

DOI: 10.12731/2227-930X-2022-12-1-123-137

УДК 629.113

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ МЕТОД И КОНСТРУКЦИЯ СИЛОВОГО ТОРМОЗНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

И.М. Блянкиништейн, П.М. Тарасов

Рассматриваются принципы функционирования стендов для испытания тормозных качеств колесных транспортных средств. Анализируются их достоинства и недостатки. Отмечается общий недостаток наиболее распространённых на практике силовых тормозных роликовых стендов – различие формы пятна контакта и действующих сил и реакций колеса на опорных роликах и в дорожных условиях. В результате системного анализа конструкций и применения элементов блочно-модульного проектирования предлагается модифицированный метод и конструкция силового роликового стенда с оригинальным опорным устройством в виде горизонтально вращающегося диска. Приводится описание принципа реализации испытаний на тормозных качествах и подвески транспортных средств.

Предварительный анализ предлагаемой конструкции стенда показывает, что в статическом состоянии пятно контакта колеса на таком диске полностью идентично пятну колеса на горизонтальном дорожном покрытии. При вращении диска и испытаниях тормозной системы форма пятна контакта колеса на опорном диске будет изменяться, но, по мнению авторов, незначительно – аналогично тому, как пятно контакта изменяется при криволинейном движении автомобиля, характерном для реальных условий эксплуатации, но насколько это будет происходить – является предметом дальнейших исследований.

Цель – разработка метода и конструкции стенда, обеспечивающего повышение достоверности испытания тормозных качеств автомобилей в условиях эксплуатации.

Метод или методология проведения работы: системный анализ методов и конструкций стендов для испытания тормозных качеств и подвески транспортных средств, элементы блочно-модульного проектирования.

Результаты: предложена патентоспособная конструкция силового стенда, свободная от недостатков силовых роликовых тормозных стендов.

Область применения результатов: полученные результаты целесообразно применять при создании и производстве тормозных стендов контроля технического состояния, при диагностировании и проведении технических осмотров транспортных средств в условиях эксплуатации.

Ключевые слова: автомобили; техническое состояние; тормозные свойства; диагностика; контроль

MODIFIED METHOD AND DESIGN OF A POWER BRAKE STAND FOR VEHICLE TESTING

I.M. Blyankinstein, P.M. Tarasov

The principles of functioning of stands for testing the braking qualities of wheeled vehicles are considered. Their advantages and disadvantages are analyzed. There is a general disadvantage of the most common power brake roller stands in practice – the difference in the shape of the contact spot and the acting forces and reactions of the wheel on the support rollers and in road conditions. As a result of the system analysis of structures, a modified method and design of a power roller stand with an original support device in the form of a horizontally rotating disk are proposed. The description of the principle of implementation of tests on braking qualities and suspension of vehicles is given.

A preliminary analysis of the proposed stand design shows that in a static state, the wheel contact spot on such a disk is completely identical to the wheel spot on a horizontal road surface. When the disc rotates and the brake system is tested, the shape of the wheel contact spot on

the support disc will change, but, according to the authors, slightly – similar to how the contact spot changes during the curvilinear movement of the car; characteristic of real operating conditions, but how much this will happen is the subject of further research.

Purpose – *development of a method and design of a stand that provides an increase in the reliability of testing the braking qualities of cars under operating conditions.*

Methodology *system analysis of methods and designs of stands for testing braking qualities and suspension of vehicles, elements of block-modular design.*

Results: *a patentable design of a power stand is proposed, free from the disadvantages of power roller brake stands.*

Practical implications *the obtained results should be used in the creation and production of brake stands for monitoring the technical condition, when diagnosing and conducting technical inspections of vehicles under operating conditions.*

Keywords: *cars; technical condition; braking properties; diagnostics; control*

Контроль технического состояния тормозной системы колесных транспортных средств (КТС) в условиях эксплуатации может осуществляться двумя методами: стендовым или дорожным [4]. Стендовые методы контроля получили более широкое распространение в силу их очевидных преимуществ – не требуется специального полигона, т.е. используется ограниченное пространство, нивелируется влияние климатических и погодных условий, так как стенды, как правило, располагаются в специальных помещениях. Современные стенды, как импортного, так и отечественного производства позволяют оперативно проводить испытания автомобилей, находящихся в эксплуатации в широком диапазоне нагрузок на ось, колесной формулы и прочих факторов – в том числе с целью допуска КТС к эксплуатации [13, 23].

В основе стендовых методов контроля лежит принцип «обратимости движения», т.е. автомобиль находится в неподвижном

состоянии, а его системы функционируют так, как они функционируют в условиях, близких к дорожным. Разнообразие конструкций стендов многими авторами классифицировано [3, 7, 12, 17] по различным классификационным признакам, например.

1. **По типу опорных органов** тормозные [12] стенды подразделяют на: площадочные (платформенные), барабанные (роликовые), ленточные.

Площадочные (платформенные) стенды в качестве рабочего органа имеют одну платформу под весь автомобиль (или сторону автомобиля) или отдельные площадки под каждое колесо [1].

На роликовых стендах каждое колесо КТС опирается на два параллельных ролика – передний и задний. По уровню расположения опорных роликов такие стенды делятся на симметричные и несимметричные [17]. Ведущими могут быть: передний, задний, либо оба опорных ролика.

Ленточные стенды характеризуются наличием опорного органа в виде бесконечной (замкнутой) эластичной ленты, надетой на вращающиеся барабаны [12].

2. **По принципу передачи тормозной силы:** через опорную поверхность шины или через ступицу колеса КТС [12].

3. **По способу нагружения** [12]: статические (силовые), динамические (инерционные).

Статические стенды характеризуются тем, что измерение тормозных сил выполняется при скорости равной нулю или близкой к ней.

Динамические (инерционные) стенды по конструкции и действию можно разделить на две основные группы:

- с нагружением силой инерции КТС, въезжающего с определенной скоростью на стенд (например, площадочный);
- с поддержанием вращения колес неподвижного автомобиля за счет кинетической энергии вращения маховых масс стенда.

4. **По числу одновременно диагностируемых осей:** для диагностирования одной оси АТС, а также для диагностирования всех колес КТС (полноопорные).

5. **По назначению** стенды бывают для одного типа КТС и универсальные. На станциях технического обслуживания автомобилей (СТО) и АТП наибольшее применение находят стенды, специализированные только для легковых КТС или только для грузовых и автобусов.

Наиболее распространенная классификация [7] методов и средств диагностирования тормозных систем приведена на Рисунке 1.

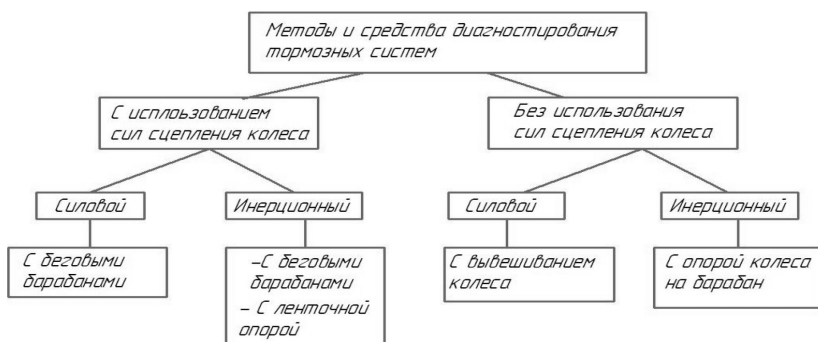


Рис. 1. Классификация методов и средств диагностирования тормозных систем

Наибольшее распространение в России и во всем мире получили силовые роликовые стенды [2-25]. Силовой метод позволяет определять тормозные силы каждого колеса при задаваемом усилии нажатия на педаль, время срабатывания тормозного привода, оценивать состояние рабочих поверхностей тормозных накладок и барабана и т.п. В подавляющем большинстве этих стендов при принудительном прокручивании заторможенных колес автомобиля имитируется скорость движения 2-5 км/ч, редко до 10 км/ч. Как показывают исследования отечественных ученых, начиная с середины прошлого века [3], при малых скоростях (менее 5-7 км/ч для гидропривода и 2-3 км/ч для пневмопривода) создаваемые на стендах тормозные силы больше реальных, получаемых в дорожных условиях. С ростом скорости достоверность диагностирования этого параметра возрастает, но применение быстроходного

привода роликов требует пропорционального увеличения мощности электродвигателей и значительного повышения стоимости стенда. Однако, при всех перечисленных достоинствах роликовых стендов, результаты испытаний ТС на них могут существенно отличаться от результатов дорожных испытаний. Одной из основных причин этого является несоответствие пятна контакта и действующих сил и реакций колеса на опорных роликах, пятну контакта и действующим силам и реакциям колеса ТС, движущегося по дороге. При испытаниях на роликовом стенде также не учитываются неровности дороги, которые могут существенно влиять на эффективность работы рабочей тормозной системы ТС, антиблокировочной и других современных вспомогательных систем помощи водителю.

С целью повышения достоверности результатов испытаний авторами предлагается конструкция стенда [16] из двух модулей с оригинальными опорными устройствами – в виде горизонтального опорного диска, приводимого во вращение традиционным силовым приводом (см. Рисунки 2-3).

Каждый модуль стенда состоит из рамы (1) с отверстиями (2), направляющими (3) вертикального перемещения рамы, закрепленными стационарно. На каждой раме смонтирован опорный диск (4) с осью (5), опирающийся на конический подшипник (6). Привод вращения опорного диска выполнен в виде вынесенного за контур рамы и установленного балансирно электромотора (мотор-редуктора) (7), гибкой зубчатой (ременной) передачи (8), ведущая звездочка (9) которой размещена на валу (10) электромотора, ведомая (11) – на оси (5) привода вращения опорного диска. На корпусе электромотора закреплен рычаг (12), воздействующий на датчик силы (13) при появлении реактивного момента. На специальном кронштейне установлен датчик (14) непрерывного определения положения плоскости вращения колеса диагностируемой оси автомобиля относительно оси вращения опорного диска. Рама опирается на виброплощадку (15) с установленным на ней датчиком (датчиками) веса (наезда) (16), дополнительные датчики веса

(16') также размещены между рамой и опорным подшипником (6) диска (4). Виброплощадка (15) опирается на шатун кривошипно-шатунного механизма (17) для совершения вертикальных колебаний.

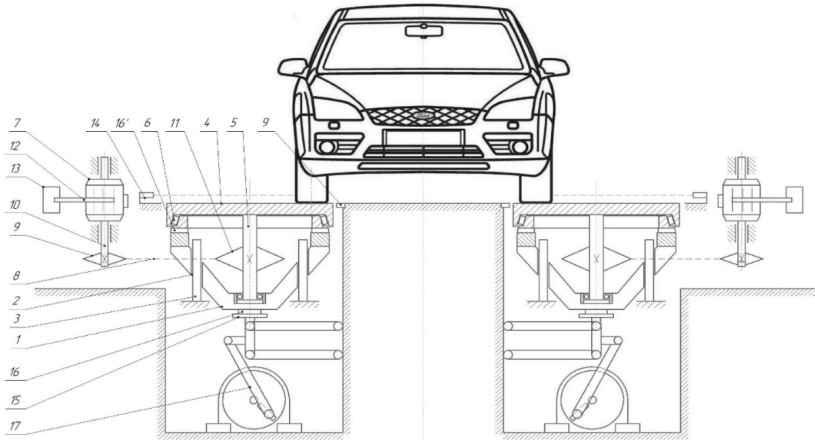


Рис. 2. Компоновка стенда, вид спереди

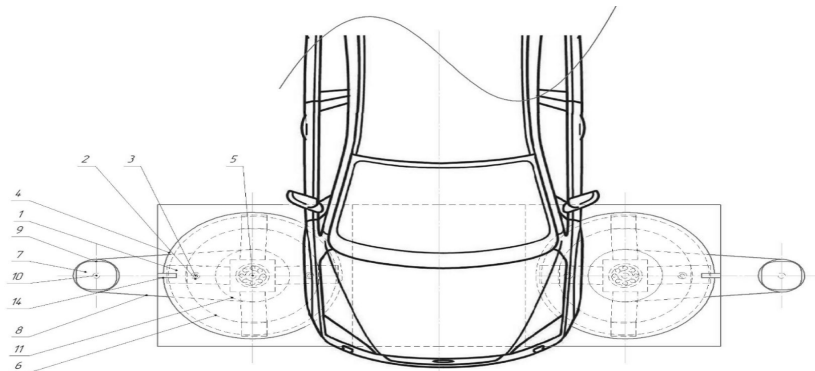


Рис. 3. Компоновка стенда, вид сверху

Испытательный стенд работает следующим образом. На панели управления стендом оператор указывает информацию об автомобиле, такую как – марка и модель автомобиля, его регистра-

ционные данные, колесную формулу автомобиля, тип тормозных механизмов, параметры стояночной тормозной системы, ширина колеи каждой диагностируемой оси, размерность шин. Автомобиль устанавливается диагностируемой осью на опорные диски. Необходимо, чтобы ось вращения колеса (горизонтальная) находилась максимально близко к оси вращения опорного диска (к вертикальной оси). После въезда автомобиля на опорный диск, датчиком (датчиками) веса определяется масса, приходящаяся на каждое колесо, лазерным датчиком измеряется расстояние от колеса автомобиля до оси вращения опорного диска и рассчитываются величины плеча силы торможения. В ходе испытания автомобиль будет неизбежно перемещаться из стороны в сторону, вследствие чего будет изменяться плечо и крутящий момент, регистрируемый датчиком силы. Поэтому необходимо будет непрерывно отслеживать расстояние от центральной плоскости вращения шины, взаимодействующей с опорным диском, до оси вращения диска, что и реализуется оптическим (лазерным) датчиком измерения расстояния (14).

В режиме испытания тормозных качеств испытуемого автомобиля, электродвигатели с заданной невысокой скоростью приводят во вращение опорные диски, приводя во вращение испытуемые колеса. При воздействии водителя на педаль тормоза в приводах опорных дисков возникает реактивный момент, при этом датчиком 13 измеряется величина реактивной силы, а компьютер вычисляет величину реактивного крутящего момента. Далее, исходя из величины плеча (расстояния от плоскости вращения колеса диагностируемой оси автомобиля до оси вращения опорного диска), которое определяется посредством обработки сигнала от лазерного датчика (14) программное обеспечение компьютера рассчитывает величину тормозной силы в пятне контакта колеса с опорным диском, а с учетом веса, приходящегося на колесо, рассчитывается и удельная тормозная сила. В таком режиме предлагаемый стенд может осуществлять измерение тормозных сил как обычный роликовый тормозной стенд, но при этом форма пятна контакта колеса с опорной поверхностью будет близка к реальным дорожным условиям.

При включении привода колебаний виброплощадки (15) рама с опорным диском начинает совершать вынужденные колебания в вертикальной плоскости, т.е. имитирует «неровную» дорогу, что может позволить испытывать рабочую тормозную систему в условиях, максимально приближенных к реальной дороге. Регулируя амплитуду и частоту колебаний виброплощадки, а также скорость вращения опорного диска, можно моделировать широкий спектр дорожных условий и, при этом испытывать эффективность рабочей тормозной системы и современных электронных систем помощи водителю. Кроме того, с использованием режима виброколебаний обеспечивается возможность оценивать техническое состояние подвески автомобиля.

Анализ конструкции стенда позволяет сделать следующие предварительные выводы. В статическом состоянии пятно контакта колеса на таком диске полностью идентично пятну колеса на горизонтальном дорожном покрытии. При вращении диска и испытаниях тормозной системы форма пятна контакта колеса на опорном диске будет изменяться, но, по мнению авторов, незначительно – аналогично тому, как пятно контакта изменяется при криволинейном движении автомобиля, характерном для реальных условий эксплуатации, но насколько это будет происходить – является предметом дальнейших исследований.

Список литературы

1. Анализ конструктивных возможностей площадочных стендов для контроля тормозных систем легковых автомобилей / Федотов А.И., Демин Н.А., Фоменко К.С. // Автомобиль для Сибири и Крайнего Севера: конструкция, эксплуатация, экономика. 90-я Международная научно-техническая конференция Ассоциации автомобильных инженеров в ИРНИТУ. 2015. С. 78-87.
2. Бойко А.В. Совершенствование метода диагностики тормозных систем автомобилей в условиях эксплуатации на силовых стендах с беговыми барабанами: Дис. ... канд. техн наук, Иркутск, 2008. 217 с.

3. Бухарин Н.А. Тормозные системы автомобилей. М.-Л.: Машгиз, Ленинградское отд-ние, 1950. 292 с.
4. ГОСТ 33997-2016. Межгосударственный стандарт. Колесные транспортные средства. Требования к безопасности в эксплуатации и методы проверки. введ. 01.02.2018.
5. Грибенко С.М. Диагностика и обслуживание автомобилей. Ставрополь: Ставропольское книжное издательство, 1977. 287 с.
6. Ле Ван Луан. Диагностика тормозных систем АТС на основе измерения сил в пятнах контакта колес с беговыми барабанами стенда: дис. ... канд. техн. наук. Иркутск, 2015.
7. Мирошников Л.В. Диагностирование технического состояния автомобилей на автотранспортных предприятиях / Л.В. Мирошников, А.П. Болдин, В.И. Пал. М.: Транспорт, 1977. 264 с.
8. Портнягин Е.М. Метод контроля тормозной эффективности и устойчивости автомобилей с ABS при их диагностировании на роликовых стендах: Дис. ... канд. техн наук, Иркутск, 2009. 207 с.
9. Портнягин Е.М., Федотов А.И., Бойко А.В. Моделирование процесса торможения автомобиля с ABS на полноопорном диагностическом стенде с беговыми барабанами // Вестник ИрГТУ. Иркутск, 2008. Вып. 4. С. 95-100.
10. Потапов А.С. Динамический метод диагностирования противобуксовочных систем автотранспортных средств на стендах с беговыми барабанами: Дис. ... канд. техн наук, Иркутск, 2011. 260 с.
11. Смолин А.А. Метод дифференциального диагностирования тормозных систем автотранспортных средств на стендах с беговыми барабанами: Дис. ... канд. техн наук, Иркутск, 2009. 200 с.
12. Спичкин, Г. В. Диагностирование технического состояния автомобилей: [Учеб. пособие для сред. сел. ПТУ] / Г. В. Спичкин, А. М. Третьяков, Б. Л. Либин. М. : Высш. шк., 1983. 368 с.
13. Стенды тормозные малогабаритные «СТМ 3500 М». Руководство по эксплуатации М 220.000.00.00 РЭ. Жигулевск, 2012. 49 с.
14. Степанов А.Н. Метод последовательного диагностирования тормозной системы АТС с функционирующей ABS на одноплатформенном стенде с беговыми барабанами : автореферат дис. ... кандидата

- технических наук : 05.22.10 / Степанов Алексей Николаевич; [Место защиты: Иркут. гос. техн. ун-т]. Иркутск, 2010. 22 с.
15. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для вузов / под ред. Крамаренко Г.В. М.: Транспорт, 1983.
 16. Стенд для испытания тормозных качеств и элементов подвески автомобилей. ФГБУ «Федеральный институт промышленной собственности» / Реестр заявок на выдачу патента российской федерации на изобретение: официальный сайт. URL: https://www1.fips.ru/register-doc-view/fips_servlet?DB=RUPATAP&DocNumber=2022103555&TypeFile=html (дата обращения 07.01.2022).
 17. Харазов А.М. Диагностическое обеспечение технического обслуживания и ремонта автомобилей : [Справ. пособие]. М.: Высш. шк., 1990. 205 с.
 18. Экспериментальные исследования нормальных касательных напряжений в пятне контакта эластичной шины с цилиндрической опорной поверхностью бегового барабана и плоской поверхностью дороги / Федотов А.И., Бойко А.В., Халезов В.П. // Материалы 83-й международной научно-технической конференции Ассоциации автомобильных инженеров. Под общей редакцией: А.И. Федотова, А.С. Потапова; Ответственный редактор: А.С. Потапов. 2013. С. 269-277.
 19. Analytical identification of parameters influencing measurement quality using flat brake tester / Fedotov A.I., Młyńczak M. // *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2016. Vol. 470. P. 147-155.
 20. Circulation of power during braking of tyre of vehicle wheel on support rollers of the diagnostic stand / Fedotov A.I., Krivtsov S.N., Yankov O.S. // *Advances in Engineering Research. Proceedings of the International Conference “Aviamechanical engineering and transport” (AVENT 2018)*. 2018. P. 147-151.
 21. Influence of tire tread pattern wear on characteristics of its longitudinal adhesion with bearing surface / Fedotov A.I., Markov A.S., Makhno D.E., Vikulov M.A. // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* this link is disabled, 2019, vol. 632(1), 012026.
 22. IW / MBT LON. Силовые роликовые тормозные стенды. Руководство по эксплуатации. ВА022301 - RU. Представительство в России ООО «МАХА Руссия». г. Санкт-Петербург. 62 с.

23. Simulation and experimental analysis of quality control of vehicle brake systems using flat plate tester / Fedotov A.I., Młyńczak M. // *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2016. Vol. 470. P. 135-146.
24. Traction control and diagnostics of electric and unmanned vehicles on roller stands/ Fedotov A., Yankov O., Chernyshkov A. // *E3S Web of Conferences*, 2020, vol. 157, 01021.

References

1. Fedotov A.I., Demin N.A., Fomenko K.S. *Avtomobil' dlya Sibiri i Kraynego Severa: konstruktsiya, ekspluatatsiya, ekonomika. 90-ya Mezhdunarodnaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya Assotsiatsii avtomobil'nykh inzhenerov v IRNITU* [Car for Siberia and the Far North: design, operation, economics. 90th International Scientific and Technical Conference of the Association of Automotive Engineers in IRNITU], 2015, pp. 78-87.
2. Boyko A.V. *Sovershenstvovanie metoda diagnostiki tormoznykh sistem avtomobiley v usloviyakh ekspluatatsii na silovykh stendakh s begovymi barabanami* [Improving the method for diagnosing brake systems of cars in operating conditions on power stands with running drums]. Irkutsk, 2008, 217 p.
3. Bukharin N.A. *Tormoznye sistemy avtomobiley* [Brake systems of cars]. M.-L.: Mashgiz, Leningradskoe otd-nie, 1950, 292 p.
4. GOST 33997-2016. Interstate standard. Wheeled vehicles. Requirements for safety in operation and methods of verification. input. 02/01/2018.
5. Gribenko S.M. *Diagnostika i obsluzhivanie avtomobiley* [Car diagnostics and maintenance]. Stavropol: Stavropol book publishing house, 1977, 287 p.
6. Le Van Luan. *Diagnostika tormoznykh sistem ATS na osnove izmereniya sil v pyatnakh kontakta koles s begovymi barabanami stenda* [Diagnostics of the brake systems of ATS based on the measurement of forces in the contact patches of wheels with running drums of the stand]. Irkutsk, 2015.
7. Miroshnikov L.V. *Diagnostirovanie tekhnicheskogo sostoyaniya avtomobiley na avtotransportnykh predpriyatiyakh* [Diagnostics of the technical condition of vehicles at motor transport enterprises] / L.V. Miroshnikov, A.P. Boldin, V.I. Pal. M.: Transport, 1977, 264 p.

8. Portnyagin E.M. *Metod kontrolya tormoznoy effektivnosti i ustoychivosti avtomobiley s ABS pri ikh diagnostirovanii na rolikovykh stendakh* [Method for monitoring the braking efficiency and stability of vehicles with ABS when diagnosing them on roller stands]. Irkutsk, 2009, 207 p.
9. Portnyagin E.M., Fedotov A.I., Boyko A.V. Modelirovanie protsessa tormozheniya avtomobilya s ABS na polnoopornom diagnosticheskom stende s begovymi barabanami [Modeling the braking process of a car with ABS on a full-support diagnostic stand with running drums]. *Vestnik IrGTU*. Irkutsk, 2008, issue 4, pp. 95-100.
10. Potapov A.S. *Dinamicheskyy metod diagnostirovaniya protivobuksovochnykh sistem avtotransportnykh sredstv na stendakh s begovymi barabanami* [Dynamic method for diagnosing traction control systems of vehicles on stands with running drums]. Irkutsk, 2011, 260 p.
11. Smolin A.A. *Metod differentsial'nogo diagnostirovaniya tormoznykh sistem avtotransportnykh sredstv na stendakh s begovymi barabanami* [Method of differential diagnosis of brake systems of vehicles on stands with running drums]. Irkutsk, 2009, 200 p.
12. Spichkin G. V. *Diagnostirovanie tekhnicheskogo sostoyaniya avtomobily* [Diagnostics of the technical condition of cars] / G. V. Spichkin, A. M. Tret'yakov, B. L. Libin. M. : Vyssh. shk., 1983, 368 p.
13. Compact brake stands "STM 3500 M". Operation manual M 220.000.00.00 RE. Zhigulevsk, 2012, 49 p.
14. Stepanov A.N. *Metod posledovatel'nogo diagnostirovaniya tormoznoy sistemy ATS s funktsioniruyushchey ABS na odnoplatformennom stende s begovymi barabanami* [A method for successive diagnostics of the brake system of an automatic telephone exchange with a functioning ABS on a single-platform stand with running drums]. Irkutsk, 2010, 22 p.
15. *Tekhnicheskaya ekspluatatsiya avtomobiley: uchebnik dlya vuzov* [Technical operation of cars: a textbook for universities] / ed. Kramarenko G.V. M.: Transport, 1983.
16. Stand for testing the braking qualities and suspension elements of cars. FSBI "Federal Institute of Industrial Property" / Register of applications for the issuance of a patent of the Russian Federation for an invention:

- official website. URL: https://www1.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=RUPATAP&DocNumber=2022103555&TypeFile=html
17. Kharazov A.M. *Diagnosticheskoe obespechenie tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta avtomobiley* [Diagnostic support for the maintenance and repair of vehicles]. M.: Vyssh. shk., 1990, 205 p.
 18. Fedotov A.I., Boyko A.V., Khalezov V.P. Eksperimental'nye issledovaniya normal'nykh kasatel'nykh napryazheniy v pyatye kontakta elastichnoy shiny s tsilindricheskoy opornoj poverkhnost'yu begovogo barabana i ploskoy poverkhnost'yu dorogi [Experimental studies of normal shear stresses in the contact patch of an elastic tire with a cylindrical bearing surface of a running drum and a flat road surface]. *Materialy 83-y mezhduнародnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii Assotsiatsii avtomobil'nykh inzhenerov* [Proceedings of the 83rd International Scientific and Technical Conference of the Association of Automotive Engineers], 2013, pp. 269-277.
 19. Fedotov A.I., Młyńczak M. Analytical identification of parameters influencing measurement quality using flat brake tester. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2016, vol. 470, pp. 147-155.
 20. Fedotov A.I., Krivtsov S.N., Yankov O.S. Circulation of power during braking of tyre of vehicle wheel on support rollers of the diagnostic stand. *Advances in Engineering Research. Proceedings of the International Conference "Aviamechanical engineering and transport" (AVENT 2018)*, 2018, pp. 147-151.
 21. Fedotov A.I., Markov A.S., Makhno D.E., Vikulov M.A. Influence of tire tread pattern wear on characteristics of its longitudinal adhesion with bearing surface. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* this link is disabled, 2019, vol. 632(1), 012026.
 22. IW/MBT LON. Power roller brake stands. Manual. BA022301 - EN. Representation in Russia LLC MAHA Russia. St. Petersburg, 62 p.
 23. Fedotov A.I., Młyńczak M. Simulation and experimental analysis of quality control of vehicle brake systems using flat plate tester. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2016, vol. 470, pp. 135-146.
 24. Fedotov A., Yankov O., Chernyshkov A. Traction control and diagnostics of electric and unmanned vehicles on roller stands. *E3S Web of Conferences*, 2020, vol. 157, 01021.

ДАнные ОБ АВТОРАХ

Блянкинштейн Игорь Михайлович, профессор кафедры «Техническая эксплуатация транспортных средств, доктор технических наук

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

ул. 2-я Красноармейская, 4, г. Санкт-Петербург, 190005, Российская Федерация

blyankinshtein@mail.ru

Тарасов Павел Михайлович, аспирант кафедры «Транспорт»

ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»

пр. Свободный, 79, г. Красноярск, Красноярского края, 660041, Российская Федерация

tarasov_pasha@bk.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Igor M. Blyankinstein, Professor of the Department “Technical Operation of Vehicles, Doctor of Technical Sciences

St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

2nd Krasnoarmeyskaya Str., 4, St. Petersburg, 190005, Russian Federation

blyankinshtein@mail.ru

Pavel M. Tarasov, Postgraduate student of the Department of Transport

Siberian Federal University

79, Svobodny Ave., Krasnoyarsk, Krasnoyarsk Territory, 660041, Russian Federation

tarasov_pasha@bk.ru

Поступила 09.02.2022

После рецензирования 16.02.2022

Принята 20.02.2022

Received 09.02.2022

Revised 16.02.2022

Accepted 20.02.2022