

УДК 629.113.004.53

UDC 629.113.004.53

05.00.00 Технические науки

Technical sciences

**АНАЛИЗ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ  
ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТОРМОЗНЫХ  
СИСТЕМ АВТОМОБИЛЯ**

**ANALYSIS OF METHODS AND MEANS OF  
DIAGNOSTICS OF BRAKE SYSTEMS OF  
VEHICLES**

Успенский Иван Алексеевич  
д.т.н., профессор  
РИНЦ SPIN-код=1831-7116

Uspenskij Ivan Alexeevich  
Dr.Sci.Tech., professor  
RSCI SPIN-code=1831-7116

Кокорев Геннадий Дмитриевич  
д.т.н., доцент  
РИНЦ SPIN-код=9173-7360

Kokorev Gennady Dmitrievich  
Dr.Sci.Tech., assistant professor  
RSCI SPIN-code=9173-7360

Юхин Иван Александрович  
к.т.н.  
РИНЦ SPIN-код=9075-1341

Yukhin Ivan Alexandrovich  
Cand.Tech.Sci.  
RSCI SPIN-code=9075-1341

Гусаров Сергей Николаевич  
аспирант  
РИНЦ SPIN-код=1607-3355

Gusarov Sergei Nikolaevich  
postgraduate  
RSCI SPIN-code=1607-3355

Колупаев Сергей Васильевич  
к.т.н.  
РИНЦ SPIN-код=3320-2808

Kolupaev Sergey Vasilevich  
Cand.Tech.Sci.  
RSCI SPIN-code=3320-2808

Шафоростов Владимир Александрович  
студент  
РИНЦ SPIN-код=3932-7130

Shaforostov Vladimir Aleksandrovich  
student  
RSCI SPIN-code=3932-7130

Орехов Александр Викторович  
магистр

Orehov Aleksandr Viktorovich  
master

Слизкин Константин Константинович  
магистр

Slezkin Konstantin Konstantinovich  
master

Артемов Александр Витальевич  
магистр

Artemov Aleksandr Vital'evich  
master

Афиногенов Игорь Александрович  
аспирант

Afinogenov Igor Aleksandrovich  
postgraduate

Храпов Юрий Николаевич  
магистр

Khrapov Yuri Nikolaevich  
master

Филиушин Олег Владимирович  
аспирант  
*Рязанский государственный  
агротехнологический университет имени П.А.  
Костычева, Рязань, Россия*

Filiushin Oleg Vladimirovich  
postgraduate  
*Ryazan State Agrotechnological University named  
after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia*

Зенина Светлана Николаевна  
к.э.н.

Zenina Svetlana Nikolaevna  
Candidate of Economic sciences

Полетаева Лариса Петровна  
к.с.н.  
*Московский государственный университет  
технологий и управления имени .К.Г.*

Poletaeva Larisa Petrovna  
Candidate of Sociological sciences  
*Moscow state University of technologies and  
management named after .K.G. Razumovsky,*

*Разумовского, Москва, Россия*

В данной статье рассмотрены отечественные и зарубежные стендовые и бортовые методы диагностирования тормозных систем автомобиля. В рамках статьи рассмотрены тягово-тормозные стенды выпускаемые на отечественных предприятиях. Проанализированы их достоинства и недостатки: к которым относятся низкая информативность, высокий рост трудоемкости диагностирования, низкое качество проводимых регулировочных и ремонтных операций из-за большого влияния на результаты диагностирования производственного опыта оператора, его знаний и личной индивидуальности, большой не стабильности создаваемых вручную тестовых режимов. Для устранения данных недостатков в МАДИ были проведены исследования с целью разработки модуля к стенду тормозных качеств, используя который возможна автоматическая постановка диагноза, блок-схема которого приведена в статье. В связи с введением в нашей стране порядка прохождения государственного технического осмотра автомобилей с применением средств диагностирования в эксплуатации появились новые разработки стендов для контроля тормозов. К данным разработкам относится целая гамма стендов тормозных качеств, разработанных и производимых Новгородским заводом ГАРО. Это стенды серий СТС-3, СТС-10 и СТО - 13 различных модификаций для легковых, грузовых автомобилей, а также автобусов и микроавтобусов. Также в статье рассмотрены и зарубежные стенды применяемые на территории России, к ним можно отнести универсальные тормозные стенды СТМ фирмы МЕТА, тормозной стенд IW7 Eurosystem производства фирмы МАНА RUSSIA. В статье проанализированы простейшие и усложненные бортовые средства диагностирования такие как: «Эфтор-2», «Эффект»

Ключевые слова: ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО, ТОРМОЗНЫЕ СИСТЕМЫ, ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА, ДИАГНОСТИРОВАНИЕ, ТОРМОЗНЫЕ СТЕНДЫ, ТОРМОЗНЫЕ СИЛЫ, БОРТОВЫЕ СРЕДСТВА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ, ТОРМОЗНОЙ ПУТЬ, ПРИБОР, МЕТОД ХОДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ, ТЕХНИЧЕСКИЙ ОСМОТР, ИЗНОС, ФРИКЦИОННЫЕ НАКЛАДКИ

*Moscow, Russia*

The article presents native and foreign bench-top and board methods to test the automobile brake systems. One can find information about some native trailer-break stands. We have analyzed their advantages and drawbacks such as low information capacity, high diagnostics processing time, low quality of regulation and maintenance operations due to big influence of the operator's experience, his knowledge and individual characteristics, and great instability of manual test modes on the results of the investigations. To remove these shortcomings they have had some experiments at MADI in order to develop the module to the brake qualities stand. When using it one can have automatic diagnoses and flow chart is presented in the article. Due to the existing vehicles' state inspection mode and diagnostic means in our country there appeared new stands for brakes control. One can attribute to these devices a range of brake qualities stands developed and produced at Novgorod plant GARO. These are STS-3, STS-10 and STO series stands for cars, trucks, buses and micro-buses. The article also presents some foreign stands used in Russia such as universal brake stands STM by META firm, the break stand IW7 Eurosystem by MAHARUSSIA firm. We have presented in the article the results of the analysis of simple and complicated board means of diagnosis as "Eftor-2", "Effect"

Keywords: TRANSPORT VEHICLE, BRAKE SYSTEM, TECHNICAL DIAGNOSIS, DIAGNOSTICS, BRAKE STANDS, BRAKING FORCE, ON-BOARD INSPECTION MEANS, BRAKE WAY, DEVICE, METHOD SEA TRIALS, TECHNICAL INSPECTION, WEAR, FRICTION FACINGS

Как показывает анализ [4] зарубежных транспортных средств современного сельскохозяйственного производства и перспектив [25] повышения их эксплуатационных показателей эффективная

работоспособность данного вида техники достигается поддержанием имеющегося машинно - тракторного парка в готовности к использованию по назначению за счет сохранения ресурса машин и агрегатов на основе применения прогрессивных технологий их технической эксплуатации с применением средств диагностики [3, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 24, 26].

Оценивая повреждение перевозимой аграрной продукции, мы установили [2, 29], что снизить не производительные затраты материального и финансового характера возможно за счет модернизации подвески кузова [23] и сохранения прямолинейного [31], равномерного и плавного движения транспортного средства [6], что в значительной мере зависит от состояния тормозных систем.

В РФ и в странах СНГ в области диагностики тормозных систем успешно работают МАДИ, Волгоградский ТУ, ГосавтотрансНИИпроект, Харьковский АДУ, Ташкентский АДИ, ГОСНИТИ, ЮУрГУ, Новочеркасский ПИ, Саратовский ГТУ, Рязанский ГАТУ и другие университеты, институты и научно-исследовательские организации.

Наиболее значительные исследования по диагностике тормозов автомобилей принадлежат Болдину А.П., Гернеру В.С., Говорущенко Н.Я., Кокореву Г.Д., Левинсону Б.В., Мирошникову Л.В., Михлину В.М., Морозу С.М., Прокопьеву В.Н., Ревину А.А., Серову А.В., Улитовскому Б.А., Успенскому И.А., Федотову А.И., Филимонову А.А. [3, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 21, 22, 26, 30]. В результате проведенных этими учеными работ в нашей стране создано значительное количество приборов, стендов и устройств для диагностирования тормозных систем.

Были разработаны методы и средства для общего стационарного диагностирования перед ТО и ремонтом, для поэлементного диагностирования в процессе ТО и ремонта или же после их выполнения [1, 20, 27]. Методы и средства общего диагностирования, а также порядок

проведения контроля тормозов с их помощью подробно освещены в литературе [1, 10, 27, 33].

Для поэлементного диагностирования на постах и линиях ТО и ремонта применяют инерционные стенды с беговыми барабанами и силовые стенды с роликами.

Инерционные стенды обычно совмещают с тяговым стендом, образуя комбинированный тягово-тормозной стенд. Примерами таких стендов могут служить СД-2М ЧПИ, СД-3 К453 производства Челябинского ЛРЗ [28, 33]. В ХАДИ разработана гамма тягово-тормозных стендов - от стендов для легковых автомобилей до стенда для самосвалов БелАЗ, в том числе универсальный стенд для двух- и трехосных грузовых автомобилей и автобусов [7].

Диагностирование тормозных систем при помощи силовых стендов получило широкое распространение как в нашей стране, так и за рубежом. Это объясняется большей приспособленностью силовых стендов к углубленному диагностированию при совмещении диагностических и регулировочных работ, малой занимаемой ими производственной площадью и экономичным расходом электроэнергии [20].

Теоретические основы возможности диагностирования тормозов на силовых роликовых стендах, обоснование тестовых режимов, расчет необходимых параметров стендов широко представлены в работах [5, 8].

Силовые стенды для диагностирования тормозных систем выпускались Новгородским опытно-экспериментальным заводом (К-207, К-208), предприятиями Госкомсельхозтехники (КИ-4998). Были разработаны удачные конструкции силовых стендов в ГосавтотрансНИИпроекте - ТС-1 и ТС-2 для диагностирования тормозов легковых и грузовых автомобилей [7]. Эти стенды долгое время были основным диагностическим оборудованием для постов Д-1 в нашей стране [26].

Несмотря на большое разнообразие в конструктивных решениях этих стендов, касающихся в основном опорно-сцепных, нагрузочно-приводных устройств и степени их автоматизации, они измеряют одни и те же диагностические параметры. На силовых стендах измеряют максимальную тормозную силу на колесе и время срабатывания тормозного привода к тормозу конкретного колеса, а на инерционных - тормозной путь и время срабатывания. На некоторых стендах чехословацкого и чешского производства кроме перечисленных параметров имелась возможность записывать диаграмму, характеризующую зависимость тормозной силы на колесе от усилия нажатия на тормозную педаль (рисунок 1), что повышало информативность данных стендов [26].

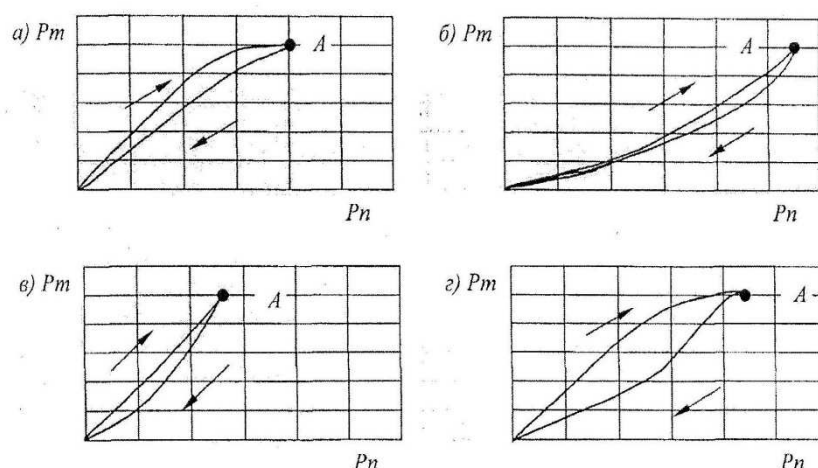


Рисунок 1. Зависимость тормозной силы  $P_m$  от усилия на педаль тормоза  $P_n$  при различных состояниях тормозов

*a* - тормоз исправен; *б* - привод срабатывает медленно; *в* - мал зазор между поверхностями трения; *г* - плохое оттормаживание; *A* - начало блокировки колеса.

Отличительной чертой вышеназванных стендов является необходимость постановки диагноза самим оператором, которому приходится записывать или запоминать значения измеренных диагностических параметров, сравнивать их с нормативными и на

основании тех или иных рассуждений вырабатывать диагностическое решение. Это ведет к значительному росту трудоемкости диагностирования, а также к низкому качеству проводимых регулировочных и ремонтных операций из-за большого влияния на результаты диагностирования производственного опыта оператора, его знаний и личной индивидуальности, большой не стабильности создаваемых вручную тестовых режимов.

Следует отметить также низкую информативность существующих средств и малую глубину диагноза [26].

С целью повышения информативности и глубины диагностирования тормозов в МАДИ были проведены исследования с целью разработки модуля к стенду тормозных качеств [5], который, повышая точность, достоверность и глубину диагностирования тормозной системы, одновременно имел возможность автоматической постановки диагноза. При этом результаты диагностирования в агрегатированном виде могли использоваться в интегрированной системе управления производством ТО и ТР автомобилей.

Используя алгоритм автоматической постановки диагноза, блок-схема которого приведена на рисунке 2, автоматизированный модуль имел возможность ставить следующие диагнозы: нормальный, мал или большой зазор между накладкой и тормозным барабаном; необходимо разобрать тормозной механизм; заменить тормозной барабан; заменить тормозную камеру и заменить тормозной кран.

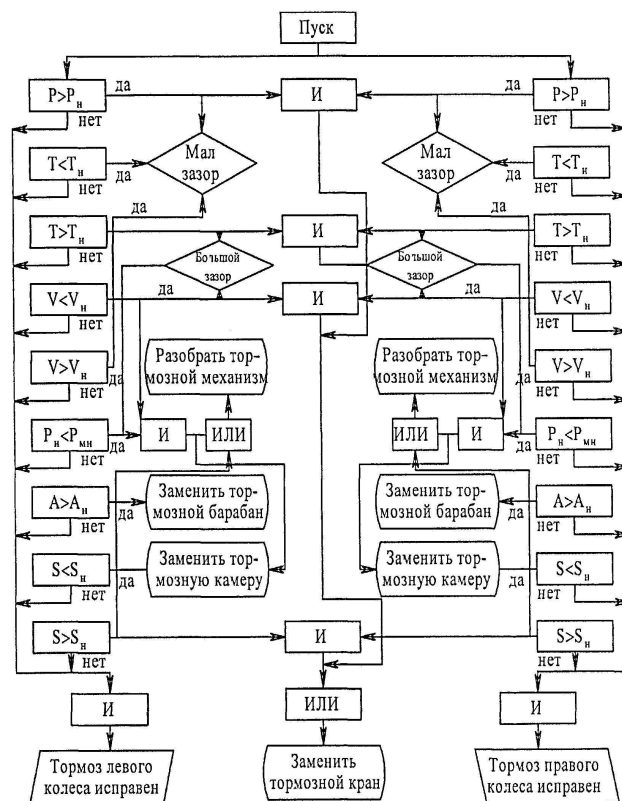


Рисунок 2. Алгоритм автоматической постановки диагноза тормозной системы автомобиля [5]

Как видно из приведенного перечня диагнозов, данная разработка не имеет возможности количественного определения износа фрикционных накладок, а оценивает лишь общее техническое состояние тормозного механизма с точки зрения необходимости его регулировки или проведения разборки для дальнейшего определения необходимости замены фрикционных накладок.

В связи с введением в нашей стране порядка прохождения Государственного технического осмотра автомобилей с применением средств диагностирования в эксплуатации появились новые разработки стендов для контроля тормозов.

К таким разработкам относится целая гамма стендов тормозных качеств, разработанных и производимых Новгородским заводом ГАРО. Это стенды серий СТС-3, СТС-10 и СТО - 13 различных модификаций для

легковых, грузовых автомобилей, а также автобусов и микроавтобусов. Эти стенды составляют основу линий технического контроля.

Стенд СТС-10У-СП-11 представляет собой стационарный универсальный стенд контроля тормозных систем легковых и грузовых автомобилей, автобусов и автопоездов с нагрузкой на ось до 10 т (рисунок 3).



Рисунок 3. Внешний вид стенда СТС-10У-СП-11

Конструкция представляет собой роликовый силовой стенд с обработкой результатов на персональном компьютере и выдачей их на экран монитора и принтер. Управление стендом осуществляется с инфракрасного дистанционного пульта или с клавиатуры. Стенд измеряет нагрузку на ось, тормозную силу на каждом колесе, усилие на органах управления, выводит тормозные диаграммы. Программа стенда определяет расчетные параметры по ГОСТ Р 51709-2001: удельную тормозную силу, относительную разность тормозных сил колес оси, а также время срабатывания тормозной системы. Обеспечивается формирование базы технических данных автомобилей и архива результатов диагностирования. В стенде заложены отдельные режимы испытаний для легковых и грузовых автомобилей. Но как следует из перечня диагностических параметров, проводить углубленную диагностику тормозного механизма и привода данный стенд не может.



Универсальные тормозные стенды СТМ фирмы МЕТА оснащены прецизионными тензометрическими датчиками, обеспечивающими высокую точность измерений веса и тормозных сил при диагностировании тормозов легковых и грузовых автомобилей с осевой нагрузкой до 15т (рисунок 4).



Рисунок 4. Стенд тормозных качеств семейства СТМ фирмы МЕТА

Впервые в России фирма МЕТА применила новую технологию получения сверхпрочного покрытия роликов стендов СТМ методом цементации и закаливания поверхности до твердости 50HRC. Новая технология обеспечивает десятилетнюю эксплуатацию стендов без потери необходимого сцепления даже мокрыми автошинами.

Специальная шашечно-шнековая фрезеровка поверхности роликов улучшает устойчивость автомобиля при диагностировании. Дистанционное управление тормозными стендами при помощи радиопульта не требует прицеливания как при использовании пультов на инфракрасных лучах, что повышает удобство и безопасность при управлении стендом из кабины проверяемого автомобиля.

Широкий диапазон рабочих температур стендов СТМ от  $-30^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$  позволяет использовать стенды в не отапливаемых помещениях или в составе контейнерных мобильных станций диагностики.

Однако имея достаточно хорошие эксплуатационные показатели стенды, предназначенные именно для контроля параметров при техническом осмотре, предусмотренном ГОСТ Р 51709-2001, они обладают малой глубиной диагностирования и не могут дифференцированно определить техническое состояние деталей тормозного механизма или аппаратов тормозного привода автомобиля [26].



Рисунок 5. Стенд тормозной IW7 Eurosystem

Стенд тормозной IW7 Eurosystem (рисунок 5) производства фирмы МАНА RUSSIA позволяет определять:

овальность тормозных барабанов;

усилия на прокручивание не заторможенного колеса;

текущие и максимальные тормозные силы на колесах;

неравномерности тормозных сил;

усилия на органах управления рабочей и стояночной тормозных систем.

Основные элементы стенда - силовой роликовый агрегат, компьютерная стойка управления, пульт ДУ. В соответствии с требованиями действующей нормативной документации стенд оборудован взвешивающей системой и измерителем усилия на органе управления тормозной системой (ледамером).

Специфические условия нашего государства, заключающиеся в большом количестве автомобилей, зачастую работающих в отрыве от постоянных баз, а также сосредоточенных в малых предприятиях, не имеющих возможности приобретения дорогостоящего диагностического оборудования, сделали актуальной разработку средств бесстендового диагностирования.

К простейшим современным бортовым средствам, позволяющим диагностировать тормоза автомобиля непосредственно на дороге, относится, например, устройство «Эфтор-2» (рисунок 6), предназначенное для диагностики тормозных систем всех типов транспортных средств. Прибор устанавливается в кабине водителя или салоне легкового автомобиля и позволяет контролировать такие величины, как установившееся замедление, усилие нажатия на педаль, тормозной путь (при начальной скорости торможения до 50 км/ч), а также время срабатывания тормозной системы. Автономная память сохраняет результаты полученного замера и передает их на внешние измерительные устройства. Диапазон контролируемых параметров и предельные погрешности их измерения приведены в таблице 1.

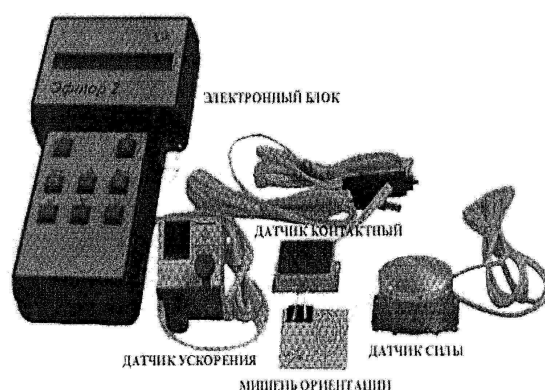


Рисунок 6. Прибор «Эфтор-2» для диагностирования тормозов методом ходовых испытаний

Таблица 1 Характеристики прибора «Эфтор-2»

Характеристика	Диапазон измерений	Предел допускаемой приведенной (абсолютной) погрешности измерений
Установившееся замедление $J_{уex}$	0-9,81 м/с <sup>2</sup>	±2%
Начальная скорость торможения $V_0$	10-49,9 км/ч 50 - 99,9 км/ч	±1,5 км/ч ±5%
Тормозной путь $S_T$		±5%
*Линейное отклонение $S_{,,}$	0 - 9,9 м	±5%
Время срабатывания тормозной системы $t_{ср}$	0 - 8 с	±0,03 с
Усилия нажатия на педаль тормоза $H_{пт}$	3 -99,9 кгс	±5%
Габаритные размеры, мм	225x225x70	
Масса, кг	1,6	
Рабочий диапазон температур, °С	-10...+40 °С	

Более сложный вариант - прибор «Эффект» (рисунок 7.) - дополнительно позволяет производить распечатку результатов замера.



Рисунок 7. Прибор «Эффект» для бортового диагностирования тормозных свойств автомобилей

Прибор измеряет следующие параметры:

тормозной путь 0-50 м;

установившееся замедление, 0-9,5 м/с;

время срабатывания тормозной системы 0 - 3 с;  
начальная скорость торможения, 20-100 км/ч;  
линейное отклонение при торможении, 0-5 м  
усилие на педали тормоза 0-100 кг.

Имеется возможность графического отображения динамики характеристик торможения в реальном масштабе времени, а также ввод параметров и категорий автомобиля в память прибора и распечатка протокола измерений. Достоинством прибора является расчет нормы тормозного пути для любой скорости начала торможения.

Указанные приборы хорошо вписываются в технологический процесс технического осмотра с применением диагностирования, а также с успехом могут использоваться механиками автотранспортных предприятий при выпуске автомобилей на линию (при наличии на предприятии соответствующего ГОСТ Р 51709 - 2001 участка дороги). Однако для углубленного диагностирования в частности определения величины износа фрикционных накладок данные приборы не пригодны.

Известен также метод встроенного диагностирования тормозов с пневматическим приводом, предложенный С.М. Морозом (МАДИ) [21]. Автор предлагает использовать комплексные диагностические параметры, определяемые в установившемся режиме торможения, на начальном этапе переходного режима и на участке торможения до появления замедления. Одновременно с параметрами определяются характеристики режима торможения, что позволяет автоматизировать всю процедуру постановки диагноза.

Предлагаемые диагностические параметры позволяют определить работоспособность тормозной системы в целом, выявить ухудшение функциональных свойств накладок и барабанов, увеличение зазоров в тормозных механизмах и негерметичность пневмопривода, но измерить износ тормозных накладок с использованием данных методов нельзя [32].

Конструкторами современных автотранспортных средств уделяется большое внимание контролю за износом фрикционных накладок. Для фрикционных накладок уже давно существуют оптические, электрические и акустические индикаторы износа. Простейшим конструктивным решением является использование фрикционных накладок с индикаторами предельного износа (встроенного датчика) [22]. Иногда тормозные колодки имеют съемный (заменяемый при каждой замене) датчик износа тормозных накладок колодок. Как только контакт датчика прерывается вследствие износа, цепь его разрывается и загорается индикатор на панели приборов.

Информация о достижении накладкой предельного износа зачастую передается водителю. Например, на автомобилях BMW при большом износе фрикционных накладок к водителю поступает звуковой сигнал, и на дисплее бортового компьютера появляется пиктограмма (рисунок 8), а также текстовое сообщение "BREMSBELAG PRUFEN" ("ПРОВЕРИТЬ ТОРМОЗНЫЕ НАКЛАДКИ").

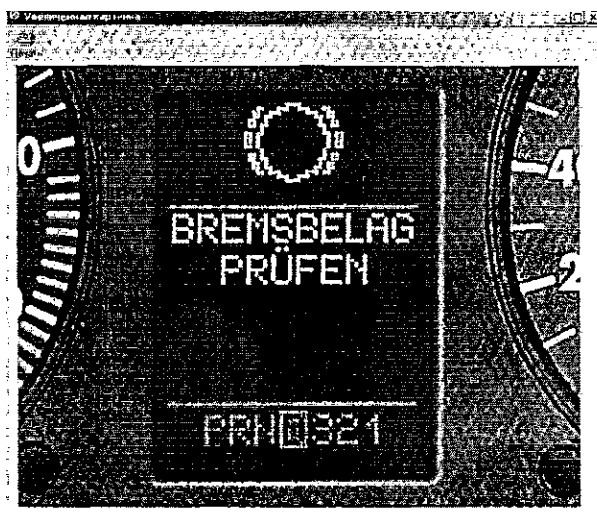


Рисунок 8. Сигнализирующая о предельном износе фрикционной накладки пиктограмма автомобилей BMW

Однако информация от подобных устройств чаще всего ограничена одним - двумя уровнями износа, что не позволяет с достаточной степенью

точности оценить состояние фрикционных накладок конкретно в данный момент.

Для получения информации о конкретной величине износа фрикционных накладок не оснащенных сигнализаторами износа ведутся исследования и разработки приставных датчиков-сигнализаторов.

Примером конструкции подобного рода является устройство для индикации износа фрикционных тормозных накладок в тормозе транспортного средства, разработанное в шведской фирме «Хальдекс брейк продаете АБ».

Схемы, иллюстрирующие принцип действия данного устройства, представлены на рисунке 9. Тормозной рычаг (1) со встроенным механизмом для регулировки зазора предназначен для передачи тормозного усилия от тормозного цилиндра и смонтирован на приводящем в действие тормоз кулачковом валу (2). Для определения износа накладок диск (10) с кодовыми метками присоединен к кулачковому валу (2), тогда как кожух (9) присоединен к тормозному рычагу (1) или к неподвижной детали (4), присоединенной к раме автомобиля. Диск (10) снабжен круговыми дорожками с кодовыми метками, и каждая дорожка имеет магнитные участки равной длины. Магнитные участки имеют различные длины в разных дорожках. В крышке кожуха установлены элементы Холла в количестве, соответствующем количеству дорожек с кодовыми метками. Каждый приемный элемент расположен для считывания магнитных участков на соответствующей дорожке с кодовыми метками. Сигналы от приемных элементов совместно показывают угол поворота диска (10) относительно крышки. Предлагаемое техническое решение направлено на повышение прочности и уменьшение размеров устройства определения износа и обеспечение точности получаемой информации и совместимости ее с электронным оборудованием современных транспортных средств.

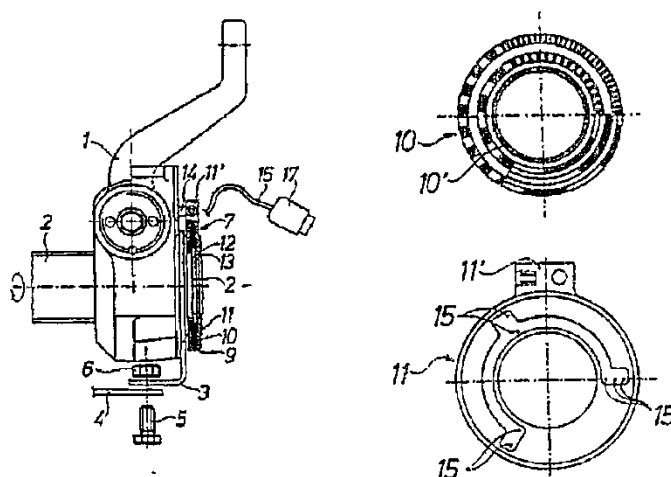


Рисунок 9. Устройство для сигнализации износа тормозной накладки

Данное устройство, по утверждению авторов, обладает высокой точностью определения износа фрикционных накладок. Однако его сложность, достаточно высокая стоимость и практическая невозможность оснащения им колес всех имеющихся на предприятии автомобилей делают его использование в практике эксплуатации автомобилей России не реальным.

Таким образом, в настоящее время присутствуют как бесстендовые, так и бортовые средства, позволяющие в условиях эксплуатации транспортных средств в агропромышленном комплексе нашей страны оценить техническое состояние тормозного механизма, а посредством различных теоретических разработок добиться методами технической эксплуатации безотказной его работы с минимальными затратами на ремонт и обслуживание [17, 18, 19] что в итоге благотворно скажется на качестве и количестве произведенной продукции сельского хозяйства.

#### Список литературы

1. Аринин И.Н. Диагностирование технического состояния автомобиля. / И.Н. Аринин. - М.: Транспорт, 1978. 176 с.
2. Булатов Е.П. Особенности перевозки сельскохозяйственной продукции в кузове автотранспортных средств/Е.П. Булатов, Г.Д. Кокорев, Г.К. Рембалович, И.А.



Успенский, И.А. Юхин и др.//Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств. Часть 2. Материалы VI международной научно -практической конференции. г. Пенза. 18-20 мая 2010 г. -С. 22-27.

3. Бышов Н.В. Разработка таблицы состояний и алгоритма диагностирования тормозной системы/Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев, И.А.Успенский, И.Н. Николотов, С.Н. Гусаров, Лыков С.В.//Вестник КрасГАУ. -2013 -№12. -С. 179-184.

4. Бышов, Н.В. Зарубежные транспортные средства для современного сельскохозяйственного производства / Н. В. Бышов, Н.Н. Колчин, И.А. Успенский, И.А. Юхин и др. // Вестник ФГБОУ ВПО РГАТУ. – 2012. - №4. – С. 84 – 87.

5. Вишняков Н.Н. Исследование и расчет современных пневматических тормозных приводов автомобилей. / Н.Н. Вишняков.: Учебное пособие. М.: МАДИ, 1979. -67 с.

6. Взаимосвязь характеристик повреждаемости клубней с параметрами технического состояния сельскохозяйственной техники в процессе производства картофеля / Г.К. Рембалович, И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №10(074). С. 596 – 606. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0428, IDA [article ID]: 0741110053. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/10/pdf/53.pdf>, 0,688 у.п.л

7. Гернер В.С. Исследование режимов контроля эффективности действия тормозных механизмов автомобиля: Дис. . канд. техн. наук / Е.В. Герц - Харьков, 1970.-174 с.

8. Герц Е.В. Расчет пневмоприводов: Справочное пособие / Герц Е.В., Крайняя Г.В. М.: Машиностроение, 1975. - 272 с.

9. Долгополов Ю.А. Исследование метода диагностики тормозных систем автомобилей по временной реализации процесса торможения: Дисс. . канд. техн. наук / Ю.А. Долгополов М., 1975. - 178 с.

10. Кокорев, Г.Д. Повышение эффективности системы технической эксплуатации автомобилей в сельском хозяйстве на основе инженерно-кибернетического подхода: дис. ... докт. техн. наук: 05.20.03/Г.Д. Кокорев. -Рязань, 2014. -483 с.

11. Кокорев, Г.Д. Методология совершенствования системы технической эксплуатации мобильной техники в сельском хозяйстве/Г.Д. Кокорев. -Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2013. -247 с.

12. Кокорев, Г.Д. Тенденции развития системы технической эксплуатации автомобильного транспорта/Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.Н. Николотов//Сборник статей II международной научно-производственной конференции «Перспективные направления развития автотранспортного комплекса». -Пенза, 2009. С. 135-138.

13. Кокорев, Г.Д. Стратегии технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта/Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.Н. Николотов//Вестник МГАУ. -2009 -№3. -С. 72-75.

14. Кокорев, Г.Д. Метод прогнозирования технического состояния мобильной техники /Г. Д. Кокорев, И. Н. Николотов, И. А. Успенский, Е. А. Карцев//Тракторы и сельхозмашины. -2010. -№12. -С. 32 -34.

15. Кокорев, Г.Д. Математическая модель изменения технического состояния мобильного транспорта в процессе эксплуатации/Г.Д. Кокорев//Вестник РГАТУ -2012.- №4(16). -С. 90-93.

16. Кокорев, Г.Д. Способ отбора рациональной совокупности объектов подлежащих диагностированию/Г.Д. Кокорев//Вестник РГАТУ -2013.-№1(17). -С. 61-

64.

17. Кокорев, Г.Д. Прогнозирование изменения технического состояния тормозной системы образца мобильного транспорта в процессе эксплуатации / Г.Д. Кокорев, И. А. Успенский, Е.А. Панкова, И.Н. Николотов, С.Н. Гусаров/Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции: доклады Международной научно-практической конференции 21 -22 марта 2013г. -Минск: Изд-во БГАТУ, 2013. - с. 197-199

18. Методы определения рациональной периодичности контроля технического состояния тормозной системы мобильной сельскохозяйственной техники Бышов Н. В., Борычев С. Н., Успенский И.А., Кокорев Г.Д., Николотов И.Н., Гусаров С.Н., Панкова Е.А. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №02(086). С. 585 – 596. – IDA [article ID]: 0861302041. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/02/pdf/41.pdf>

19. Методика построения матрицы состояний диагностических параметров тормозной системы автомобиля Успенский И.А Кокорев ., Г.Д., Николотов И.Н., Гусаров С.Н., Заикин М.М., Лыков С.В. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №05(099). С. 1086 – 1097. – IDA [article ID]: 0991405074. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/74.pdf>

20. Мороз С.М. Методологические основы диагностирования автотранспортных средств по критериям безопасности: Автореф. дисс. . докт. техн. наук / С.М. Морозов М.: МАДИ ГТУ, 2004. - 34 с.

21. Мороз С.М. Разработка метода диагностирования автомобильных тормозов с пневмоприводом встроенными средствами // С.М. Морозов // Сб. науч. тр. М.: МАДИ, 1980. с. 77-81.

22. Пат. №2452880 РФ. Устройство информирования водителя о предельном износе тормозной накладке/Николотов И.Н., Карцев Е.А., Кокорев Г.Д., Бышов Н.В. и др. -Заявл. 15.10.2010; опубл. 10.06.2012 Бюл. №16.-6 с.

23. Пат 47312 РФ, МПК51 В 62 D 33/10. Подвеска кузова транспортного средства / Аникин Н.В., Чекмарев В.Н., Борычев С.Н., Успенский И.А., Бышов Н.В., Рябчиков Д.С. (RU); заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО Рязанская государственная сельскохозяйственная академия им. проф. П.А.Костычева - № 2005100671/22; заявл. 11.01.2005; опубл. 27.08. 2005, бюл. № 24. – 2 с. : ил.

24. Периодичность контроля технического состояния мобильной сельскохозяйственной техники / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №07(081). С. 480 – 490. – IDA [article ID]: 0811207036. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/07/pdf/36.pdf>, 0,688 у.п.л

25. Перспективы повышения эксплуатационных показателей транспортных средств при внутрихозяйственных перевозках плодоовощной продукции / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №04(078). С. 475 – 486. – IDA [article ID]: 0781204041. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/04/pdf/41.pdf>, 0,75 у.п.л.

26. Повышение готовности к использованию по назначению мобильной сельскохозяйственной техники совершенствованием системы диагностирования:

монография. Бышов Н.В., Борычев С.Н., Успенский И.А., Кокорев Г.Д., Юхин И.А., Жуков К.А., Гусаров С.Н.-Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2013.-187 с.: ил., табл.-Библиогр.: с. 174-187 (161 назв.).-ISBN 978-5-98660-121-2. Шифр 13-4118

27. Ревин А.А. Автомобильные автоматизированные тормозные системы: Техническое решение, теория, свойства./ А.А. Ревин / Волгоград: Изд-во ин-та качеств, 1995.- 157 с.

28. Ревин А.А. Антиблокировочные системы тормозов транспортных средств / Ревин А.А., Комаров Ю.Я. и др.// Воздушный транспорт. Обзорная информация. ЦНТИ ГА, 1989.

29. Снижение уровня повреждения перевозимой сельскохозяйственной продукции за счет использования устройства для стабилизации положения транспортного средства Аникин Н.В., Борычев С.Н., Бышов Н.В., Пименов А.Б., Успенский И.А., Юхин И.А. В сборнике: Фундаментальные и прикладные проблемы совершенствования поршневых двигателей материалы XII Международной научно-практической конференции . 2010. С. 319-322.

30. Успенский И.А. Прибор, методика и результаты оценки внимательности водителей транспортных средств. // И.А. Успенский, А.С. Крючков, В.А. Галкин // В кн.: Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства. Сб. науч. труд.. Вып. 4, часть 2, Рязань, 2000, с. 101-102.

31. Устройство для сохранения прямолинейности движения транспортного средства Кокорев Г.Д., Аникин Н.В., Успенский И.А., Юхин И.А. Нива Поволжья. 2010. № 2. С. 48-50.

32. Устройство информирования водителя о предельном износе тормозной накладки Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы. Успенский И.А., Полищук С.Д., Карцев Е.А., Юхин И.А., Николотов И.Н. Материалы международной научно - практической конференции, посвященной 55 – летию института механики и энергетики. 16 – 19 октября 2012 г., г. Саранск: Издательство Мордовского университета 2012 г., с. 210 – 214

33. Шлегель О.А. и др. Диагностирование износа деталей автомобиля при эксплуатации / Машиностроитель. 2002. №1. - С. 23-29.

## References

1. Arinin I.N. Diagnostirovanie tehničeskogo sostojanija avtomobilja. / I.N. Arinin. - M.: Transport, 1978. 176 s.

2. Bulatov E.P. Osobennosti perevozki sel'skohozjajstvennoj produkcii v kuzove avtotransportnyh sredstv/E.P. Bulatov, G.D. Kokorev, G.K. Rembalovich, I.A. Uspenskij, I.A. Juhin i dr.//Problemy kachestva i jekspluatacii avtotransportnyh sredstv. Chast' 2. Materialy VI mezhdunarodnoj nauchno -praktičeskoj konferencii. g. Penza. 18-20 maja 2010 g. -S. 22-27.

3. Byshov N.V. Razrabotka tablicy sostojanij i algoritma diagnostirovanija tormoznoj sistemy/N.V. Byshov, S.N. Borychev, G.D. Kokorev, I.A.Uspenskij, I.N. Nikolotov, S.N. Gusarov, Lykov S.V.//Vestnik KrasGAU. -2013 -№12. -S. 179-184.

4. Byshov, N.V. Zarubezhnye transportnye sredstva dlja sovremennogo sel'skohozjajstvennogo proizvodstva / N. V. Byshov, N.N. Kolchin, I.A. Uspenskij, I.A. Juhin i dr. // Vestnik FGBOU VPO RGATU. – 2012. - №4. – S. 84 – 87.

5. Vishnjakov N.N. Issledovanie i raschet sovremennyh pnevmaticheskikh tormoznyh privodov avtomobilej. / N.N. Vishnjakov.: Uchebnoe posobie. M.: MADI, 1979. -67 s.

6. Vzaimosvjaz' harakteristik povrezhdaemosti klubnej s parametrami tehničeskogo

sostojanija sel'skohozjajstvennoj tehniki v processe proizvodstva kartofelja / G.K. Rembalovich, I.A. Uspenskij, G.D. Kokorev i dr. // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2011. – №10(074). S. 596 – 606. – Shifr Informregistra: 0421100012\0428, IDA [article ID]: 0741110053. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2011/10/pdf/53.pdf>, 0,688 u.p.1

7. Gerner B.C. Issledovanie rezhimov kontrolja jeffektivnosti dejstvija tormoznyh mehanizmov avtomobilja: Dis. . kand. tehn. nauk / E.V. Gerc - Har'kov, 1970.- 174 s.

8. Gerc E.V. Raschet pnevmoprivodov: Spravochnoe posobie / Gerc E.V., Krajnjaja G.V. M.: Mashinostroenie, 1975. - 272 s.

9. Dolgopolov Ju.A. Issledovanie metoda diagnostiki tormoznyh sistem avtomobilej po vremennoj realizacii processa tormozhenija: Diss. . kand. tehn. nauk / Ju.A. Dolgopolov M., 1975. - 178 s.

10. Kokorev, G.D. Povyshenie jeffektivnosti sistemy tehnicheckoj jekspluacii avtomobilej v sel'skom hozjajstve na osnove inzhenerno-kiberneticheskogo podhoda: dis. ... dokt. tehn. nauk: 05.20.03/G.D. Kokorev. -Rjazan', 2014. -483 s.

11. Kokorev, G.D. Metodologija sovershenstvovanija sistemy tehnicheckoj jekspluacii mobil'noj tehniki v sel'skom hozjajstve/G.D. Kokorev. -Rjazan': FGBOU VPO RGATU, 2013. -247 s.

12. Kokorev, G.D. Tendencii razvitija sistemy tehnicheckoj jekspluacii avtomobil'nogo transporta/G.D. Kokorev, I.A. Uspenskij, I.N. Nikolotov//Sbornik statej II mezhdunarodnoj nauchno-proizvodstvennoj konferencii «Perspektivnye napravlenija razvitija avtotransportnogo kompleksa». -Penza, 2009. S. 135-138.

13. Kokorev, G.D. Strategii tehnicheckogo obsluzhivanija i remonta avtomobil'nogo transporta/G.D. Kokorev, I.A. Uspenskij, I.N. Nikolotov//Vestnik MGAU. -2009 -№3. -S. 72-75.

14. Kokorev, G.D. Metod prognozirovanija tehnicheckogo sostojanija mobil'noj tehniki /G. D. Kokorev, I. N. Nikolotov, I. A. Uspenskij, E. A. Karcev//Traktory i sel'hozmashiny. -2010. -№12. -S. 32 -34.

15. Kokorev, G.D. Matematicheskaja model' izmenenija tehnicheckogo sostojanija mobil'nogo transporta v processe jekspluacii/G.D. Kokorev//Vestnik RGATU -2012.- №4(16). -S. 90-93.

16. Kokorev, G.D. Sposob otbora racional'noj sovokupnosti ob#ektov podlezhashhijh diagnostirovaniju/G.D. Kokorev//Vestnik RGATU -2013.-№1(17). -S. 61-64.

17. Kokorev, G.D. Prognozirovanie izmenenija tehnicheckogo sostojanija tormoznoj sistemy obrazca mobil'nogo transporta v processe jekspluacii /G.D. Kokorev. I. A. Uspenskij, E.A. Pankova, I.N. Nikolotov, S.N. Gusarov/Pererabotka i upravlenie kachestvom sel'skohozjajstvennoj produkcii: doklady Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii 21 -22 marta 2013g. -Minsk: Izd-vo BGATU, 2013. -s. 197-199

18. Metody opredelenija racional'noj periodichnosti kontrolja tehnicheckogo sostojanija tormoznoj sistemy mobil'noj sel'skohozjajstvennoj tehniki Byshov N. V., Borychev S. N., Uspenskij I.A., Kokorev G.D., Nikolotov I.N., Gusarov S.N., Pankova E.A. Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – №02(086). S. 585 – 596. – IDA [article ID]: 0861302041. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/02/pdf/41.pdf>

19. Metodika postroenija matricy sostojanij diagnosticheskijh parametrov tormoznoj sistemy avtomobilja Uspenskij I.A Kokorev ., G.D., Nikolotov I.N., Gusarov S.N., Zaikin M.M., Lykov S.V. Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs].

– Krasnodar: KubGAU, 2014. – №05(099). S. 1086 – 1097. – IDA [article ID]: 0991405074.  
– Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/74.pdf>

20. Moroz S.M. Metodologicheskie osnovy diagnostirovanija avtotransportnyh sredstv po kriterijam bezopasnosti: Avtoref. diss. . dokt. tehn. nauk / S.M. Morozov M.: MADI GTU, 2004. - 34 s.

21. Moroz S.M. Razrabotka metoda diagnostirovanija avtomobil'nyh tormozov s pnevmoprivodom vstroennymi sredstvami // S.M. Morozov // Sb. nauch. tr. M.: MADI, 1980. s. 77-81.

22. Pat. №2452880 RF. Ustrojstvo informirovanija voditelja o predel'nom iznose tormoznoj nakladki/Nikolotov I.N., Karcev E.A., Kokorev G.D., Byshov N.V. i dr. -Zajavl. 15.10.2010; opubl. 10.06.2012 Bjul. №16.-6 s.

23. Pat 47312 RF, MPK51 B 62 D 33/10. Podveska kuzova transportnogo sredstva / Anikin N.V., Chekmarev V.N., Borychev S.N., Uspenskij I.A., Byshov N.V., Rjabchikov D.S. (RU); zajavitel' i patentoobladatel' FGOU VPO Rjazanskaja gosudarstvennaja sel'skohozjajstvennaja akademija im. prof. P.A.Kostycheva - № 2005100671/22; zajavl. 11.01.2005; opubl. 27.08. 2005, bjul. № 24. – 2 s. : il.

24. Periodichnost' kontrolja tehničeskogo sostojanija mobil'noj sel'skohozjajstvennoj tehniki / N.V. Byshov, S.N. Borychev, G.D. Kokorev i dr. // Politematičeskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2012. – №07(081). S. 480 – 490. – IDA [article ID]: 0811207036. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2012/07/pdf/36.pdf>, 0,688 u.p.l

25. Perspektivy povyšeniya jekspluatacionnyh pokazatelej transportnyh sredstv pri vnutrihozjajstvennyh perevozkah plodoovoshhnoj produkcii / N.V. Byshov, S.N. Borychev, I.A. Uspenskij i dr. // Politematičeskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2012. – №04(078). S. 475 – 486. – IDA [article ID]: 0781204041. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2012/04/pdf/41.pdf>, 0,75 u.p.l.

26. Povyšenie gotovnosti k ispol'zovaniju po naznacheniju mobil'noj sel'skohozjajstvennoj tehniki sovershenstvovanijem sistemy diagnostirovanija: monografija. Byshov N.V., Borychev S.N., Uspenskij I.A., Kokorev G.D., Juhin I.A., Zhukov K.A., Gusarov S.N.-Rjazan': FGBOU VPO RGATU, 2013.-187 s.: il., tabl.-Bibliogr.: s. 174-187 (161 nazv.).-ISBN 978-5-98660-121-2. Shifr 13-4118

27. Revin A.A. Avtomobil'nye avtomatizirovannye tormoznye sistemy: Tehničeskoe reshenie, teorija, svojstva./ A.A. Revin / Volgograd: Izd-vo in-ta kachestv, 1995.- 157 s.

28. Revin A.A. Antiblokirovočnye sistemy tormozov transportnyh sredstv / Revin A.A., Komarov Ju.Ja. i dr.// Vozdušnyj transport. Obzornaja informacija. CNTI GA, 1989.

29. Snizhenie urovnja povrezhdenija perevozimoj sel'skohozjajstvennoj produkcii za schet ispol'zovanija ustrojstva dlja stabilizacii položenija transportnogo sredstva Anikin N.V., Borychev S.N., Byshov N.V., Pimenov A.B., Uspenskij I.A., Juhin I.A. V sbornike: Fundamental'nye i prikladnye problemy sovershenstvovanija porshnevnyh dvigatelej materialy XII Mezhdunarodnoj nauchno-praktičeskoj konferencii . 2010. S. 319-322.

30. Uspenskij I.A. Pribor, metodika i rezul'taty ocenki vnimatel'nosti voditelej transportnyh sredstv. // I.A. Uspenskij, A.S. Krjuchkov, V.A. Galkin // V kn.: Sovremennye jenergo- i resurso-sberegajushie, jekologičeski ustojčivye tehnologii i sistemy sel'skohozjajstvennogo proizvodstva. Sb. nauch. trud.. Vyp. 4, chast' 2, Rjazan', 2000, s. 101-102.

31. Ustrojstvo dlja sohraneniya prjamolinejnosti dvizhenija transportnogo sredstva Kokorev G.D., Anikin N.V., Uspenskij I.A., Juhin I.A. Niva Povolzh'ja. 2010. № 2. S. 48-50.

32. Ustrojstvo informirovanija voditelja o predel'nom iznose tormoznoj nakladki

Jenergojefektivnye i resursosberegajushhie tehnologii i sistemy. Uspenskij I.A., Polishhuk S.D., Karcev E.A., Juhin I.A., Nikolotov I.N. Materialy mezhdunarodnoj nauchno - prakticheskoy konferencii, posveshhennoj 55 – letiju instituta mehaniki i jenergetiki. 16 – 19 oktjabrja 2012 g., g. Saransk: Izdatel'stvo Mordovskogo universiteta 2012 g., s. 210 – 214

33. Shlegel' O.A. i dr. Diagnostirovanie iznosa detalej avtomobilja pri jekspluatacii / Mashinostroitel'. 2002. №1. - S. 23-29.