

ОЦЕНКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ, ОБОРУДОВАННОЙ АБС

Баженов Ю. В., Кунин М. Ф.

ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», Владимир, Россия (600000, г. Владимир, ул. Горького, 87), e-mail: mihail.kunin@mail.ru

Предложены методика и средства определения работоспособности тормозной системы, оборудованной АБС, по нормативам технического регламента. Оценка эффективности торможения и устойчивости транспортного средства проводится по следующим нормативным параметрам: время срабатывания тормозной системы, установившееся замедление, усилие на органе управления, отсутствие блокирования колес транспортного средства и коридор движения. Также в качестве комплексного оценочного параметра предлагается использовать проскальзывание колес транспортного средства. Определение работоспособности проводится с помощью разработанного комплекса, включающего в себя: датчик скорости автомобиля, датчики скорости колес, динамометрическую педаль, а также аппаратуру для записи и обработки данных. Представлена апробация методики и средств на автомобиле, находящемся в эксплуатации. Предложенные методика и диагностический комплекс позволяют оценить работоспособность по нормативным параметрам технического регламента, а также определить проскальзывание колес транспортного средства.

Ключевые слова: работоспособность тормозной системы, технический регламент, параметры.

ASSESSMENT OF PERFORMANCE BRAKE SYSTEM EQUIPPED WITH ABS

Bazhenov Y. V., Kunin M. F.

*Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs, Vladimir
Vladimir, Russia (600000, Vladimir, Gorky street, 87), e-mail: mihail.kunin@mail.ru*

Methods and means of assessing the performance of the brake system, equipped with ABS standards, according to technical regulation standards are proposed in this paper. An appraisal of the effectiveness of braking and of vehicle stability is carried out according to the following parameters: brake system reaction time, steady deceleration, push on a brake pedal, the absence of wheels blocking and traffic corridor. The slippage of the wheels of the vehicle is used as a comprehensive assessment of the parameters. Determination of efficiency is performed with the help of defined complex, which includes: a sensor vehicle speed, wheel speed sensors, a torque pedal, and hardware for data recording and processing. All the methods and means proposed in this work are tested on a vehicle in operation. Methods the diagnostic system, proposed in this work, allow to evaluate the performance according to regulatory parameters of technical regulations and to determine the slippage of vehicle wheels.

Key words: performance brake system, technical regulations, parameters.

Обеспечение безопасности дорожного движения является одной из важнейших проблем на автомобильном транспорте. Каждый год на дорогах России погибают десятки тысяч человек, сотни тысяч получают повреждения и увечья, не говоря уже о многомиллиардных экономических потерях. Согласно статистическим данным ГИБДД за 2011 год произошло 199868 ДТП, в которых погибло 27953 человека и пострадало 251848 человек.

Порядка 15 % ДТП происходит из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств, из которых около 40 % составляют автомобили с неисправной

тормозной системой [1]. Причем аварии по причине отказа тормозной системы имеют наиболее тяжелые последствия.

Одним из путей решения задачи по снижению аварийности дорожного движения является повышение активной безопасности транспортных средств в эксплуатации. Активная безопасность современного колесного транспортного средства в период торможения достигается с помощью автоматизированных систем управления параметрами его движения. В частности, оснащение автомобилей антиблокировочной тормозной системой (АБС) позволяет качественно улучшить тормозные параметры при движении автомобиля.

Если по какой-либо причине АБС выходит из строя, а это не редкость ввиду сложности системы и тяжелых условий эксплуатации, в экстренной ситуации транспортное средство теряет устойчивость, тем самым усугубляя тяжесть последствий. Поэтому необходимо систематически контролировать техническое состояние АБС с использованием современных средств диагностики и при обнаружении каких-либо неисправностей проводить соответствующие технические воздействия.

Антиблокировочная тормозная система – это тормозная система транспортного средства с автоматическим регулированием в процессе торможения степени проскальзывания колес транспортного средства в направлении их вращения. АБС не должна допускать блокирования колес в процессе торможения, сохраняя при этом нормированную техническим регламентом [5] эффективность торможения. Это достигается созданием определенной величины проскальзывания колес, которая может быть определена по формуле:

$$\lambda = \frac{V_F - V_R}{V_F} \cdot 100,$$

где V_F – скорость автомобиля; V_R – скорость колеса.

Устойчивость транспортного средства, оборудованного АБС, определяют по его способности в процессе торможения удерживаться в пределах коридора движения и отсутствию блокирования колес автомобиля. В соответствии с регламентом [5] под блокированием колеса понимается прекращение его качения при перемещении по опорной поверхности. Если определить выход автомобиля за пределы коридора движения на оборудованной для этой цели испытательной площадке достаточно просто, то наличие или отсутствие блокирования колес выявить сложнее.

Для оценки работоспособности рабочей тормозной системы, оборудованной АБС, были выполнены дорожные испытания автомобиля Great Wall CC646KM25 2008 года выпуска. Испытания проводились на ровном, сухом, горизонтальном, асфальто-бетонном

дорожном покрытии. Пробег автомобиля на момент испытаний составлял 34 тыс. км. Обработка экспериментальных данных производилась с помощью зарегистрированного программного продукта [4].

На рис. 1 представлен график изменения скорости автомобиля Great Wall CC646KM25 в процессе торможения. По виду графика можно сделать вывод, что в процессе торможения скорость автомобиля изменяется монотонно, на всем диапазоне работы АБС. На рисунке графически, с помощью линий 2,3 определено время, при котором скорость автомобиля равна 15 км/ч (4.17 м/с).

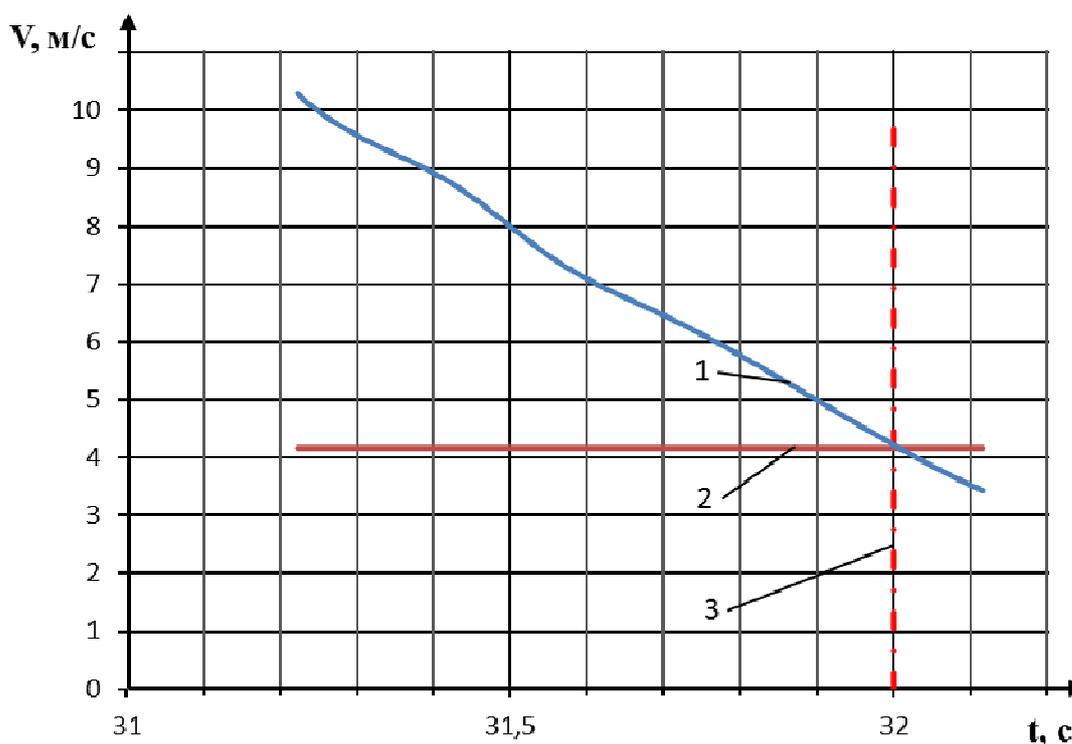


Рис. 1. Изменение скорости автомобиля при торможении

С помощью датчиков получены графики изменения скорости переднего правого (1 – сплошная линия) и заднего правого (2 – штриховая линия) колес в процессе торможения. Используемые при проведении испытаний датчики угловой скорости колеса и измерения скорости автомобиля были разработаны на кафедре «Автомобильного транспорта» Владимирского государственного университета. На устройство для измерения угловой скорости колеса получен патент на полезную модель [3].

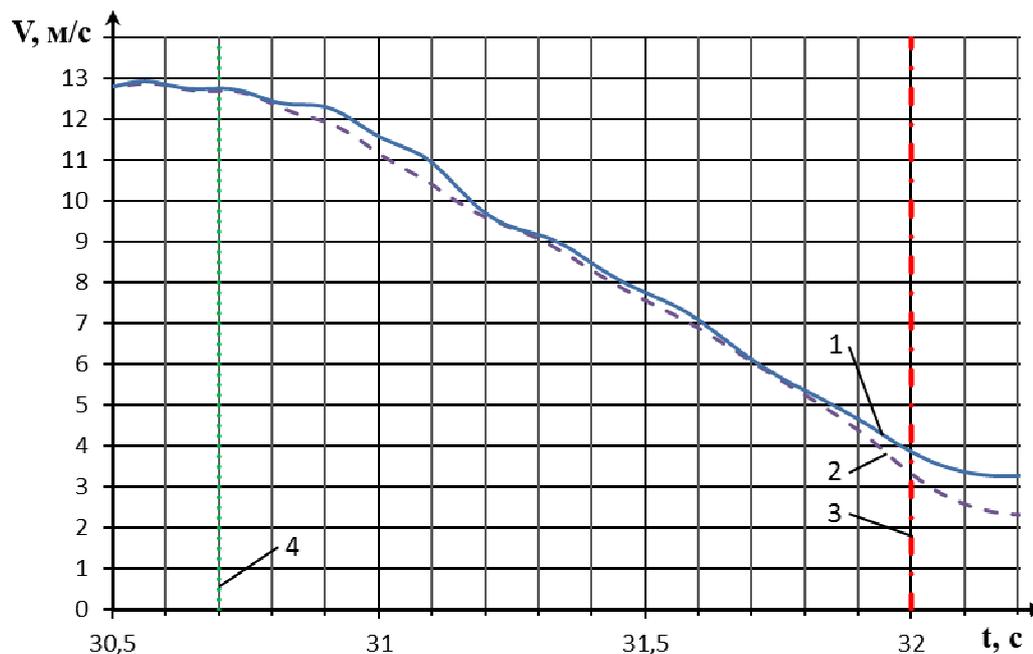


Рис. 2. Графики изменения скорости переднего правого (1 – сплошная) и заднего правого (2 – штриховая) колес

По виду графиков можно сделать вывод, что в процессе торможения до порога отключения АБС 15 км/ч (до штрихпунктирной линии) блокирования колес не происходило, что соответствует исправному состоянию АБС по нормативам технического регламента.

Однако теория и практика показывает, что даже при отсутствии блокирования колес автомобиль может терять устойчивость в процессе торможения. Зарубежные исследователи [6,7] считают, что устойчивым является диапазон проскальзывания колес, при котором λ не превышает 20 %.

Выполненные в данной работе исследования показывают, что при торможении автомобиля с начальной скоростью 40 км/ч и скоростью колес 2–4 км/ч на дорожном покрытии остаются следы блокирования. Хотя скорость колес не будет равна нулю, и, соответственно, они не будут заблокированы.

Поэтому для объективной оценки работоспособности АБС в качестве нормативного параметра предлагается использовать не следы блокирования, а проскальзывание колес автомобиля. Рассчитано и визуализировано проскальзывание переднего правого 2 и заднего правого 1 колес (рис. 3). В процессе торможения с АБС значение проскальзывания не превысило 20 %, при этом автомобиль не терял своей устойчивости.

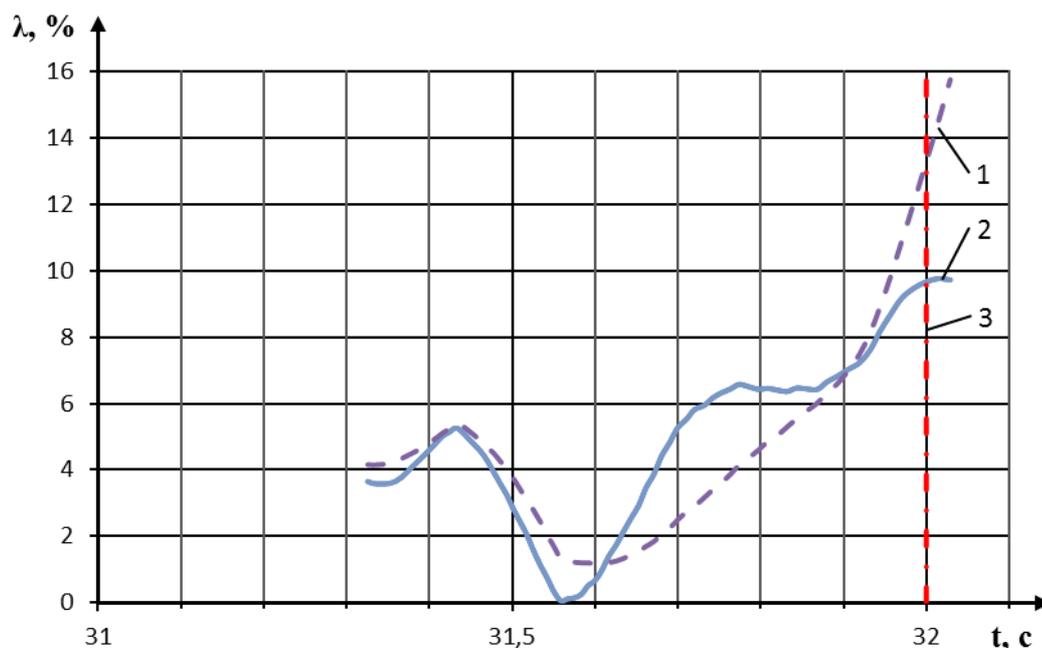


Рис. 3. Графики изменения проскальзывания переднего правого и заднего правого колес

В соответствии с техническим регламентом эффективность торможения можно оценить как по показателям установившегося замедления и времени срабатывания тормозной системы, так и по тормозному пути. В данной работе оценка работоспособности тормозной системы проводилась по установившемуся замедлению и времени срабатывания тормозной системы.

Установившееся замедление – среднее значение замедления за время торможения от момента окончания периода времени нарастания замедления до начала его спада в конце торможения. Время срабатывания тормозной системы – интервал времени от начала торможения до момента времени, в который замедление АТС принимает установившееся значение при проверках в дорожных условиях. Началом торможения считается момент времени, в который тормозная система получает сигнал о необходимости осуществить торможение [2].

Продифференцировав зависимость скорости автомобиля в процессе торможения, получим график замедления АТС (рис. 4). Из графика видно, что значение замедления автомобиля 1 не выходит за нормативный диапазон. А установившееся замедление равно $7,7\text{ м/с}^2$ (2 – штрихпунктирная линия), при нормативном $5,2\text{ м/с}^2$ (3 – штриховая линия).

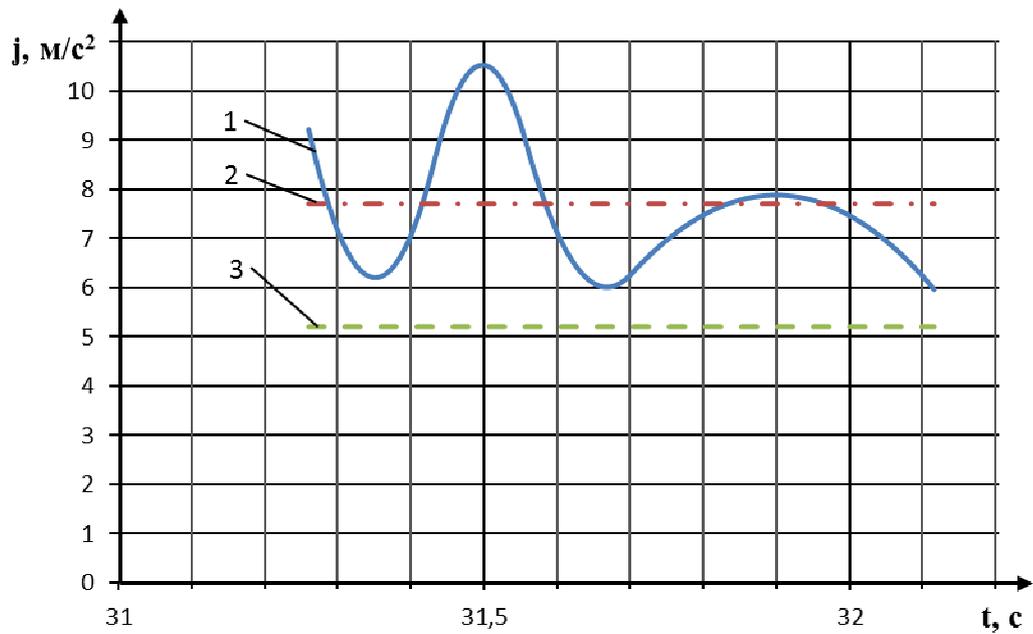


Рис.4. Замедление автомобиля в процессе торможения

В процессе торможения также оценивалось усилие на органе управления 1 тормозной системой автомобиля (рис. 5). На графике прослеживается периодическое изменение усилия на органе управления, связанное с работой АБС.

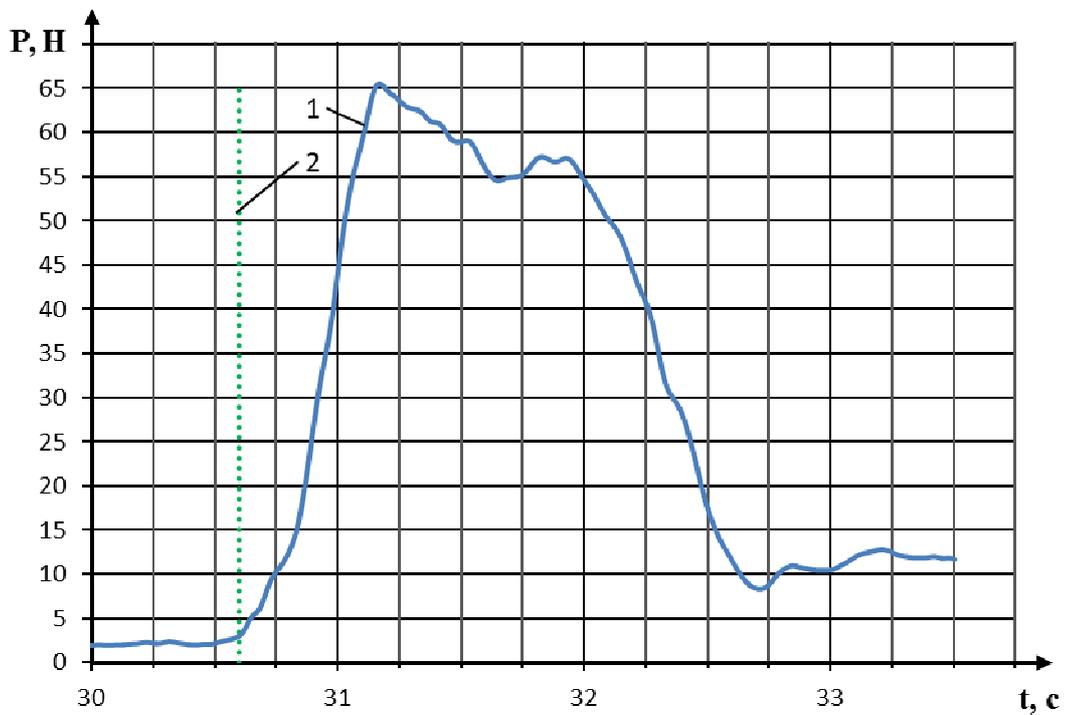


Рис. 5. Усилие на органе управления тормозной системой в процессе торможения

По графикам изменения скорости колес и изменения усилия на органе управления (пунктирные линии рис. 2,5) можно сделать вывод, что время срабатывания тормозной системы не превысило нормативное значение, равное 0,6 с. Причем при определении эффективности торможения, усилие на органе управления не должно превышать при испытаниях автомобилей категории М1 490 Н, что легко проконтролировать с помощью динамометрической педали.

По полученным данным можно сделать вывод, что предложенная методика и диагностический комплекс позволяют в полном объеме оценить нормативные параметры технического регламента, а также определить проскальзывание колес АТС.

Список литературы

1. Денисов И. В. Разработка методики управления техническим состоянием рулевого управления переднеприводных автомобилей ВАЗ в условиях эксплуатации: дис... канд. техн. наук. – Владимир, 2007. – С.7-15.
2. ГОСТ Р51709-2001. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки. – М.: Изд-во стандартов, 2001.
3. Кунин М. Ф. Устройство для измерения угловой скорости колеса // Патент РФ №108850. 2011. Бюл. №27.
4. Лексин А. Ю., Кунин М. Ф. Модуль анализа экспериментальных данных диагностического комплекса для оценки технического состояния рабочей тормозной системы автомобилей, оборудованных антиблокировочной тормозной системой // Свидетельство РФ. №2012614442. 2012.
5. Технический регламент о безопасности колесных транспортных средств. Утвержден постановлением Правительства РФ №720 от 10 сентября 2009 г.
6. Bosch. Automotive Handbook. 5th Edition. Robert Bosch GmbH, 2000. – 992 p.
7. Dupuy R. K., Automotive brake systems. Prentice Hall, 2000. – 319 p.

Рецензенты:

Гоц Александр Николаевич, д.т.н., профессор кафедры тепловых двигателей и энергетических установок Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых Министерства образования и науки, г. Владимир.

Кульчицкий Алексей Ремович, д.т.н., профессор, заместитель главного конструктора по испытаниям ООО «Владимирский моторо-тракторный завод», г. Владимир.