 50 км/ч.

Лесовозы, грубовозы и карьерные самосвалы не предназначаются для работы на дорогах общей сети, а поэтому показатель максимальной скорости для них имеет меньшее значение. Для таких поездов больший интерес представляют скорости движения при $\psi = 0,042$ и 0,076. У представленных в таблице поездов (позиции 7...14) при $\psi = 0,042$ скорости наблюдаются от 34 до 20 км/ч, а при $\psi = 0,076$ от 18 до 15 км/ч.

По силе тяги на колесах, создаваемой двигателем, все автопоезда с большим запасом преодолевают дорожные сопротивления, обусловленные $\psi = 0,120 \dots 0,180$, за исключением

автопоезда-самосвала БелАЗ-7425-9490. По сцеплению ведущих колес с дорогой при $\psi = 0,5$ дорожные сопротивления при $\psi = 0,18$ преодолевают все поезда, кроме КрАЗ-255Б.

На основании исследований можно сделать следующие выводы: автопоезда общетранспортного назначения с удельной мощностью 13...11 кВт/т имеют хорошие показатели по транспортной производительности за счет высокой максимальной скорости, находящейся еще в допустимых пределах. Автопоезда с удельной мощностью 4,1...3,6 кВт/т имеют низкую транспортную производительность в связи с малой скоростью движения, в некоторой степени препятствующей их использованию на магистральных дорогах.

Специальные автопоезда - лесовозы, трубовозы, карьерные самосвалы имеют удельные мощности от 5,8 до 3,4 кВт/т и соответственно скорость движения на хороших дорогах 75 - 50 км/ч и на тяжелых дорогах 18...14 км/ч.

Лесовоз МАЗ-5434 с удельной мощностью 5,9 кВт/т на межведомственных испытаниях показал хорошие результаты как по транспортной производительности, так и по преодолению дорожных сопротивлений. На лесных дорогах средняя техническая скорость находилась в пределах 35...20 км/ч. В этих условиях большая скорость не рекомендуется из условий сохранности дороги. Хорошие результаты получены и по расходу топлива на 100 км пути.

Чтобы не иметь простоев из-за буксования ведущих колес на скользких дорогах, на эти колеса должно приходиться не менее 40% об общей массы автопоезда. Это условие не выдержано у поезда КрАЗ-255Б.

При новом проектировании для обеспечения повышенной транспортной производительности поезда общетранспортного назначения следует комплектовать прицепами из условия обеспечения удельной мощности не менее 6 кВт/т.

О.П. Лапотко, В.В. Арсенов,
Я.С. Сачивко, С.Д. Ярош

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОТИВОИЗНОСНЫХ СВОЙСТВ РАБОЧИХ ЖИДКОСТЕЙ ГИДРОПРИВОДОВ МАШИН

Изучение надежности и долговечности объемной гидропередачи трактора МТЗ-80Б при стендовых (ресурсных) и полевых испытаниях в КубНИИТИМе показало, что уровень качества функционирования гидропередачи во многом зависит от параметров качества рабочих жидкостей (масло М10В). Сформулированный в [1] подход к определению качества масла путем оценки и прогнозирования его функциональных свойств предопределил потребность в разработке принципиально новых методов и средств оценки комплексных свойств рабочих жидкостей.

Испытание в насосе предусматривает циркулирование жидкости в гидросистеме с дроссельным нагружением. Источником гидравлической энергии и узлом испытания служит пластинчатый насос по ГОСТ 13 167-67, приводимый во вращение электродвигателем. Пластинчатый насос и элементы гидросистемы (фильтр, теплообменник и др.) выполнены единым блоком с гидросистемой в виде каналов в корпусе и крышке насоса. Регулятором давления служит игольчатый дроссель, встроенный в корпус насоса (авт. свид. № 567118). Для расширения диапазона рабочих параметров и испытания маловязких масел применен грузопоршневой гидроаккумулятор, обеспечивающий повышение работоспособности установки (авт. свид. № 587364). Критерием оценки противоизносных свойств жидкостей является величина износа комплекта пластин насоса при испытании на определенных режимах в течение 50 ч. Техническое решение, обеспечивающее устойчивость параметров испытания установки, позволило сократить объем оцениваемой пробы масла примерно в 10 раз по сравнению с аналогичными установками по методам ASTM D 2882-74 (США), DIN 51389 (ФРГ), BS 5096-74 (Англия) [2] и получать статистически достоверные результаты испытаний вдвое быстрее.

Разработанный метод оценки противоизносных свойств рабочих жидкостей позволяет решать следующие задачи: а) выбор масел для гидроприводов машин по противоизносным свойствам; б) исследование влияния физико-химических свойств жидкостей на их противоизносное свойство; в) определение оптимального срока службы масла гидроприводов машин.

В табл. 1 приведены результаты испытаний ряда гидравлических жидкостей, применяемых в гидроприводах машин, по разработанному методу МП-1 и по принятому в нашей стране методу испытаний на четырехшариковой машине трения по ГОСТ 9490-75. Анализ результатов показывает, что лучшие противоизносные свойства при оценке по обоим методам имеют дизельное масло М10В, гидравлическое А и масло МГЕ-32В, разработанное ВНИИ НП для перспективных мобильных машин с объемными гидроприводами.

Таблица 1. Результаты исследования противоизносных свойств гидравлических жидкостей

№ п / п	Рабочие жидкости	Физико-химические свойства				Испытание по методу МП-1. Весовой износ, мг	Испытание по ГОСТ 9490-75 на ЧШМ трения ϕ пятна, мм
		Вязкость, сСт	Кислотное число, мг КОН/г	Присадка ДФ-11, %	Мех. приме-си, %		
		x_1	x_2	x_3	x_4	у	
1.	Турбинное Тп-22	22	0,02	0	0,003	28,4	0,76
2.	Индустриальное	45	0,35	0	0,007	11,8	0,84
3.	АМГ-10	10	0,05	0	0,001	53,9	1,18
4.	Гидравлическое Р	13	0,05	2,0	0,004	17,6	0,62
5.	Гидравлическое А	26	0,25	2,0	0,004	13,5	0,57
6.	ИГСП-18	18,5	0,50	1,2	0,003	13,9	-
7.	Дизельное М10В	68	0,02	0,9	0,008	6,2	0,46
8.	I -58 "Esso"	27	0,05	0	0,002	36,6	0,30
9.	Индустриальное	20	0,14	0	0,005	43,8	0,92
10.	МГЕ-32В	24	0,89	1,0	0,002	12,1	0,42
11.	Индустриальное	20	0,14	0	0,010	101,7	-
12.	Индустриальное	20	0,14	0	0,020	189,5	-
13.	Дизельное М10В	68	0,02	0,9	0,020	24,1	-
14.	Дизельное М10В	68	0,02	0,9	0,040	42,2	-