

УДК 629.017

Феватов С. А.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ НЕРАВНОМЕРНОСТИ НАГРУЖЕНИЯ СДВОЕННЫХ КОЛЕС ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ НА БОКОВОЙ КОЭФФИЦИЕНТ СЦЕПЛЕНИЯ

Аннотация. В статье разработан метод оценки влияния неравномерности нагружения сдвоенных колес грузового автомобиля на боковой коэффициент сцепления, позволяющий в эксплуатационных условиях и при автотехнической экспертизе определять максимальное значение бокового коэффициента сцепления колес с дорогой, что дает возможность уточнить показатели устойчивости движения автомобиля. Анализ полученных результатов экспериментального исследования для различных моделей шин сдвоенных колес показал, что наибольшее значение максимального бокового коэффициента сцепления колеса с дорогой реализуется при внутреннем давлении воздуха, равном 0,35 МПа.

Ключевые слова: боковой коэффициент сцепления, сдвоенные колеса, пневматические шины, давление воздуха в шине, боковая сила.

Феватов С. А.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НЕРІВНОМІРНОСТІ НАВАНТАЖЕННЯ ЗДВОЄНИХ КОЛІС ВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЯ НА БІЧНИЙ КОЕФІЦІЄНТ ЗЧЕПЛЕННЯ

Анотація. У статті розроблено метод оцінки впливу нерівномірності навантаження здвоєних коліс вантажного автомобіля на бічний коефіцієнт зчеплення, який дозволяє в експлуатаційних умовах і при автотехнічній експертизі визначати максимальне значення бічного коефіцієнта зчеплення коліс з дорогою. Що дає можливість уточнити показники стійкості руху автомобіля. Аналіз отриманих результатів експериментального дослідження для різних моделей шин здвоєних коліс показав, що найбільше значення максимального бокового коефіцієнта зчеплення колеса з дорогою реалізується при внутрішньому тиску повітря, рівному 0,35 МПа.

Ключові слова: бічний коефіцієнт зчеплення, здвоєні колеса, пневматичні шини, тиск повітря в шині, бічна сила.

EXPERIMENTAL STUDY OF UNEVENNESS OF LOADING DUAL WHEEL TRUCKS INFLUENCE ON THE SIDE ADHESION COEFFICIENTS

Summary. The methods and design of the device, allowing for effective and convenient information on specific tire vehicle involved in an accident are offered. The accuracy of determination of the coefficient of lateral traction with the road and the objectivity of the accident autotechnical examination is improved. Now it is possible to solve important scientific and practical task of improving the operational efficiency of vehicles to ensure the rational values of the performance of their tires. The relative simplicity of the device for implementing the proposed method can significantly increase the objectivity of the investigation of accidents by obtaining more reliable data on the state of the clutch of all wheels. Considering the options for dual wheel tires, it was found that the highest value of the coefficient of maximum lateral traction is realized with an internal air pressure of 0,35 MPa. When worn tire tread increase internal air pressure in them increases the value of the maximum lateral friction coefficient. For tire combination ROSAVA BC-24 / VORONEZH START (worn out), this increase is 18%, which must be considered in ensuring the sustainability of the vehicle.

Key words: lateral traction coefficient, dual-tire wheels, pneumatic tires, the air pressure in the tire lateral force.

Постановка проблемы. Проблема обеспечения безопасности дорожного движения за последние годы приобрела постоянно обостряющийся характер. Это объясняется количественным и качественным ростом автомобильного транспорта, увеличением средних скоростей и интенсивности движения.

В настоящее время большое внимание уделяется улучшению конструктивной безопасности автомобиля. Недостаточная величина коэффициента сцепления является причиной значительного числа дорожно-транспортных происшествий. Одной из причин опрокидывания автомобиля является низкий боковой коэффициент сцепления шины автомобильного колеса с полотном дороги. Согласно статистике Департамента ГАИ МВД Украины, число дорожно-транспортных происшествий по причине опрокидывания автомобиля, составляет 9,4% по всей территории Украины и 9,8% по территории Крыма. В неблагоприятные периоды года процент ДТП из-за низкого коэффициента сцепления возрастает до 70% от общего числа происшествий [1]. Однако при расследовании ДТП этому факту не уделяют особого значения, указав в протоколе всего лишь на техническую неисправность автомобиля. Исследованиями [2] доказано, что для шин разных производителей значения бокового коэффициента сцепления автомобильной шины различаются до 1,5–2 раз. Следовательно, применяемые табличные значения бокового коэффициента сцепления автомобильной шины при экспертизе ДТП могут привести к неточному результату, от которого в свою очередь зависит объективность принятия решения о виновности либо невиновности водителя, совершившего ДТП.

Анализ литературы. В настоящее время основными документами, в которых даются определение понятия и методы оценки коэффициента

сцепления с дорогой, являются стандарты [3–5]. Исследованию коэффициента сцепления колеса с дорогой посвящен ряд работ, в частности [6–10]. В работе [6] коэффициент сцепления φ определяется как отношение максимальной касательной реакции в зоне контакта к нормальной реакции или нагрузке, действующей на колесо:

$$\varphi = \frac{T_{\max}}{G_k}, \quad (1)$$

где T_{\max} – максимальная касательная реакция в контакте колеса с дорогой;

G_k – нормальная реакция в контакте колеса с дорогой.

В стандартах [4; 5] предложен метод определения коэффициента сцепления с помощью динамометрической тележки. Данная установка ПКРС-2 включает в себя автомобиль и прицепной одноколесный прибор. Указанный прибор оборудован датчиками измерения ровности покрытия и коэффициента сцепления. В автомобиле установлена система увлажнения покрытия, управления и регистрации результатов измерений.

Однако указанный метод непригоден для определения коэффициента сцепления колеса конкретного автомобиля с дорожным покрытием на конкретном участке дороги при расследовании ДТП, тем более, когда речь идет о сдвоенных колесах, нагруженных неравномерно.

Целью статьи является разработка метода оценки влияния неравномерности нагружения сдвоенных колес грузового автомобиля на боковой коэффициент сцепления.

Изложение основного материала. Нами было предложено устройство, защищенное патентом Украины на полезную модель [11], позволяющее производить оценку бокового коэффициента сцепления колес неподвижного автомобиля (рис. 1).

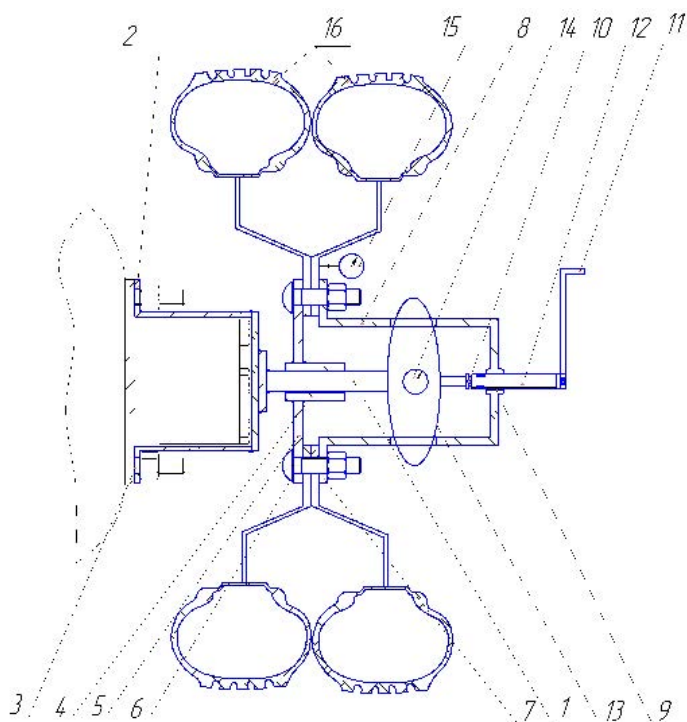


Рис. 1. Стенд для определения бокового сцепления и боковой жесткости шин [11]:
 1 – ось; 2 – фланец под ступицу; 3 – посадочные отверстия под ступицу; 4 – патрубок; 5 – фланец;
 6 – посадочные отверстия под испытываемые колеса; 7 – ушки; 8 – скоба; 9 – резьбовое отверстие;
 10 – стержень; 11 – рукоятка; 12 – шаровая опора; 13 – пружинный динамометр;
 14 – индикатор часового типа, фиксирующий усилие, прилагаемое на колеса;
 15 – индикатор часового типа, фиксирующий перемещение колес; 16 – автомобильные колеса.

Для проведения экспериментов использовалась группа шин от грузовых автомобилей ГАЗ-330202 размерности 185/75R16С с различным износом, рисунком протектора и свободным диаметром. Свободный диаметр шин определялся путем их обмера с помощью специально изготовленного измерительного инструмента, основой которого являлся стандартный штангенциркуль марки ШЦ-0,1. Обмеры шины осуществлялись в трех диаметральных плоскостях, расположенных между собой под углом 120°. Результаты замеров по каждой шине усреднялись.

Далее на ведущие колеса грузового автомобиля ГАЗ-330202 устанавливались испытываемые

колеса. Во всех шинах давление устанавливалось 0,4 МПа и контролировалось с помощью образцового манометра с ценой деления 0,005 МПа.

Автомобиль устанавливался на горизонтальном ровном участке дороги с качественным покрытием. Перед измерением коэффициента сцепления автомобиль снимался с ручного тормоза. Далее все колеса автомобиля, кроме испытываемого, блокировались противооткатными упорами с целью исключения перемещения автомобиля в целом. После этого устанавливалось устройство для определения бокового коэффициента сцепления шин автомобильных колес с полотном дороги (рис. 2).



Рис. 2. Определение бокового коэффициента сцепления шин с полотном дороги.

Устройством для замера бокового коэффициента сцепления пользуются следующим образом.

Ведущий мост автомобиля поднимают домкратом и снимают колесо со ступицы. На болты ступицы устанавливают фланцем ось приспособления и крепят её штатными гайками. Затем на фланец патрубка устанавливают колесо с испытываемой шиной, крепят его болтами, устанавливают на ось.

Скобу с установленным в резьбовом отверстии стержнем с прямоугольной резьбой, рукояткой, шаровой опорой и динамометром с регистрирующим индикатором присоединяют к ушкам патрубка. Опускают домкратом ведущий мост автомобиля на дорожное покрытие. Вращая рукоятку, устанавливают на индикаторе стрелку индикатора часового типа на нулевое показание.

Для определения бокового коэффициента сцепления шины рукояткой вращают резьбовой стержень, который шаровой опорой нажимает на пружины динамометра и перемещает скобой патрубков по оси. При этом испытываемая шина, опирающаяся на дорожное покрытие, под действием вертикальной нагрузки (массы автомобиля) воспринимает боковую силу. Поперечное сечение шины искривляется, а боковая сила и боковое смещение фиксируются на шкале регистрирующего индикатора часового типа.

Вращение рукояткой резьбового стержня производят до начала скольжения шины по дорожному покрытию.

Далее определялся коэффициент сцепления при различных внутренних давлениях в шине несколькими этапами. На первом этапе во внутрен-

ней шине давление составляло 0,4 МПа, а в наружной 0,35 МПа. На втором этапе давление в наружной шине оставалось неизменным, а во внутренней снижалось до 0,3 МПа.

Производя постепенное увеличение боковой силы P_y , приложенной вдоль оси колеса, измерялось боковое перемещение колеса. При достижении предельной по сцеплению боковой реакции $R_{y \max}$ наступает срыв и боковое скольжение шины.

Боковая сила в этом случае равна

$$P_y = P_{y \max} = R_{y \max} \quad (2)$$

Для шин сдвоенных колес получены графические зависимости боковой деформации Y сдвоенного колеса от приложенной боковой силы P_y (рис. 3–7). На некоторых графиках видны колебания максимальной боковой силы в момент срыва колеса в боковое скольжение. Это обусловлено разновременностью достижения предельной боковой реакции дороги отдельными колесами.

Для рассмотренных вариантов шин сдвоенных колес установлено, что наибольшее значение максимального бокового коэффициента сцепления колеса с дорогой $\varphi_{y \max}$ реализуется при внутреннем давлении воздуха, равном $P_{\text{ш}} = 0,35$ МПа.

При износе протектора шин повышение внутреннего давления воздуха в них позволяет увеличить значение максимального бокового коэффициента сцепления $\varphi_{y \max}$. Для сочетания шин ROSAVA БЦ-24/VORONEZH START (изношенная) это увеличение составляет 18%, что необходимо учитывать при обеспечении устойчивости движения автомобилей.

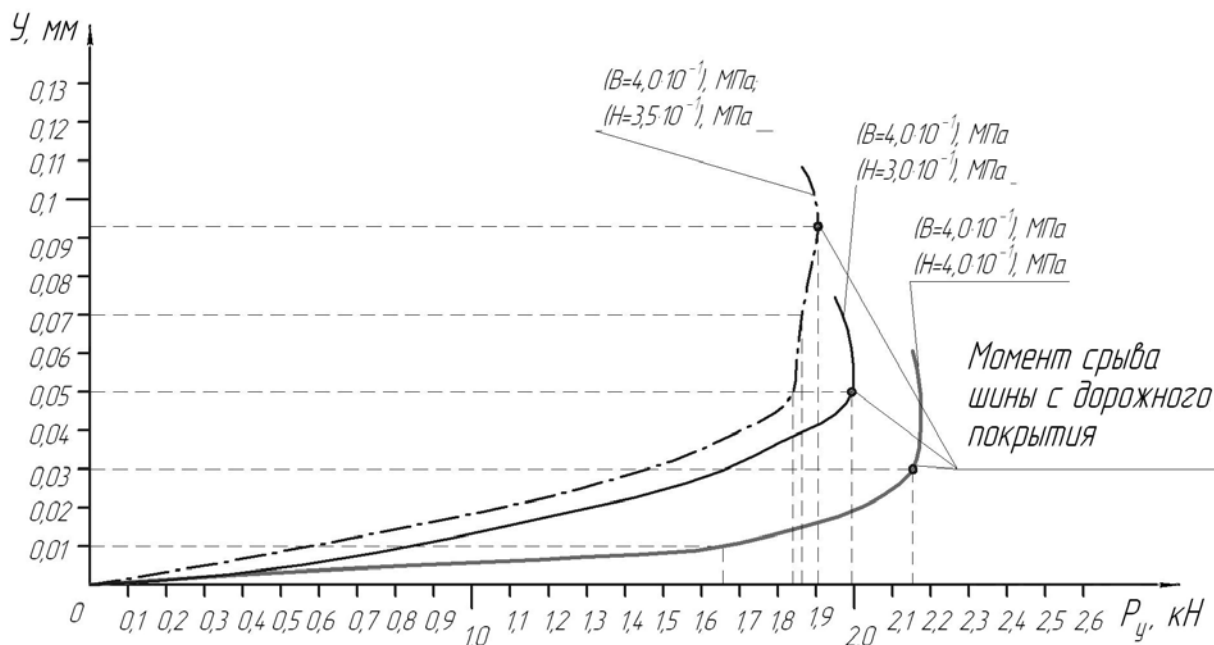


Рис. 3. Зависимости $Y(P_y)$ для шин ROSAVA LTW-301 на сдвоенных колесах при различных значениях внутреннего давления воздуха: В – внутреннее колесо, Н – наружное колесо.

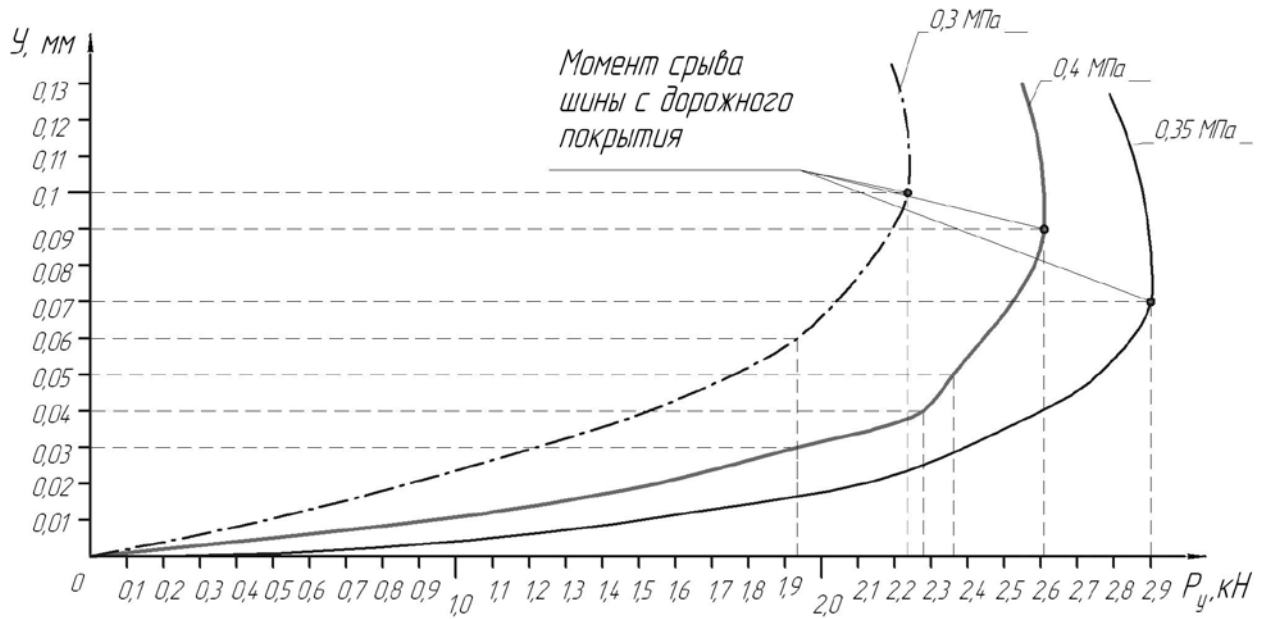


Рис. 4. Зависимости $Y(P_y)$ для шины VOLTURE на внутреннем колесе и шины ROSAVA БЦ-24 на наружном при одинаково изменяющихся значениях внутреннего давления воздуха в обеих шинах.

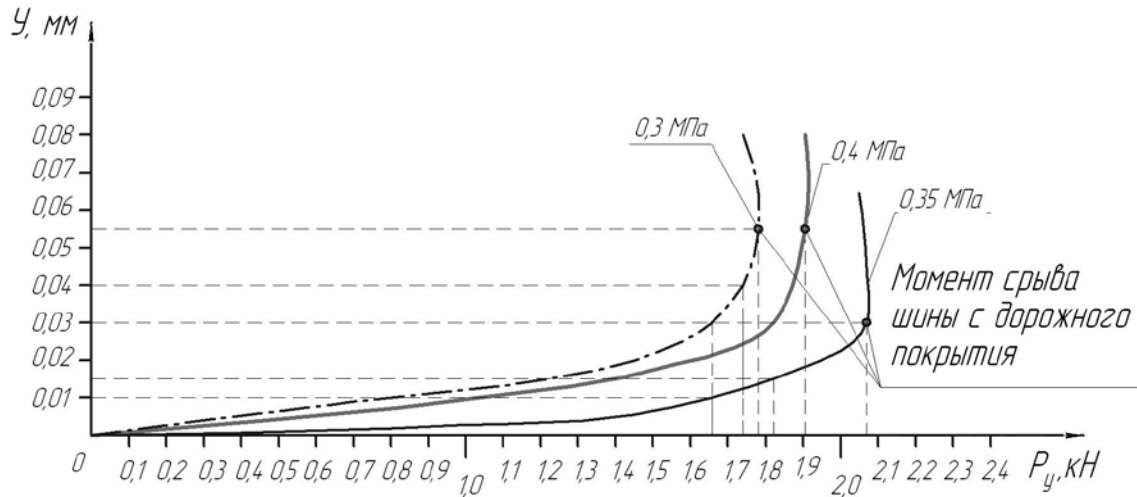


Рис. 5. Зависимости $Y(P_y)$ для шины VOLTURE START на внутреннем колесе и шины VOLTURE БЦ-24 на наружном при одинаково изменяющихся значениях внутреннего давления воздуха в обеих шинах.

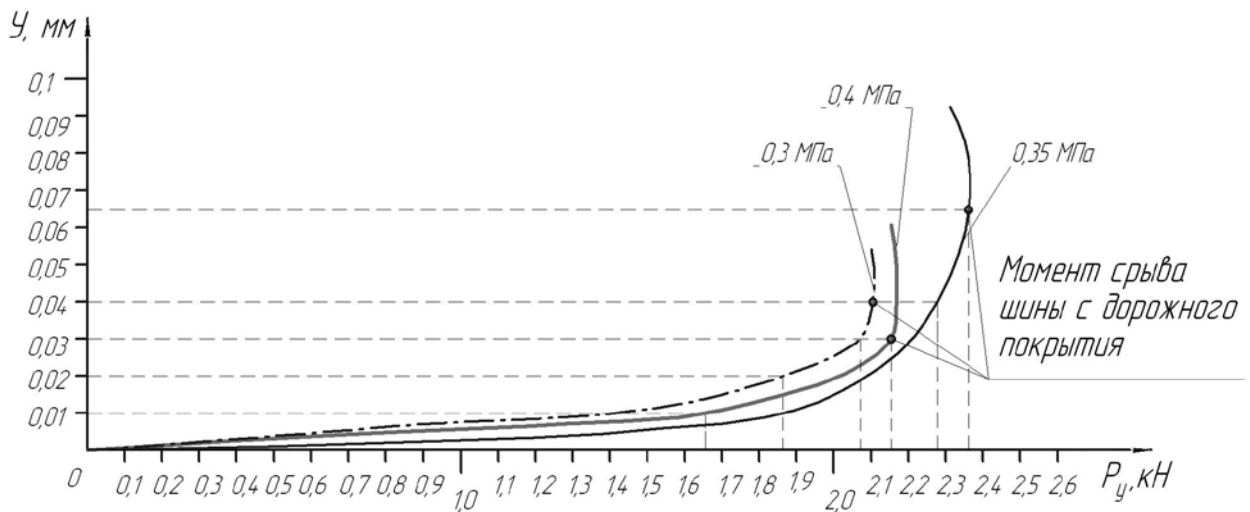


Рис. 6. Зависимости $Y(P_y)$ для шины ROSAVA LTW-301 на наружном и внутреннем колесах при одинаково изменяющихся значениях внутреннего давления воздуха в обеих шинах.

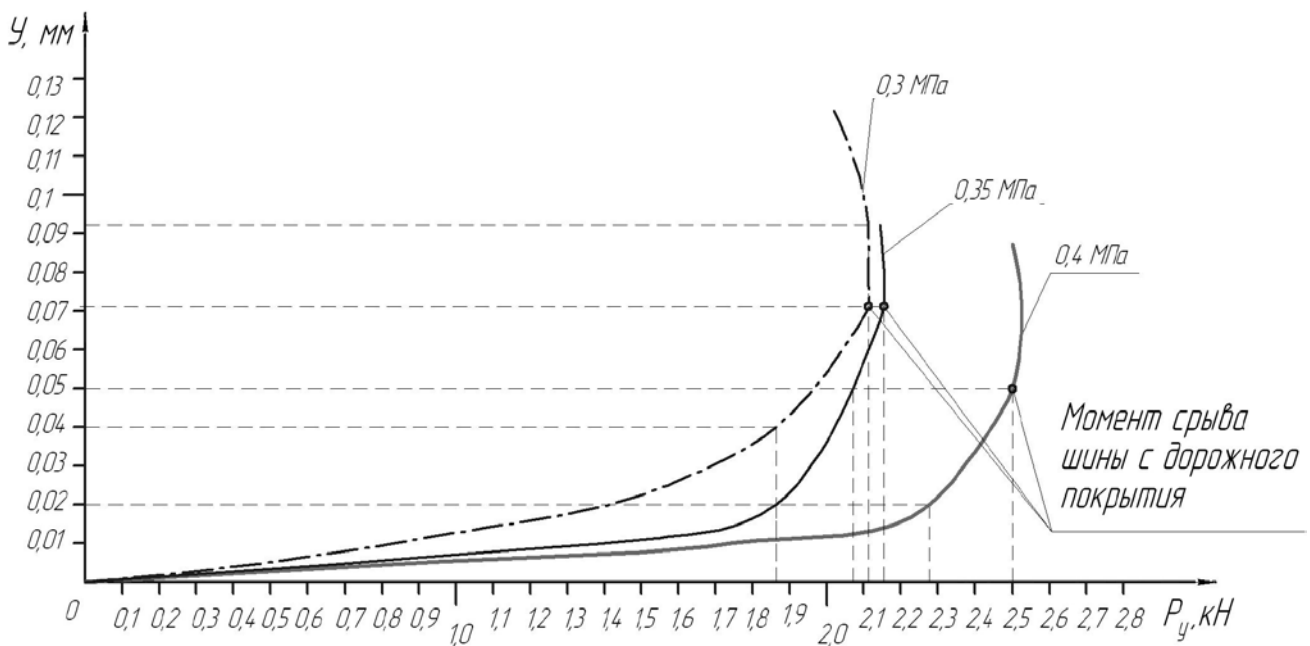


Рис. 7. Зависимости $Y(P_y)$ для шины ROSAVA БЦ-24 на внутреннем колесе и шины VORONEZH START (изношенной) на наружном при одинаково изменяющихся значениях внутреннего давления воздуха в обеих шинах.

Выводы. Разработанный метод и конструкция устройства для определения бокового коэффициента сцепления колеса с дорожным полотном позволяют обеспечить эффективность и удобство получения информации о сцепных качествах конкретной шины автомобиля, попавшего в дорожно-транспортное происшествие, с дорожным полотном непосредственно на месте дорожно-транспортного происшествия, повышает точность определения бокового коэффициента сцепления колеса с дорожным полотном и эффективность проведения автотехнической экспертизы дорожно-транспортного происшествия.

Кроме того, данное устройство позволяет решать важную задачу повышения эффективности эксплуатации автомобилей благодаря обеспечению рациональных значений эксплуатационных характеристик их шин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Офіційний сайт Департаменту ДАІ МВС України [Електронний ресурс]. – Режим доступа : <http://www.sai.gov.ua/ua/people.htm>.
2. Кучеренко А. В. Разработка методов и средств оценки сцепных свойств шин : дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта» ; 05.05.03 «Колесные и гусеничные машины» / А. В. Кучеренко. – М., 2005. – 152 с.
3. Автомобільні дороги : ДБН В.2.3-4-2000. – К. : ДерждорНДІ ; Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України, 2000. – 117 с. – (Державні будівельні норми України).
4. Дороги автомобільні. Метод визначення коефіцієнтів зчеплення колеса автомобіля з дорожнім пок-

- риттям : ДСТУ Б В.2.3-2-97. – [Чинний від 1997-07-01]. – К. : Державний Стандарт України, 1997. – 6 с. – (Національний стандарт України).
5. Дороги автомобильные. Метод определения коэффициента сцепления колеса автомобиля с дорогой : ГОСТ 30413-96. – [Введен в действие с 1997-04-21]. – М. : ГОССТРОЙ РФ, 1997. – 3 с. – (Межгосударственный стандарт).
6. Работа автомобильной шины / [В. И. Кнороз, Е. Б. Кленников, И. П. Петров и др.] ; под ред. В. И. Кнороза. – М. : Транспорт, 1976. – 238 с.
7. Чудаков Е. А. Теория автомобиля : учебник для вузов / Е. А. Чудаков. – [изд. 3-е, перераб. и доп.]. – М. : Машгиз, 1950. – 340 с.
8. Раймпель Й. Шасси автомобиля. Амортизаторы. Шины и колеса / Й. Раймпель ; [пер. с нем. В. П. Агапова ; под ред. О. Д. Златовратского]. – М. : Машиностроение, 1986. – 320 с.
9. Литвинов А. С. Автомобиль: теория эксплуатационных свойств : учебник для вузов по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» / А. С. Литвинов, Я. Е. Фаробин. – М. : Машиностроение, 1989. – 240 с.
10. Туревский И. С. Теория автомобиля : учебное пособие / И. С. Туревский. – М. : Высшая школа, 2005. – 240 с.
11. Патент України на корисну модель № 87396, МПК G 01 M 17/02 (2006.01) Пристосування для визначення бічної твердості шин / Феватов С. А., Абдулгасис А. У., Гацько В. І., Подригало М. А., Абдулгасис У. А., Клец Д. М. ; патентовласники Феватов С. А., Абдулгасис А. У., Гацько В. І., Подригало М. А., Абдулгасис У. А., Клец Д. М. – № u 201308616 ; заявл. 10.02.2013 ; опубл. 10.02.2014. Бюл. № 3.