

УДК 625.7/.8

Васильев Юрий Эммануилович

ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет»
Россия, Москва¹
Профессор, доктор технических наук
E-Mail: vashome@yandex.ru

Братищев Илья Станиславович

ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет»
Россия, Москва
Аспирант
E-Mail: Ilya_bratishev@mail.ru

Столетов Илья Олегович

ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет»
Россия, Москва
Студент
E-Mail: ilyastoletov@bk.ru

Проведение экспериментальных работ по замеру динамического радиуса колеса при различных режимах вращения стенда

Аннотация: В условиях постоянно растущих скоростей и интенсивности движения актуальной задачей является обеспечение экономичности, управляемости и проходимости транспортных средств. Одним из наиболее сложных элементов обеспечивающих данные показатели является автомобильное колесо. Физические основы движения автомобильного колеса представляют значительный интерес для научных исследований, в частности одной из важнейших характеристик является динамический радиус колеса.

В статье описаны экспериментальные исследования по определению зависимости динамического радиуса колеса от скоростных режимов вращения стенда, а также при изменении температуры и давления в автомобильной шине. Исследовательские работы по определению динамического радиуса колеса проводились на круговом универсальном испытательном стенде дорожных материалов, путем измерения расстояния от поверхности дорожного покрытия до оси вращения колеса с использованием лазерного дальномера и универсальной рамы для измерительного оборудования. Данный комплекс оборудования позволяет проводить испытания в условиях, максимально приближенных к дорожным, а также при минимальных затратах. Применяемый комплекс измерительных устройств позволяет в

¹ 125319, Москва, Ленинградский проспект, 64

режиме реального времени измерять расстояние между центром движущегося колеса и дорожным покрытием, что позволяет оценивать динамический радиус в процессе движения с установленной скоростью.

Данный метод обладает преимуществами по сравнению с лабораторными стендовыми системами, т.к. на комплексе КУИДМ-2 реализуются условия, максимально приближенные к реально имеющимся на автомобильной дороге – условия нагружения автомобильного колеса, сопоставимы с реальными транспортными средствами, движение колеса происходит по участкам асфальтобетонного покрытия с обеспечением строго одинаковой траектории движения при каждом проходе колеса по кругу.

Выполнялись эксперименты по измерению динамического радиуса колеса при различных скоростях движения, а также при различных температуре и давлении в шине. Проведенные работы и полученные результаты показывают, что измерение динамического радиуса колеса может быть выполнено в условиях движения, что обеспечивает оценку динамики изменения рассматриваемого показателя под воздействием различных факторов. Установлено, что на величину динамического радиуса оказывает наибольшее воздействие уменьшение давления в шине, что наиболее заметно при высоких скоростях движения.

Выполненные эксперименты показывают, что возможность измерения динамического радиуса колеса в процессе движения может быть использована при сравнительных испытаниях образцов автомобильной резины в сочетании с другими эксплуатационными показателями, такими как проскальзывание, производимый шум, оценка пятна контакта. Результаты экспериментов показывают, что измерение динамического радиуса колеса может эффективно применяться при сравнительных испытаниях автомобильных шин на круговом универсальном испытательном стенде дорожных материалов.

Ключевые слова: Динамический радиус; шина; ведомое колесо; дальномер; скорость; давление; температура; измерения; ровность; пятно контакта.

Идентификационный номер статьи в журнале 53TVN114

Yuri Vasiliev

Moscow Automobile And Road Construction State Technical University
Russia, Moscow
E-Mail: vashome@yandex.ru

Ilya Bratishchev

Moscow Automobile And Road Construction State Technical University
Russia, Moscow
E-Mail: Ilya_bratishev@mail.ru

Ilya Stoletov

Moscow Automobile And Road Construction State Technical University
Russia, Moscow
E-Mail: ilyastoletov@bk.ru

Carrying out experimental works on measurement of dynamic radius of a wheel at various modes of rotation of the stand

Abstract: In the conditions of constantly growing speeds and intensity of movement an actual task is ensuring profitability, controllability and passability of vehicles. One of the most difficult elements providing these indicators is the automobile wheel. Physical bases of movement of an automobile wheel represent considerable interest for the scientific researches, in particular one their major characteristics the dynamic radius of a wheel is. In article pilot studies by determination of dependence of dynamic radius of a wheel from high-speed modes of rotation of the stand are described, and also at change of temperature and pressure in a car tire. Research works on determination of dynamic radius of a wheel were carried out at the circular universal test bench of road materials, by distance measurement from a paving surface to an axis of rotation of a wheel with use of a laser range finder and a universal frame for the measuring equipment. This complex of the equipment allows to carry out tests in the conditions which are most approached to road, and also at the minimum expenses. The applied complex of measuring devices allows to measure in real time distance between the center of a moving wheel and a paving that allows to estimate dynamic radius in the course of movement with an established speed.

This method has advantages in comparison with laboratory bench systems since on the KUIDM-2 complex the conditions which are most approached to really available on highway – conditions of loading of an automobile wheel are realized, are comparable to real vehicles, movement of a wheel happens on sites of an asphalt concrete covering to providing strictly identical trajectory of movement at each pass of a wheel around.

Experiments on measurement of dynamic radius of a wheel were carried out at various speeds of movement, and also at various temperature and pressure in the tire. The carried-out works and the received results show that measurement of dynamic radius of a wheel can be executed in traffic conditions that provides an assessment of dynamics of change of a considered indicator under the influence of various factors. It is established that pressure reduction makes the greatest influence on the size of dynamic radius in the tire that is the most noticeable at high speeds of movement.

The executed experiments show that possibility of measurement of dynamic radius of a wheel in the course of movement can be used at comparative tests of samples of automobile rubber in combination with other operational indicators, such as the slipping, made noise, an assessment of a spot of contact. Results of experiments show that measurement of dynamic radius of a wheel can effectively be applied at comparative tests of car tires at the circular universal test bench of road materials.

Keywords: Dynamic radius; tire; conducted wheel; range finder; speed; pressure; temperature; measurements; flatness; contact spot.

Identification number of article 53TVN114

Автомобильное колесо представляет собой шину, установленную на металлический (или иной, равноценный по прочности) обод, при этом внутреннее герметизированное пространство шины заполнено воздухом под определенным давлением. От физико-механических свойств шины зависят такие эксплуатационные показатели автомобиля, как грузоподъемность, экономичность, управляемость, проходимость и т.д. [1].

Так как автомобильное колесо не является абсолютно жестким объектом, то при его качении по дорожному покрытию под действием силовых факторов происходит тангенциальная деформация шины, при которой действительное расстояние от оси вращения колеса до опорной поверхности уменьшается. Это расстояние называют динамическим радиусом колеса, который является плечом приложения толкающей силы [2]. Его величина зависит от ряда конструктивных и эксплуатационных факторов, таких, например, как жесткость шины, внутреннее давление и температура в ней, вес автомобиля, приходящейся на колесо, скорость движения, ускорение, сопротивление качению и др. Динамический радиус уменьшается с увеличением крутящего момента и с уменьшением давления воздуха в шине. Величина динамического радиуса несколько увеличивается с увеличением скорости движения автомобиля вследствие роста центробежных сил.

Для учета явления упругого проскальзывания шины [3] используют понятие кинематического радиуса колеса (радиуса качения). Радиус качения колеса представляет собой радиус условного недеформируемого кольца, которое, при движении без скольжения, совершит число оборотов и пройдет путь, одинаковый с реальным колесом. Радиус качения колеса является условной величиной и непосредственно не связан с его размерами.

В практических расчетах радиус качения колеса оценивается по приближенной формуле:

$$r_k = (0,85 \dots 0,9) r_0 \text{ (где } r_0 \text{ - свободный радиус колеса).}$$

Для дорог с твердым покрытием (движение колеса с минимальным проскальзыванием) принимают: $r_k = r_d$.

Таким образом, характеристики и физика процесса движения шины представляют значительный интерес, так как оказывают значительное влияние и вносят значительный вклад в формирование технических характеристик транспортного средства, на котором они установлены.

Величина динамического радиуса может быть определена либо прямым измерением расстояния от оси движущегося колеса до поверхности дорожного покрытия, либо расчетным способом, т. е. отношением разности крутящего момента и момента, полученного путём произведения равнодействующей нормальных сил на плечо сноса, к толкающей силе. Динамический радиус шины определяется как расстояние от оси движущегося колеса до опорной поверхности. Величина динамического радиуса оказывает значительное влияние на срок службы шины, поскольку его уменьшение вследствие увеличения нагрузки или снижения давления воздуха в шине приводит к увеличению площади контакта шины с опорной поверхностью, интенсивному трению в материалах шины и в месте её контакта с поверхностью и, как следствие, к увеличению теплообразования и снижению срока службы шины. Большое внимание, уделяемое повышению надёжности и качества пневматических шин, продиктовано постоянно возрастающими требованиями к безопасности движения транспортных средств, важным элементом ходовой части которых они являются [4].

Актуальная задача обеспечения требуемой надёжности пневматических шин может быть решена при использовании эффективных средств для проведения стендовых натурных испытаний шин, в том числе статических и динамических испытаний [5], обеспечивающих определение таких характеристик шины, как динамический радиус, срок службы при работе в

различных скоростных режимах с максимально допустимой нагрузкой на шину, сопротивление шины качению, влияние нагрева на эксплуатационные характеристики шины и др.

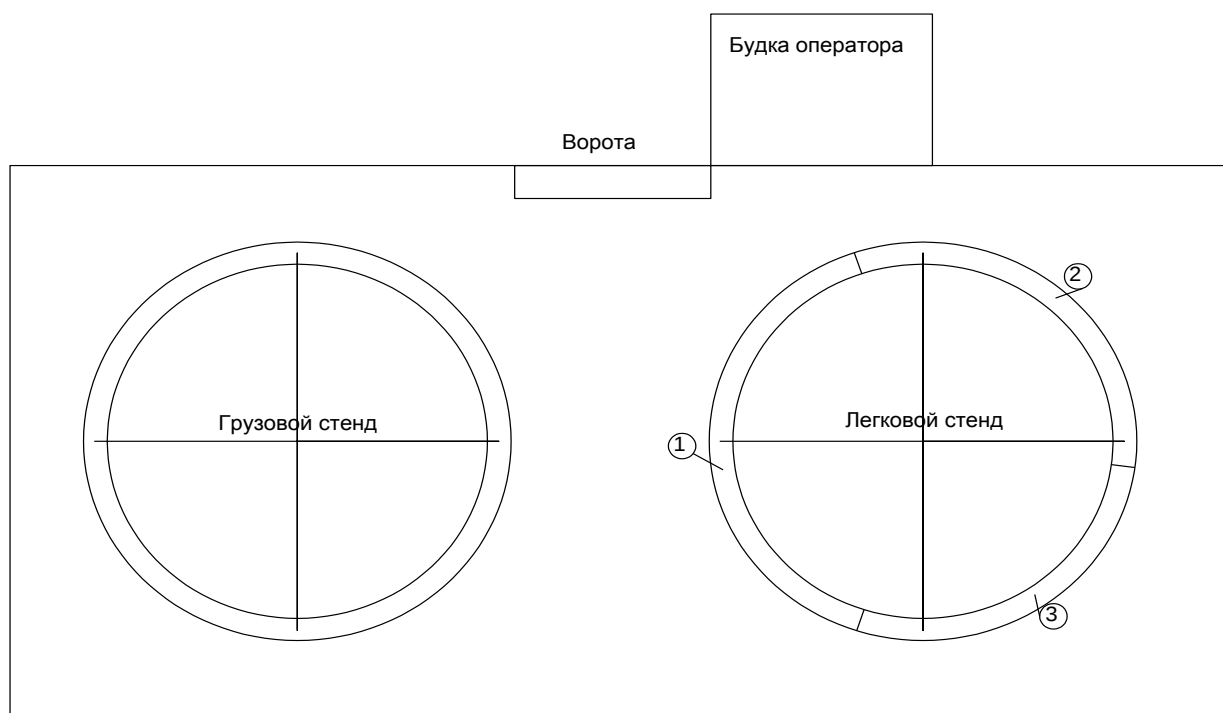
Динамические испытания шин в режиме ведомого колеса проводятся на специальных обкаточных стендах [6], основной составной частью которых является беговой барабан, приводимый в движение электроприводом [7].

В стендах устаревшей конструкции, которые, однако, эксплуатируются и сегодня на предприятиях шинной промышленности, вращение бегового барабана осуществляется электроприводом постоянного тока. Для передачи крутящего момента от двигателя на ось бегового барабана в таких стендах используются ремённая или зубчатая (редуктор) передача, а нагружение шины осуществляется с помощью механических грузов, подвешенных на тросе через рычаг и воздействующих на ось обода, на котором установлена испытываемая шина. Реализованный на таких стендах способ нагружения шины не позволяет изменять величину воздействующей на шину нагрузки в процессе испытания и выполнять отвод обода, на котором смонтирована шина, от поверхности барабана после её разрушения, так как доступ к стенду во время испытаний запрещён из условий обеспечения техники безопасности.

Измерение динамического радиуса колеса в процессе движения транспортного средства [8] является достаточно трудноосуществимой задачей, в частности при высоких скоростях движения. Кроме того, представляет сложность одновременное обеспечение прочих факторов, влияющих на величину измеряемого показателя – температура окружающей среды, температура и давление в шине.

Также общим недостатком всех лабораторных стендов для изучения динамического радиуса колеса, является то, что испытания проводятся в условиях, не соответствующим встречающимся на автомобильных дорогах.

Для решения данной комплексной задачи рационально проводить исследования на специальном комплексе оборудования. В частности, в исследовании может быть эффективно применен универсальный комплекс для испытаний дорожных покрытий и автомобильных шин КУИДМ-2 «Карусель» (рисунок 1) сконструированный в МАДИ [9, 10].



1, 2, 3 – участки асфальтобетонного покрытия

Рис. 1. Схема комплекса КУИДМ-2

Измерение динамического радиуса колеса в процессе движения в заданном режиме может осуществлено с помощью комплекса оборудования, монтируемого на специальную раму, расположенную на движущемся колесе [11] (рисунок 2).

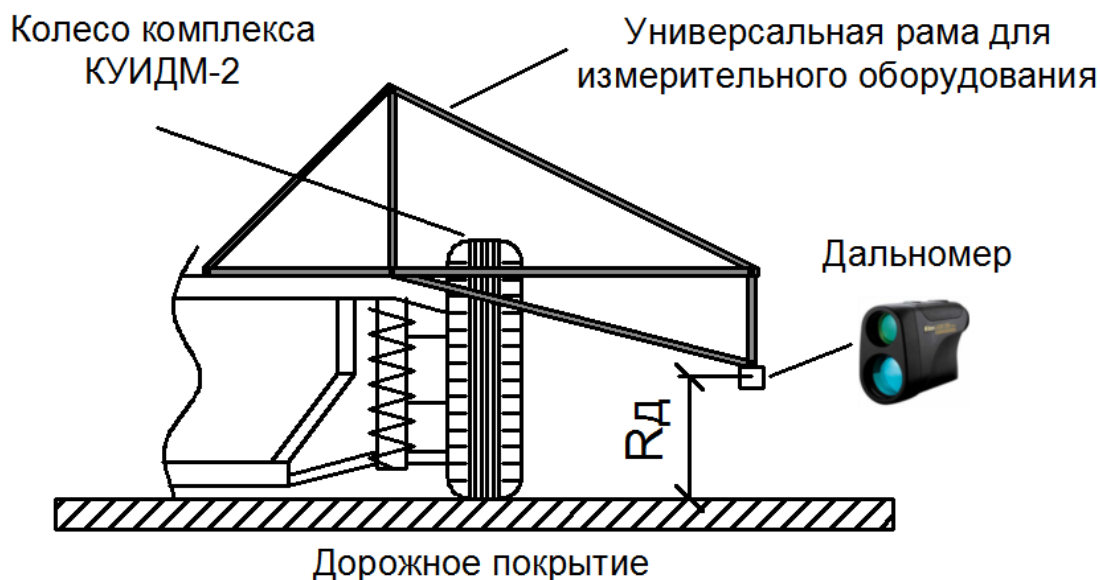


Рис. 2. Оборудование для измерения динамического радиуса

Расположенный на раме лазерный дальномер в режиме реального времени передает данные о расстоянии между центром колеса и дорожным покрытием, что позволяет оценивать динамический радиус в процессе движения с установленной скоростью.

Преимущество данного метода по сравнению с системами, в которых опорной поверхностью для движения колеса является барабан, заключается в том, что в условиях комплекса КУИДМ-2 реализуются условия, максимально приближенные к реально имеющимся на автомобильной дороге – автомобильное колесо нагружено массой, сопоставимой с реальным транспортным средством, перемещение происходит по асфальтобетонному покрытию с обеспечением строго одинаковой траектории движения при каждом проходе колеса по кругу. Для проведения экспериментальных работ был составлен перечень факторов, влияющих на радиус колеса в процессе движения (таблица 1).

Таблица 1

Факторы, влияющие на величину динамического радиуса

Показатель	Легковой стенд
Скорость движения, км/ч	40,60,80,100
Температура воздуха, t°C	20-30
Давление в шине (стандартное, повышенное, пониженное)	Стд, выс, низ
Температура в шине, t°C	20, 25, 30

Известно, что динамический радиус уменьшается при снижении давления воздуха в шине, т.к. при пониженном внутреннем давлении шины имеют повышенные деформации во всех направлениях. Поэтому кроме величины давления, рассмотрены факторы, влияющие на эластичность резины, в частности температура в шине и температура окружающей среды.

Величина динамического радиуса увеличивается при росте скорости движения, поэтому рассмотрен наиболее характерный для легковых автомобилей режим движения.

Испытания выполнялись на легковом стенде комплекса КУИДМ-2 в диапазоне скоростей от 40 до 100 км/ч. Сначала проводились эксперименты при температуре 20°C и стандартном давлении в шине. Производился запуск стенда, затем, при достижении требуемой скорости, выполнялось измерение динамического радиуса колеса. Выполнение измерений на различных скоростях движения осуществлялось последовательно, без остановки стенда. Также при температуре 20°C выполнялись измерения при пониженном и повышенном давлении в шине. После этого выполнялись эксперименты при постоянном давлении и температурах 25°C и 30°C.

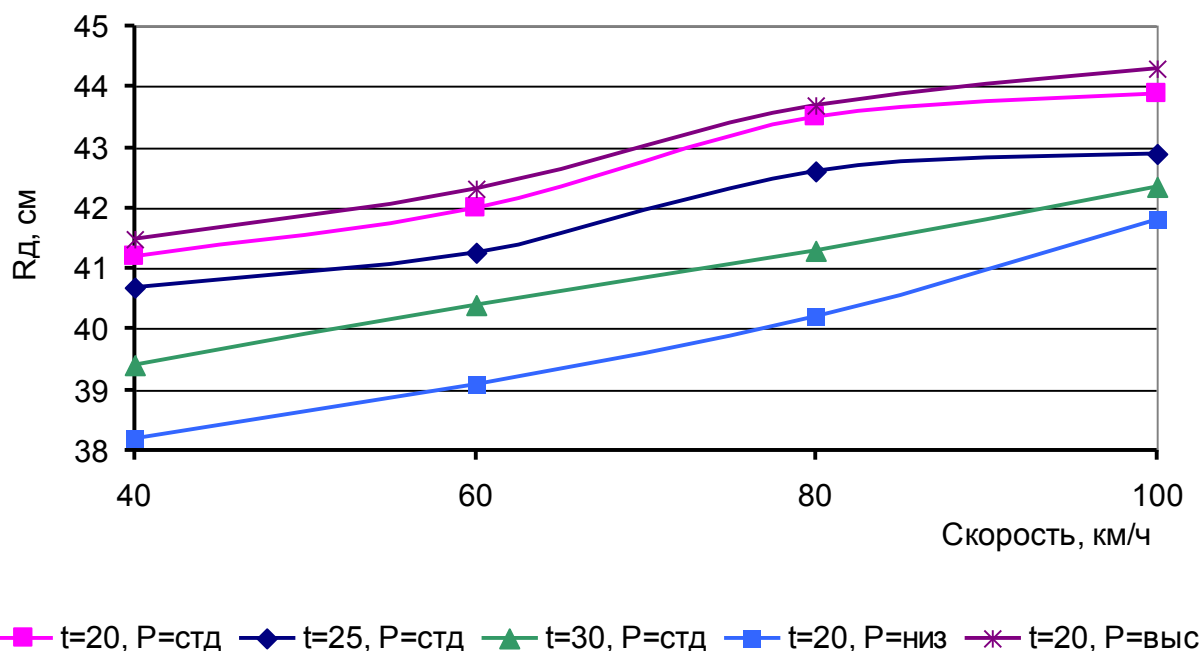


Рис. 3. Зависимость динамического радиуса от скорости движения при различных значениях температуры и давления в шине

Из результатов (рисунок 3) видно, что снижения давления в шине оказывает схожий эффект с увеличением температуры. При этом необходимо отметить, что при стандартных условиях наблюдается рост величины динамического радиуса колеса при увеличении скорости движения до уровня 80 км/ч, после чего радиус меняется незначительно. В случае с повышенной температурой и пониженным давлением, изменения радиуса наблюдается на всем диапазоне рассматриваемых скоростей.

Динамический радиус колеса также может быть использован при определении параметров эксплуатационных свойств автотранспортного средства при движении по неровной поверхности [12].

В области оценки влияния коэффициента ровности на коэффициент динамичности известны работы научной школы профессора А.В.Кочеткова. Часть из них указана в библиографическом описании к статье [13-17]. В этих работах были учтены ровности и макрошероховатость дорожного покрытия с учетом динамического изменения радиуса колеса и вероятностно-статистического подхода.

Известно, что при движении транспортного средства по дороге с неровным микропрофилем, возникают колебания масс автотранспортного средства, которые могут оказывать существенное влияние на эксплуатационные свойства и их параметры.

Таким образом, отслеживая изменение динамического радиуса колеса в процессе движения, можно сделать вывод о ровности покрытия. Известно также, что динамические радиусы колёс, изменяющиеся при движении по неровной поверхности дороги рассчитываются как разность величин свободных радиусов автомобильных шин и их вертикальных деформаций при условии точечного контакта с дорожной поверхностью. Также, динамические радиусы, изменяющиеся в процессе колебаний, определяются с учётом продольной деформации автомобильных шин и смещения вертикальных реакций в их контакте с поверхностью дороги как расстояние от смещённой оси вращения колеса до касательной реакции.

Основываясь на изученных материалах, были выполнены измерения зависимости изменения величины динамического радиуса от величины ровности покрытия по IRI при

скоростях движения легкового стенда 60, 80, 100 км/ч. Перед началом движения выполнялось измерение статического радиуса колеса.

Таблица 2

Результаты измерений ΔR_d при различной ровности

Значение ровности по IRI, м/км	1,72	1,83	1,87	1,95	2	2,3	2,6	2,65
ΔR_d , см, при скорости:								
60 км/ч	0,20	0,25	0,27	0,31	0,35	0,70	0,89	0,91
80 км/ч	0,30	0,37	0,39	0,43	0,49	0,77	0,82	0,83
100 км/ч	0,32	0,37	0,40	0,45	0,53	0,83	0,80	0,82

Полученные результаты (таблица 2, рисунок 4) показывают взаимосвязь между рассматриваемыми показателями. При скорости движения 60 км/ч и значениях IRI до 2,00, что соответствует критерию «отлично», наблюдается небольшое значение величины ΔR_d , при этом, после перехода на участок с величиной IRI выше 2,00 наблюдается пропорциональный рост величины изменения динамического радиуса колеса. При скоростях движения 80 и 100 км/ч наблюдается схожая зависимость ровности ΔR_d на участке с величиной IRI до 2,00, однако при росте величины наблюдается значительное увеличение ΔR_d . Такие зависимости вызваны тем, что на участке с ровностью до 2,00 при увеличении скорости происходит некоторое увеличение динамического радиуса, однако на отрезках с ровностью свыше 2,00 за счет наличия отдельных пиков на профиле происходит периодический отрыв колеса от поверхности, что вызывает значительное изменение радиуса.

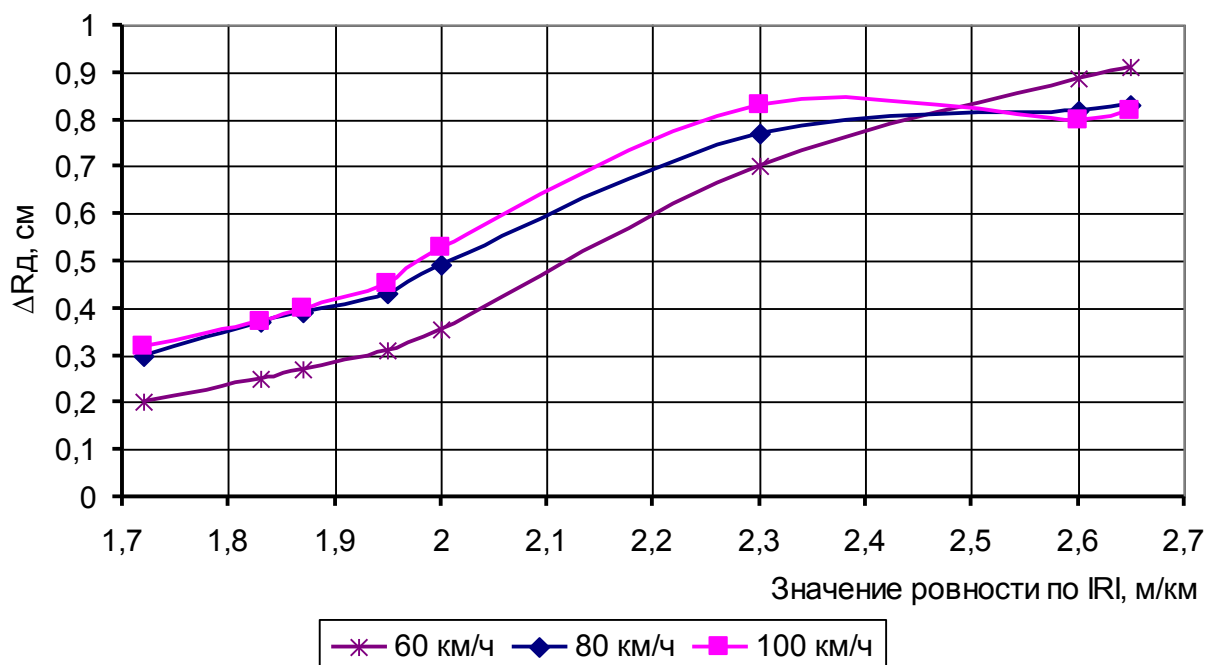


Рис. 4. Зависимость между изменением динамического радиуса колеса и ровностью по IRI при скоростях движения 60, 80, 100 км/ч

Выполненные эксперименты показывают, что возможность измерения динамического радиуса колеса в процессе движения может быть использована при сравнительных испытаниях

образцов автомобильной резины в сочетании с другими эксплуатационными показателями, такими как проскальзывание, производимый шум, оценка пятна контакта.

На основании проведенных исследований сделаны следующие выводы:

- динамический радиус колеса может быть измерен в процессе движения в условиях комплекса КУИДМ-2 «Карусель»;
- разработана методика измерения динамического радиуса колеса при переменных температуре и давлении в шине на стенде КУИДМ-2;
- выполнена оценка возможности применения динамического радиуса колеса как косвенной характеристики ровности дорожного покрытия.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Кравец В. Н. Теория автомобиля: учеб. Пособие / В. Н. Кравец. – Нижний Новгород: НГТУ, – 2007. – 368 с.
- 2 Вахламов В. К. Автомобили: Эксплуатационные свойства [Текст]: учебник/ В. К. Вахламов. - 5-е изд., стер.. - М.: Издательский центр "Академия", 2012. - 240 с. - (Высшее профессиональное образование. Транспорт)
- 3 Работа автомобильной шины. Под ред. В.И. Кнороза. - М.: Транспорт. 1976. - 238 с.
- 4 Певзнер Я.М. Теория устойчивости автомобиля. — М.: Машгиз, 1974. — 156 с.
- 5 Прокопенко Ю., Роженцев В., Мараховский В., Шаманин А. Автоматизированная система для определения статических характеристик пневматических шин // Современные технологии автоматизации. - 2008. - № 1. - С. 28-34.
- 6 Стенд для динамических испытаний пневматических шин: пат. 64369 Российская Федерация/ Прокопенко Ю.Д., Роженцев В.С., Мараховский В.И. и др.; опубл. 2007, Бюл. № 18.
- 7 Машина для механических испытаний материалов: пат. 48066 Российская Федерация/ Прокопенко Ю.Д., Кастанов А.С., Роженцев В.С. и др.; опубл. 2005, Бюл. №25.
- 8 Желтышев, А.В. Определение радиуса качения колеса автомобиля при движении по неровной дороге / А.В. Желтышев, А.А. Енаев // Естественные и инженерные науки – развитию регионов: Материалы межрегиональной научно-технической конференции. – Братск: БрГТУ, 2004. – 188 с.
- 9 Илюхин А. В., Марсов В. И., Колбасин А. М., Беляков А. Б., Братищев И. С. Универсальный комплекс для испытаний дорожных покрытий // Интернет-журнал «Наукovedение». 2013 №6 (19) [Электронный ресурс].-М. 2013. – Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/89TVN613.pdf>, свободный – Загл. с экрана.
- 10 Васильев Ю. Э., Беляков А. Б., Субботин И. В., Малофеев А. С. Анализ шума в ультразвуковом диапазоне в сочетании с инфракрасной съёмкой как способ обнаружения шипованной резины на транспортном средстве // Интернет-журнал «Наукovedение». 2013 №6 (19) [Электронный ресурс].-М. 2013. – Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/43TVN613.pdf>, свободный – Загл. с экрана.
- 11 Штефан Ю. В., Васильев Ю. Э., Беляков А. Б., Панарин Г. А. Модернизация кольцевого стенда «КУИДМ-2» для расширения спектра измеряемых параметров и ускорения испытаний // Интернет-журнал «Наукovedение». 2013 №6 (19) [Электронный ресурс].-М. 2013. – Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/108TVN613.pdf>, свободный – Загл. с экрана.
- 12 Определение параметров эксплуатационных свойств автотранспортного средства при движении по неровной дороге / В. В. Мазур // Системы. Методы. Технологии : научный периодический журнал. - 2009. - N 2. - С. 39-41.
- 13 Методологические основы оценки технических рисков в дорожном хозяйстве / Н.Е.Кокодева, В.В.Талалай, А.В.Кочетков, Л.В.Янковский, С.П. Аржанухина // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Урбанистика. 2011. № 3. - С. 38-49.

- 14 Стандартизация испытаний строительных, дорожных материалов и изделий / И.Б.Челпанов, С.М.Евтеева, В.В.Талалай, А.В.Кочетков, Б.С. Юшков // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Охрана окружающей среды, транспорт, безопасность жизнедеятельности. 2011. № 2. - С. 57-68.
- 15 Кочетков А.В. Шероховатые поверхности: нормирование, проектирование и устройство / А.В.Кочетков, Суслиганов П.С. // Автомобильные дороги. 2005. № 1. - С. 54.
- 16 Разработка принципов проектирования и программирования робототехнического комплекса поверхностной обработки / Р.Н.Абуталипов, А.В.Кочетков, В.И. Ермолаев // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2004. Т. 4. № 1 (5). - С. 27-33.
- 17 Статистические методы контроля качества при производстве цементобетона и цементобетонных смесей / Ю.Э.Васильев, В.Г.Полянский, Е.Р.Соколова, Р.Б.Гарибов, А.В.Кочетков, Л.В. Янковский // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 4. - С. 101.

Рецензент: Кочетков Андрей Викторович, профессор, доктор технических наук, Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

REFERENCES

- 1 Kravec V. N. Teorija avtomobilja: ucheb. Posobie / V. N. Kravec. – Nizhnij Novgorod: NGTU, – 2007. – 368 s.
- 2 Vahlamov V. K. Avtomobili: Jekspluatacionnye svojstva [Tekst]: uchebnik/ V. K. Vahlamov. - 5-e izd., ster.. - M.: Izdatel'skij centr "Akademija", 2012. - 240 s. - (Vysshee professional'noe obrazovanie. Transport)
- 3 Rabota avtomobil'noj shiny. Pod red. V.I. Knoroza. - M.: Transport. 1976. - 238 s.
- 4 Pevzner Ja.M. Teorija ustojchivosti avtomobilja. — M.: Mashgiz, 1974. — 156 s.
- 5 Prokopenko Ju., Rozhencev V., Marahovskij V., Shamanin A. Avtomatizirovanaja sistema dlja opredelenija staticheskikh harakteristik pnevmaticheskikh shin // Sovremennye tehnologii avtomatizacii. - 2008. - № 1. - S. 28-34.
- 6 Stend dlja dinamicheskikh ispytanij pnevmaticheskikh shin: pat 64369 Rossijskaja Federacija/ Prokopenko Ju.D., Rozhencev B.C., Marahovskij V.I. i dr.; opubl. 2007, Bjul. № 18.
- 7 Mashina dlja mehanicheskikh ispytanij materialov: pat. 48066 Rossijskaja Federacija/ Prokopenko Ju.D., Kastanov A.S., Rozhencev B.C. i dr.; opubl. 2005, Bjul. №25.
- 8 Zheltyshev, A.V. Opredelenie radiusa kachenija kolesa avtomobilja pri dvizhenii po nerovnoj doroge / A.V. Zheltyshev, A.A. Enaev // Estestvennye i inzhenernye nauki – razvitiyu regionov: Materialy mezhregional'noj nauchno-tehnicheskoy konferencii. – Bratsk: BrGTU, 2004. – 188 s.
- 9 Iljuhin A. V., Marsov V. I., Kolbasin A. M., Beljakov A. B., Bratishhev I. S. Universal'nyj kompleks dlja ispytanij dorozhnyh pokrytij // Internet-zhurnal «Naukovedenie». 2013 №6 (19) [Elektronnyj resurs].-M. 2013. – Rezhim dostupa: <http://naukovedenie.ru/PDF/89TVN613.pdf>, svobodnyj – Zagl. s jekrana.
- 10 Vasil'ev Ju. Je., Beljakov A. B., Subbotin I. V., Malofeev A. S. Analiz shuma v ul'trazvukovom diapazone v sochetanie s infrakrasnoj s#jomkoj kak sposob obnaruzhenija shipovannoj reziny na transportnom sredstve // Internet-zhurnal «Naukovedenie». 2013 №6 (19) [Elektronnyj resurs].-M. 2013. – Rezhim dostupa: <http://naukovedenie.ru/PDF/43TVN613.pdf>, svobodnyj – Zagl. s jekrana.
- 11 Shtefan Ju. V., Vasil'ev Ju. Je., Beljakov A. B., Panarin G. A. Modernizacija kol'cevogo stenda «KUIDM-2» dlja rasshirenija spektra izmerjaemyh parametrov i uskorenija ispytanij // Internet-zhurnal «Naukovedenie». 2013 №6 (19) [Elektronnyj resurs].-M. 2013. – Rezhim dostupa: <http://naukovedenie.ru/PDF/108TVN613.pdf>, svobodnyj – Zagl. s jekrana.
- 12 Opredelenie parametrov jekspluatacionnyh svojstv avtotransportnogo sredstva pri dvizhenii po nerovnoj doroge / V. V. Mazur // Sistemy. Metody. Tehnologii : nauchnyj periodicheskij zhurnal. - 2009. - N 2. - S. 39-41.
- 13 Metodologicheskie osnovy ocenki tehniceskikh riskov v dorozhnom hozjajstve / N.E.Kokodeeva, V.V.Talalaj, A.V.Kochetkov, L.V.Jankovskij, S.P. Arzhanuhina // Vestnik Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta. Urbanistika. 2011. № 3. - S. 38-49.
- 14 Standartizacija ispytanij stroitel'nyh, dorozhnyh materialov i izdelij / I.B.Chelpanov, S.M.Evteeva, V.V.Talalaj, A.V.Kochetkov, B.S. Jushkov // Vestnik Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta. Ohrana

- okruzhajushhej sredy, transport, bezopasnost' zhiznedejatel'nosti. 2011. № 2. - S. 57-68.
- 15 Kochetkov A.V. Sherohovatye poverhnosti: normirovanie, proektirovanie i ustrojstvo / A.V.Kochetkov, Susliganov P.S. // Avtomobil'nye dorogi. 2005. № 1. - S. 54.
- 16 Razrabotka principov proektirovanija i programmirovanija robototekhnicheskogo kompleksa poverhnostnoj obrabotki / R.N.Abutalipov, A.V.Kochetkov, V.I. Ermolaev // Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. 2004. T. 4. № 1 (5). - S. 27-33.
- 17 Statisticheskie metody kontrolja kachestva pri proizvodstve cementobetona i cementobetonnyh smesej / Ju.Je.Vasil'ev, V.G.Poljanskij, E.R.Sokolova, R.B.Garibov, A.V.Kochetkov, L.V. Jankovskij // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2012. № 4. - S. 101.