

УДК 629.113

О.Б. Тихомирова, А.Н. Тихомиров

**ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕРКИ ТОРМОЗНЫХ СВОЙСТВ АВТОМОБИЛЯ  
В ЭКСПЛУАТАЦИИ ПО МЕЖДУНАРОДНЫМ ТРЕБОВАНИЯМ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Рассмотрены особенности проверки тормозных свойств транспортных средств в соответствии с введением технического регламента Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств», описаны методики, уже используемые при проверке технического состояния в Европейских странах, оговорены вопросы, которые потребуются решить при введении подобных методик в России.

*Ключевые слова:* технический регламент, тормозные свойства, роликовый тормозной стенд, имитатор нагрузки.

С целью упрощения процедуры технического осмотра транспортных средств, а также снижения временных затрат на выполнение проверки в 2012 г. в стране был введен в действие пакет нормативных правовых документов, регламентирующих действия организаций, осуществляющих контроль за техническим состоянием автотранспорта. При этом в нем не указаны собственно правила и методы проверки транспортных средств. Начиная с этого времени проверка автомобилей выполняется операторами технического осмотра интуитивно или согласно инструкциям по эксплуатации приборов и стендов.

С 2013 г. в странах евразийского союза начали внедряться требования технического регламента Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств» (ТР ТС 018/2011). Проведение работ по межгосударственной стандартизации возложено на созданный Евразийский совет по стандартизации, метрологии и сертификации (ЕАСС), представляющий собой региональное объединение национальных органов по стандартизации государств, входящих в Содружество независимых государств. Одной из задач организации, поставленной на ближайший период, является разработка методов исследований (испытаний) и измерений, необходимых для применения и исполнения требований технического регламента ТР ТС 018/2011 и осуществления оценки (подтверждения) соответствия продукции, принятой Решением Коллегии Евразийской экономической комиссии от 16 апреля 2013 г. № 88.

Большинство позиций по методам проверки транспортных средств, находящихся в эксплуатации, предполагается заимствовать из ранее действующего ГОСТ Р 51709-2001 и других стандартов, на которые в нем даны ссылки. Но сегодня, когда детальная проработка методов проверки еще не завершена, следует акцентировать внимание на некоторых особенностях оценки технического состояния автомобилей, ранее не утвержденных и не применявшихся на пунктах технического осмотра в РФ, но внедренных в международную практику стандартом ISO 21069 [1,2].

ISO (Международная организация по стандартизации) является всемирной федерацией национальных организаций по стандартизации. Работа по подготовке международных стандартов обычно осуществляется через технические комитеты ISO.

ISO 21069 состоит из нескольких частей под общим названием «Дорожные транспортные средства – Испытание тормозной системы на автомобилях с максимальной допустимой общей массой свыше 3,5 т с помощью роликового тормозного стенда». Часть первая ISO 21069-1 была подготовлена Техническим комитетом ISO/TC 22, автотранспортные средства, подкомитета SC 2, тормозные системы и оборудование и рассматривает методы проверки транспортных средств категорий M2, M3, N2, N3, O3, O4, оснащенных пневматической тормозной системой.

Данный стандарт ISO 21069 был разработан для оценки эффективности торможения транспортных средств, находящихся в эксплуатации, в частности требований раздела 5.1.4 Правил № 13 ЕЭК ООН (ГОСТ Р 41-13), поскольку в целом данные правила охватывают лишь некоторые аспекты периодического технического осмотра транспортных средств.

Первая часть ISO 21069-1 определяет процедуру проведения теста на роликовом тормозном стенде для определения эффективности торможения автотранспортных средств и подходит как для пневматической тормозной системы, так и электронной тормозной системы (EBS). Ее целью является обеспечение сопоставимости результатов измерений от различных стендов, ведущих к достоверной оценке эффективности тормозной системы.

Для сопоставления методов проверки по ГОСТ Р 51709 и ISO 21069-1 далее приведены термины и определения. В скобках указана терминология по ГОСТ Р.

*Тормозное усилие (тормозная сила)* - сила между шиной и вращающимся роликом, возникающая на окружности шины при торможении, которая действует против силы, создаваемой роликовым тормозным стендом для того, чтобы вызвать вращение колеса.

*Исходное тормозное усилие* - тормозное усилие оси, которое должно возникать на шине при измерении на роликовом тормозном стенде в зависимости от давления в тормозном приводе. Исходные тормозные силы указываются изготовителем тормозной системы транспортного средства для целей технического осмотра и оговариваются во время официального утверждения типа тормозной системы.

Данная информация предоставляется в табличном или графическом виде, начиная с давления в тормозном приводе 100 кПа (1 бар) и повышается с шагом не более 100 кПа до давления, создаваемого в соответствии с полностью груженым состоянием для каждой оси.

*Дисбаланс тормозных сил (относительная разность тормозных сил)* - разница в тормозных силах колес, расположенных на одной оси. Эта величина выражается в процентах от наибольшей тормозной силы на оси.

*Изменение тормозного усилия* - разница между максимальным и минимальным значениями тормозного усилия, измеренными в течение одного оборота колеса, с постоянным и одинаковым воздействием на органы управления тормозной системы. Оно выражается в процентах от среднего тормозного усилия.

*Роликовый тормозной стенд* - измерительная машина, состоящая из двух пар роликов, используемых для оценки эффективности торможения транспортного средства. Оценка производится измерением тормозной силы между шиной и роликом для каждого колеса/двойных колес либо одновременно, либо отдельно, в то время как колеса транспортного средства вращаются и поддерживаются роликами.

Понятно, что в целом подходы к проверке у разных систем совпадают. Основное и принципиальное отличие в проведении тестовых проверок по ISO и ГОСТ Р заключается в требованиях к состоянию автомобиля по массе в момент проведения проверки.

***ГОСТ регламентирует проверку снаряженного транспортного средства, по ISO автомобиль должен находиться либо в состоянии максимальной допустимой массы либо частично нагруженным.***

Измеренные тормозные силы используются для расчета коэффициента торможения (удельной тормозной силы) транспортного средства, принимая во внимание параметры транспортного средства и максимальную нагрузку, при которой ТС допускается к эксплуатации.

Согласно ISO, испытание на торможение может быть выполнено в полностью нагруженном состоянии или в слегка нагруженном состоянии при более низких значениях давления, вызывающих срабатывание стенда в предположении, что тормозное усилие увеличивается предсказуемо с ростом давления. Давление в тормозном приводе и тормозные силы на колесах должны быть определены одновременно и в реальном времени. Тормозное усилие или удельная тормозная сила (максимальное тормозное усилие, отнесенное к вертикальной нагрузке на колесо) должны определяться для каждого колеса в отдельности или для каждой оси в отдельности.

Наиболее надежным способом измерения тормозных сил является испытание транспортного средства в полностью загруженном состоянии. В этом случае экстраполяция полученных при измерении значений не требуется. Тормозной коэффициент (удельная тормозная сила) определяется непосредственно путем измерения тормозной силы для транспортного средства в полностью загруженном состоянии:

- для одиночного транспортного средства

$$\gamma_{M\ lad} = \frac{\sum F_i}{F_{M\ max}}$$

- для прицепа (полуприцепа)

$$\gamma_{R\ lad} = \frac{\sum F_i}{F_{R\ max}},$$

где  $F_i$  - тормозное усилие оси  $i$ , Н;  $F_{M\ max}$  - максимально допустимая нормальная статическая реакция дорожного покрытия на все колеса одиночного ТС, Н;  $\gamma_{M\ lad}$  - удельная тормозная сила полностью загруженного ТС;  $F_{R\ max}$  - максимально допустимая нормальная статическая реакция дорожного покрытия на все колеса прицепа (полуприцепа) автомобиля, Н;  $\gamma_{R\ lad}$  - удельная тормозная сила полностью загруженного прицепа (полуприцепа).

Однако на пунктах технического осмотра проверку транспортных средств с технически допустимой максимальной массой, как правило, реализовать невозможно (исключение – пожарные автомобили, которые всегда заправлены водой). Формально использование удельной тормозной силы позволяет проводить испытания транспортных средств с различной массой. При увеличении массы транспортного средства увеличивается и тормозная сила, а их соотношение изменяется в относительно небольших пределах. Однако для пневматической тормозной системы в реальных условиях ограничением по усилию, воздействующему на тормозные механизмы, является максимальное давление в ресивере тормозного привода. При испытаниях транспортного средства в снаряженном состоянии давление может оказаться недостаточным для создания тормозных сил, соответствующих нормативному показателю удельной тормозной силы, а при максимальной загрузке требуемые значения не будут достигнуты.

На рис. 1 показаны зависимости тормозных сил от давления в тормозном приводе для технически исправного (I) и неисправного (II) транспортного средства. В первом случае достижение нормативных тормозных сил в снаряженном состоянии происходит при давлении  $p_i$ , которое значительно ниже предельно возможного  $p_{lad}$  для данного транспортного средства, а следовательно, при загрузке этот автомобиль в состоянии обеспечить требуемые с точки зрения безопасности показатели эффективности. Второй автомобиль достигает требуемых значений тормозных сил  $F_i$  при давлении, близком к предельному, а это свидетельствует о том, что при его загрузке необходимые показатели торможения не будут достигнуты, и такое транспортное средство становится потенциально опасным участником дорожного движения.

Оценка запаса по давлению для автомобиля с технически допустимой максимальной массой и является основной задачей, реализуемой с помощью рассматриваемых методов проверки эффективности тормозных систем. В этом случае стандарт ISO использует метод прогнозирования эффективности торможения в полностью загруженном состоянии. Это может быть достигнуто использованием одного из методов экстраполяции, приведенных далее. В обоих случаях расчет базируется на линейной зависимости тормозного усилия от давления воздуха в приводе. Более точным и более сложным в реализации является метод двух точек.

Тормозное усилие и соответствующее ему давление в приводе замеряется дважды. Первый раз усилие должно быть создано при низком давлении в приводе, чуть выше пороговой точки, но так, чтобы можно было уже измерить тормозное усилие на колесе. Второй (основной) должна быть точка при самых высоких реализуемых тормозных силах с соответ-

ствующим давлением в тормозном приводе. По результатам замеров можно спрогнозировать величину тормозного усилия, которое может быть реализовано при максимальном давлении воздуха в приводе. По величине расчетных тормозных сил определяется удельная тормозная сила, которую следует ожидать при полной загрузке автомобиля.

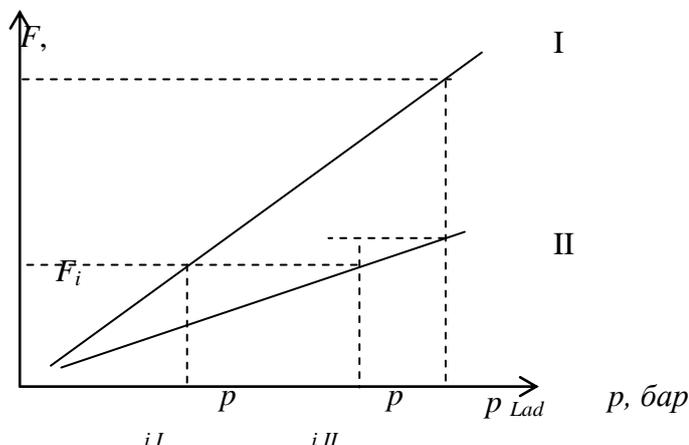


Рис.1. Изменение тормозных сил в зависимости от давления в приводе для технически исправного (I) и неисправного (II) транспортного средства

Для более точного расчета две точки, в которых производится замер, должны максимально отстоять друг от друга. Первую из точек реализуют при минимальном усилии в тормозных механизмах, что можно сделать и на снаряженном (пустом) транспортном средстве. Для повышения достоверности вторую точку можно «сместить» только путем повышения загрузки автомобиля. По требованиям ISO, по крайней мере, 30% от максимального давления в приводе тормозов должно быть достигнуто путем увеличения нормальной нагрузки на ось или имитации этой нагрузки. Имеется в виду нагружение автомобиля балластом или искусственное притягивание его к поверхности роликов стенда.

Удельная тормозная сила  $\gamma_{Mlad}$  или  $\gamma_{Rlad}$  определяется с помощью уравнений:

$$F_{Bi} = F_{Hi} + R_{Fi}(p_{Alad i} - p_{AHi}),$$

$$R_{Fi} = \frac{F_{Hi} - F_{Li}}{p_{AHi} - p_{ALi}},$$

где  $F_{Hi}$  - тормозное усилие на оси  $i$  при давлении в тормозном приводе  $p_{AHi}$ ;  $F_{Li}$  - тормозное усилие оси  $i$  при давлении в тормозном приводе  $p_{ALi}$ ;  $p_{Alad i}$  - максимальное обусловленное конструкцией давление в тормозном приводе груженого транспортного средства оси  $i$  (для целей экстраполяции);  $p_{AHi}$  - высокое давление в приводе тормозов оси  $i$ ;  $p_{ALi}$  - низкое давление в приводе тормозов оси  $i$ .

Для упрощения процедуры проверки может быть применен метод одной точки, когда измерения при минимальном давлении опускают. Отправной принимается стандартная точка с давлением воздуха в системе  $p = 40$  кПа как порог давления в тормозном приводе. Далее проводится одно измерение тормозного усилия на каждом колесе (оси). Испытание должно проводиться до достижения максимально реализуемой тормозной силы и соответствующего давления в тормозном приводе, то есть до блокировки колес. Это создает достаточно высокие тормозные силы без слишком высокого проскальзывания колес на роликах и без повреждения шин.

Как и в первом случае, во время испытания каждой оси, по крайней мере, 30% от максимального давления в приводе тормозов должно быть достигнуто увеличением нормальной нагрузки на ось или имитацией этой нагрузки. Это важно для точности при расчете тормозных усилий. В требованиях некоторых национальных стандартов могут быть записаны более высокие доли от максимального давления.

Использование метода одной точки разрешается со следующим дополнительным

условием: отправная точка, установленная на уровне 40 кПа, не должна отклоняться в сторону более высоких значений, потому что это может привести к ошибке. Эта отправная точка должна быть проверена до начала измерений.

Коэффициент торможения (удельная тормозная сила) транспортного средства будет определяться по следующей зависимости:

- для одиночного транспортного средства

$$\gamma_{Mlad} = \frac{\Sigma F_{Bi}}{F_{Mmax}}$$

- для прицепа (полуприцепа)

$$\gamma_{Rlad} = \frac{\Sigma F_{Bi}}{F_{Rmax}}$$

В этих уравнениях  $\Sigma F_{Bi}$  - суммарная тормозная сила, полученная экстраполяцией в зависимости от давления в тормозном приводе:  $F_{Bi} = F_i R_{pi}$ ,

где

$$R_{pi} = \frac{p_{A\ lad\ i-40}}{p_{Ai-40}},$$

$p_{A\ lad\ i}$  - максимальное, обусловленное конструкцией, давление в тормозном приводе грузового транспортного средства оси  $i$  (для целей экстраполяции);  $p_{Ai}$  - давление в тормозном приводе оси  $i$ .

Для реализации обоих рассмотренных методов необходимо устанавливать на пунктах технического осмотра дополнительные устройства, позволяющие осуществлять имитацию загрузки ТС. Некоторые производители давно предлагают свои приспособления – имитаторы нагрузки. Эти устройства представляют собой встроенный в смотровой яме гидравлический механизм, который притягивает ось автомобиля к стенду, имитируя загрузку транспортного средства.

Основная проблема с точки зрения использования таких имитаторов нагрузки заключается в том, что на многих линиях диагностирования ролики тормозного стенда и смотровая канава разнесены относительно друг друга, а следовательно, установка притягивающих устройств невозможна. Для решения этой задачи компанией ООО «Эксперт-академия» разработан имитатор нагрузки, который может устанавливаться в пространство между тормозными барабанами на уровне пола и позволяет осуществлять прижатие оси транспортного средства к роликам стенда. Суммарное усилие прижатия отображается на мониторе тормозного стенда.

Если для целей технического осмотра транспортных средств в России будут внедрены испытания по второй, упрощенной, методике, то, скорее всего, мы проиграем не только из-за меньшей точности самого метода. Сложная процедура выбора отправной точки, многочисленные ошибки при ее определении приведут к значительной погрешности определения удельной тормозной силы в расчетном «нагруженном» состоянии. Разброс будет тем больше, чем меньше (в долях от максимального тормозного усилия) тормозные силы будут реализованы при имитации загрузки.

Поскольку внедрения имитаторов нагрузки на пунктах технического осмотра не избежать, трудоемкость контроля вырастет. Но пренебрегать требованиями к оценке тормозной эффективности транспортных средств не следует. Безопасность на дороге и адекватность полученных при проверке тормозных систем заслуживают особого внимания и требуют введения более совершенных методов их оценки.

Вероятно, на первом этапе целесообразно ввести в обращение испытания тормозных свойств по первой методике. Трудоемкость здесь выше, но «прозрачность» технологии может не только повысить точность прогнозирования тормозных сил, но и исключить грубые

ошибки персонала и ложную отбраковку транспортных средств по показателю удельной тормозной силы.

#### Библиографический список

1. **International standard ISO 21069-1**. Road vehicles – Test of braking systems on vehicles with a maximum authorized total mass of over 3,5 t using a roller brake tester. Part 1: Pneumatic braking systems, 2004. – 20 p.
2. **International standard ISO 21069-2**, Road vehicles – Test of braking systems on vehicles with a maximum authorized total mass of over 3,5 t using a roller brake tester. Part 2: Air over hydraulic and purely hydraulic braking systems, 2008. – 24 p.

*Дата поступления  
в редакцию 20.09.2014*

**O.B. Tikhomirova, A.N. Tikhomirov**

#### **FEATURES OF INSPECTION OF BRAKING BEHAVIOR OF THE VEHICLE ACCORDING TO INTERNATIONAL REQUIREMENTS**

Nizhny Novgorod state technical university n.a. R.E. Alexeev

The article describes the features of test braking properties of vehicles in accordance with the implementation of technical regulations of the Customs Union "On the safety of wheeled vehicles", describes the methodologies already used in the verification of the technical state of the European countries, Specific questions that need to be addressed with the introduction of such techniques in Russia.

*Key words:* Technical Regulations, braking performance, roller brake tester, load simulator.