

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МОТОР-БАРАБАНОВ В СТЕНДАХ ПРОВЕРКИ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ АВТОМОБИЛЕЙ

В.Н. Прокопьев, А.И. Кудрин

Обосновано использование серийных мотор-барабанов в качестве силовых приводов роликовых стенов проверки тормозных систем автомобилей, рассмотрена возможность контроля тормозов без полной блокировки колес тормозными механизмами автомобиля.

Сравнительно недавно на рынке диагностического оборудования появились универсальные роликовые стенды для контроля тормозных систем легковых и грузовых автомобилей. Такие стенды удобны для оснащения линий государственного технического осмотра, так как позволяют контролировать автомобили без их предварительного разделения по весовым категориям. Применение универсальных стенов целесообразно и в автотранспортных предприятиях с разномарочным подвижным составом.

Однако универсальные стенов имеют значительно большие габариты, чем стенов специализированного назначения с такими же характеристиками. Это связано с тем, что привод универсального стенов рассчитывается исходя из максимальной нагрузки на стенов, а длина беговых роликов - исходя из разности самой широкой внешней и самой узкой внутренней колеи проверяемых автомобилей. Предполагаемая универсальность предопределяет конструкцию стенов с мощным приводом и длинными беговыми роликами. Габариты привода не позволяют разместить его между роликами увеличенной длины, исключая возможность применения компактной, удобной для монтажа и более дешевой моноблочной схемы стенов (рис. 1, а).

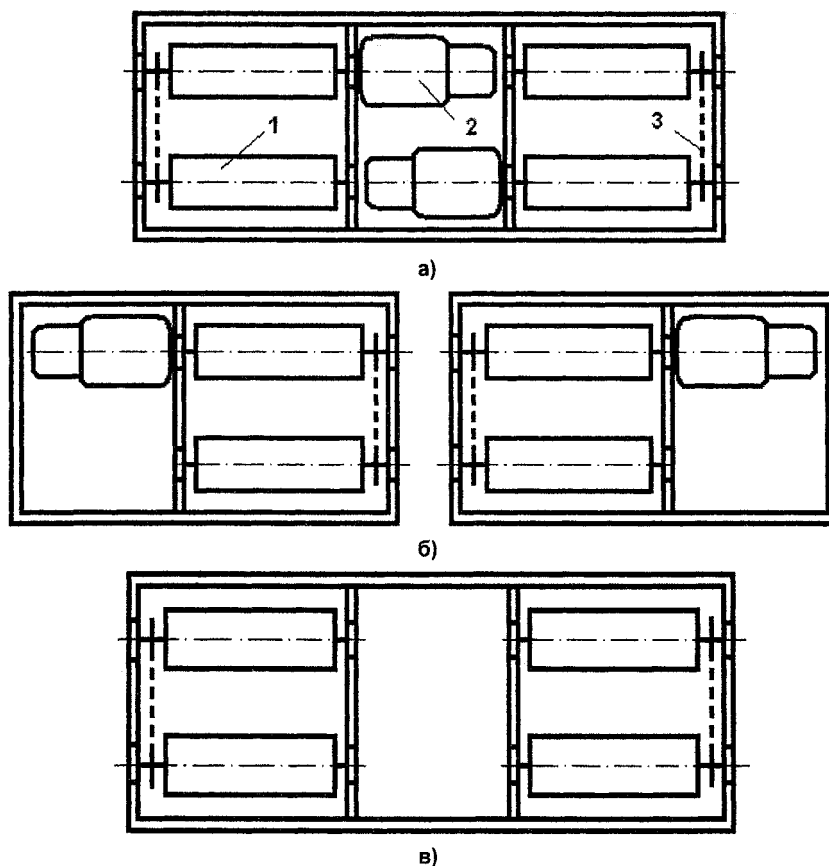


Рис. 1. Компонентные схемы стенов проверки тормозных систем автомобилей: 1 – беговые ролики; 2 – привод; 3 – передача

Поэтому универсальные стенды проектируются в виде двух отдельных блоков роликов (стенд-бидлок), привод которых расположен с внешней стороны (см. рис. 1, б) или под роликами. В любом случае, за счет применения дополнительных датчиков веса и крепежных деталей, а также усиления рамы, стенд-бидлок дороже моноблока, а габариты его больше.

Анализ компоновочных схем стендов показывает, что вариантом решения проблемы создания универсального стенда-моноблока является размещение приводных механизмов внутри беговых роликов (см. рис. 1, в). С этих позиций интересно рассмотреть возможность применения в качестве опорно-приводного механизма стенда мотор-барабанов Псковского завода механических приводов [1].

Завод выпускает более 500 типоразмеров мотор-барабанов для несущих ленточных конвейеров, допускающих длительную работу в режиме предельных нагрузок. Электропривод, состоящий из асинхронного двигателя и цилиндрического соосного двухступенчатого редуктора, расположен внутри барабана в масляной ванне, что гарантирует высокую надежность и хорошую защищенность от внешних воздействий.

Из всего многообразия мотор-барабанов для использования в стендах пригодны 4 модели с характеристиками, указанными в табл. 1.

Таблица 1

Основные характеристики мотор-барабанов

Параметр	Значение параметра для мотор-барабанов			
	МБ2	МБ3	МБ4	МБ5
Мощность электродвигателя, кВт	1,5	4,0	7,5	18,5
Линейная скорость вращения, км/ч	1,8	1,6	2,0	4,5
Диаметр барабана, м	0,218	0,320	0,423	0,526
Частота вращения барабана, об/мин	43,8	26,5	25,0	45,3
Масса одного барабана, кг	95,6	163,6	319,9	385,0
Стоимость, в т. ч. НДС, (на 01.12.06) тыс. руб.	22,5	25,6	59,0	78,4

Отбор производился по наибольшей тяговой силе и диаметру барабана из условия [2]

$$D_0 = D_k (0,2 \dots 0,35),$$

где D_k – диаметр колеса автомобиля.

Однако одной из основных характеристик стенда является возможная максимальная масса M , приходящаяся на ось проверяемого автомобиля, параметрически связанная с мощностью привода N и линейной скоростью вращения барабанов V .

Обычно решается обратная задача: зная массу, приходящуюся на ось, рассчитывают мощность электропривода. При этом подразумевается, что в процессе торможения на стенде реализуется классическая тормозная диаграмма с переходом колеса на юз (рис.2).

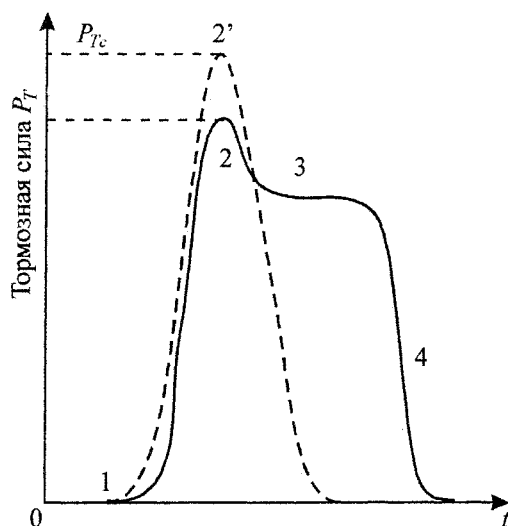


Рис. 2. Тормозная диаграмма

Контроль и испытания

На реальных стендах фаза юза исключается применением следящих антиблокировочных роликов-датчиков. Максимальная тормозная сила, а, следовательно, и тормозная мощность развивается в точке 2, где колесо катится примерно с 20% проскальзыванием.

В этих условиях потребная мощность электродвигателя одного блока беговых роликов

$$N = \frac{1}{2\kappa\eta} \left(0,8 \frac{Mg}{\cos \alpha/2} \cdot f \frac{V}{3,6} + \frac{Mg}{\cos \alpha/2} \cdot \varphi \frac{V}{3,6} \right), \text{ кВт.} \quad (1)$$

Здесь первое слагаемое - потери на трение качения, второе - на трение скольжения колеса по роликам стенда.

После преобразований

$$N = \frac{Mg \cdot V}{7,2 \cdot \kappa \cdot \eta \cdot \cos \alpha/2} \cdot (0,8f + \varphi),$$

где $\kappa = 2,2$ - отношение максимального момента на валу электродвигателя к номинальному; $\eta = 0,95$ - механический КПД привода; $\alpha = 60^\circ$ - угол между нормальными реакциями роликов и центром колеса (рис. 3); $f = 0,03$ - коэффициент трения качения; $\varphi = 0,82...0,85$ - коэффициент сцепления колес с ошипованными роликами; 0,8 - коэффициент, учитывающий качение колеса с 20% проскальзыванием.

Отсюда, зная параметры привода, легко определить максимально-возможную массу, приходящуюся на ось автомобиля при проверке с переходом колеса на юз

$$M = \frac{7,2 \cdot N \cdot \kappa \cdot \eta \cdot \cos \alpha/2}{gV(0,8f + \varphi)}, \text{ т.} \quad (2)$$

Значения масс, рассчитанные по этой формуле для стендов с использованием мотор-барабанов, приведены в первой строке табл. 2.

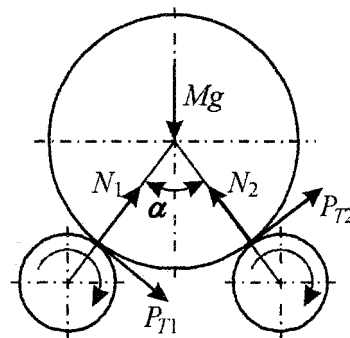


Рис. 3. Угол между нормальными реакциями роликов и центром колеса

Таблица 2

Расчетные значения максимальных масс, приходящихся на ось проверяемых автомобилей

Параметр	Значения масс для мотор-барабанов			
	МБ2	МБ3	МБ4	МБ5
Масса, при реализации цикла торможения по тормозной диаграмме, т	1,3	3,9	5,7	6,4
Масса, рассчитанная по удельной тормозной силе, т	2,1	7,2	10,9	11,9

Для автомобилей с указанной и меньшей массами на ось удельная тормозная сила

$$\gamma_T = \frac{\sum P_T}{M_a \cdot g} \quad (3)$$

равна коэффициенту сцепления φ и для ошипованных роликов лежит в пределах 0,82...0,85. Здесь $\sum P_T$ - сумма тормозных сил на колесах автомобиля; M_a - масса автомобиля.

Вместе с тем, согласно требованиям ГОСТ Р 51709-2001, автомобили категории М1 признаются исправными при условии $\gamma_T \geq 0,53$, а всех остальных категорий - при $\gamma_T \geq 0,46$, что значительно меньше γ_T , рассчитанной по формуле (3). Запас по удельной тормозной силе указывает на недостаточную корректность формулы (2) и возможность увеличения расчетного предела нагрузки на ролики, если допустить другой цикл работы стенда, когда проверяется автомобиль с массой на ось больше расчетной (см. табл. 2). В этом случае, в начальной фазе торможения тормозная сила, достигнув максимального значения, стабилизируется, а ролики стенда останутся без проскальзывания относительно колес из-за дефицита мощности привода. Остановившийся ролик-датчик отключит электродвигатели от сети, и тормозная сила упадет до нуля (см. рис. 2).

В рассмотренном цикле торможения, исходя из трансформированной формулы (3),

$$M \leq \frac{2P_{TC}}{g[\gamma_T]},$$

где P_{TC} - максимальная тормозная сила на роликах одного блока; $[\gamma_T]$ - допускаемая минимальная удельная тормозная сила для данной категории автомобиля.

Тормозная сила в этом случае не зависит от коэффициента сцепления колес с роликами, а определяется исключительно тяговыми характеристиками привода

$$P_{TC} = \frac{2 \cdot 9555 \cdot N \cdot K \cdot \eta}{n \cdot D_6},$$

где n - частота вращения роликов.

Окончательно, с учетом расстояния между роликами, получим

$$M \geq \frac{3,9 \cdot 10^3 N \cdot k \cdot \eta \cdot \cos \alpha/2}{[\gamma_T] \cdot n \cdot D_6}. \quad (4)$$

Значения наибольшей массы, приходящейся на ось проверяемого автомобиля, рассчитанные по формуле (4), приведены во второй строке табл.2.

Анализ таблицы показывает, что мотор-барабаны рассмотренных типоразмеров вполне могут быть использованы в стендах проверки тормозов автомобилей. В частности, стенд на базе мотор-барабанов МБ2, допускающий нагрузку на ось до 2 тс, применим для контроля тормозных систем легковых автомобилей, а стенд с барабанами МБ4 - для грузовых автомобилей и автобусов.

Мотор-барабаны МБ3 можно использовать в универсальных стендах. Применение типоразмера МБ5 в стендах проверки тормозов нецелесообразно из-за больших габаритов, массы и стоимости. Исходя из этих же соображений, на первом этапе проектирования и освоения производства наиболее перспективны стенды с барабанами МБ2 и МБ3.

На кафедре «Автомобильный транспорт» Южно-Уральского государственного университета разработана чертежно-техническая документация на стенд проверки тормозных систем легковых автомобилей на базе мотор-барабанов МБ2 и на универсальный стенд для автомобилей с нагрузкой на ось до 8 т. Приводные и натяжные барабаны скомпонованы попарно в каждом из двух блоков роликов и соединены цепной передачей. Балансирный подвес приводных мотор-барабанов позволяет измерять тормозные силы. Блоки роликов смонтированы на одной общей раме, которая опирается на датчики весоизмерителя.

Разрабатывается вариант универсального стенда для автомобилей с нагрузкой на ось до 14 тс, в котором все четыре барабана МБ3 приводные. Кроме увеличения энергонасыщенности, применение независимых индивидуальных приводов беговых роликов позволит отказаться от соединяющей их цепной передачи, а питание электродвигателей мотор-барабанов от частотных преобразователей с плавной регулировкой частоты вращения открывает перспективы диагностирования тормозных систем с АБС и полноприводных автомобилей.

Литература

1. Мотор-барабаны приводные и натяжные. Технические характеристики / ОАО Псковский завод механических приводов. ISO9001: 2000.
2. Говорущенко, Н.Я. Диагностика технического состояния автомобилей / Н.Я. Говорущенко. -М: Транспорт, 1970. -256 с.
3. ГОСТ Р 51709-2001. Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки. -М.: ИПКИЗд-во стандартов, 2006. ~27 с.