

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук, профессора Федотова Александра Ивановича на диссертационную работу Бородина Алексея Леонидовича на тему «Метод диагностирования главного тормозного цилиндра гидравлической тормозной системы автомобиля», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта

### Актуальность темы исследования

На дорогах нашей страны ежегодно происходит много дорожно-транспортных происшествий, которые совершаются при торможении или сопровождаются торможением. Поэтому контролю и диагностике технического состояния тормозных систем в процессе эксплуатации автомобилей должно уделяться и уделяется особое внимание. Однако, существующие методы диагностирования гидравлических тормозных систем, в основном, заключаются в общем диагностировании и дают заключение об техническом состоянии тормозной системы в целом, на поэлементное диагностирование приходится малая их часть.

В полной мере это касается такого важного узла тормозной системы, как главный тормозной цилиндр (ГТЦ), от точности следящего действия, которого на всех режимах торможения, в значительной степени зависит безопасность автомобиля. ГТЦ является управляющим устройством не только в традиционных тормозных системах, но и в электронных ассистентах торможения, таких как антиблокировочная система и т.п.

Выявление неисправностей в ГТЦ является трудоемкой задачей и очень часто сопровождается предварительной заменой исправных узлов и деталей или имеющих большой ресурс наработки на отказ, что, в свою очередь, увеличивает трудоемкость, простои автомобилей на ремонте и расходы на закупку запасных частей, а снятие-установка узлов и деталей приводит к снижению их рабочего ресурса. В то же время исследования в этом направлении практически не проводятся, поэтому разработка метода диагностирования ГТЦ (с обеспечением его углубленного диагностирования) является актуальной технической задачей, способствующей повышению безопасности автомобилей в условиях их эксплуатации.

Попытки разработки метода углубленного диагностирования ГТЦ в условиях предприятий автомобильного транспорта, сдерживаются отсутствием знаний о закономерностях, показывающих влияние неисправностей элементов двухконтурного ГТЦ легкового автомобиля на характер протекания процесса изменения силы нажатия на педаль тормоза с различными законами воздействия на нее и создаваемого давления.

Выявление этих закономерностей позволило автору разработать метод диагностирования главного тормозного цилиндра гидравлической тормозной системы и тем самым значительно повысить безопасность автомобилей в условиях эксплуатации. Поэтому актуальность темы научного исследования Бородина Алексея Леонидовича не вызывает сомнений.

## **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна**

Научные положения, выносимые автором на защиту (их всего пять), основываются на проведенных автором обширных результатах теоретических и экспериментальных исследований. Научные положения не противоречат известным результатам, полученным ранее другими исследователями в данном направлении науки, а гармонично дополняют их.

По теме работы автор проанализировал большой объем литературных источников, изучил вопросы моделирования процесса торможения автомобиля в стендовых и дорожных условиях, которые положены в основу научной работы. В диссертации вполне корректно и весьма эффективно используется математический аппарат теории автомобиля, а также методы математического моделирования процессов функционирования гидравлической тормозной системы. Автор уверенно владеет методами планирования, обработки и анализа результатов эксперимента.

Обоснованность научных положений подтверждается результатами исследования, полученными автором с применением современных технических средств, вычислительной техники, электронных цифровых и аналоговых измерительных приборов, и современных методик.

Анализ содержания диссертации позволяет утверждать, что полученные автором и выносимые на защиту научные положения вполне обоснованы, имеют научную новизну, а также дают как экономический, так и значительный социальный эффект.

### *Достоверность и новизна научных положений и результатов*

В диссертации автором сформулированы шесть основных выводов, которые отражают выявленные автором новые знания и закономерности на основе анализа результатов теоретических и экспериментальных исследований. Все они являются достоверными, имеют научную новизну и практическую значимость.

**Первый вывод** информирует о том, что в процессе первого этапа эксперимента автором установлено, что деталями, определяющими уровень работоспособности ГТЦ, являются пружины первого и второго контуров, а также уплотнительные кольца поршней этих контуров. Что наиболее характерными неисправностями этих деталей ГТЦ являются: изменение жесткости пружин ГТЦ первого и второго контуров; износ уплотнительных колец ГТЦ первого и второго контуров; увеличение силы трения уплотнительных колец о стенки цилиндра из-за разбухания материала, из которого они изготовлены. Автором в процессе исследования установлены диапазоны изменения их характеристик.

Вывод достоверен, имеет научную новизну. Анализ текста п. 2.2 и п. 4.2 диссертации показывает, что он обоснован и подтвержден результатами исследования автора.

**Во втором выводе** представлены разработанные автором: математическая модель гидравлического тормозного привода транспортного

средства с двухконтурным ГТЦ; алгоритм моделирования влияния на выходные характеристики ГТЦ технического состояния его наименее надежных элементов; программные продукты для выполнения теоретических исследований. Теоретически обоснован и экспериментально подтвержден комплекс из пяти диагностических параметров (*время от начала нажатия на педаль тормоза до окончания движения поршня второго контура ГТЦ; время движения поршня второго контура ГТЦ; сила нажатия на педаль тормоза в момент начала и в момент окончания движения поршня второго контура ГТЦ; разность сил на педали между началом и окончанием движения поршня второго контура ГТЦ*). Установлены закономерности изменения показателей тормозной эффективности автотранспортных средств на силовых тормозных роликовых стендах.

Вывод достоверен, имеет научную новизну. Анализ текста диссертации показывает, что он достаточно обоснован и подтвержден результатами исследования автора.

**В третьем выводе** автор представляет выявленные им информативные тестовые режимы диагностирования ГТЦ на основе обоснованного комплекса диагностических параметров: Т1 (*экстренное торможение или  $T=0,2$  с*), Т3 (*служебное торможение  $T=1,0$  с*), Т4 (*служебное торможение  $T=1,4$  с*) и разработан алгоритм постановки диагноза.

Этот вывод также достоверен, обоснован и подтвержден результатами исследования, приведенными в диссертации.

**Четвертый вывод** информирует о том, что автор успешно выполнил апробацию разработанного метода и как результат, приводит сведения о сходимости результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Вывод достоверен, имеет практическую значимость. Анализ текста диссертации показывает, что он достаточно обоснован и подтвержден результатами исследования автора.

**В пятом выводе** автор информирует о том, что разработан алгоритм постановки диагноза и даны рекомендации по внедрению метода в практику, включающие в себя три направления его реализации (*в виде доработки стандартного программного обеспечения стенда тормозных качеств, в виде отдельного автономного прибора и в виде дополнительной подсистемы общей системы бортового диагностирования автомобиля*). Автором определена экономическая эффективность результатов исследования.

Данный вывод достоверен и подтвержден соответствующими разделами, приведенными в приложении.

**Шестой вывод** дает информацию о том, что в рамках поставленных задач решена актуальная научно-техническая задача обеспечения эффективности функционирования тормозной системы на основе разработки метода диагностирования главного тормозного цилиндра гидравлической тормозной системы автомобиля. Технический результат защищен патентом РФ. Отмечено, что дальнейшие научные исследования, рекомендуется проводить по направлениям оценки функционирования ГТЦ и его диагностирования на

режимах растормаживания. Вывод подтверждается всей структурой и смысловым содержанием диссертационной работы.

### **Заключение о соответствии диссертации критериям**

Диссертационная работа соответствует пункту 15. Технологические процессы и организация технического обслуживания, ремонта; *методы диагностирования технического состояния автомобилей, агрегатов и материалов* паспорта научной специальности 2.9.5 – «Эксплуатация автомобильного транспорта». Результаты исследования не противоречат проведённым ранее исследованиям в области контроля и диагностики тормозных систем автотранспортных средств.

Оформление текста диссертации и автореферата соответствует требованиям Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, а также ГОСТ Р 7.0.11 – 2011.

### **Оценка содержания диссертации, её завершённости и качества оформления**

Диссертация состоит из введения, 5 глав, основных выводов и результатов, списка использованных источников, включающего 126 наименований и приложений. Работа изложена на 190 страницах, включает 7 таблиц, 60 рисунков и 7 приложений.

В приложениях представлены:

- Описание этапов торможения, диапазонов изменения сил, действующих в тормозном приводе;
- Листинг программы;
- Результаты исследования влияния структурных параметров на диагностические в зависимости от темпа нажатия на педаль тормоза;
- Результаты исследования структурных параметров на чувствительность;
- Свидетельство на изобретение и акты внедрения;
- Примеры полученных данных от экспериментального комплекса.

Диссертация является завершённой научно-квалификационной работой, оформлена в соответствии с требованиями Высшей Аттестационной Комиссии при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации. Материал диссертации изложен грамотно, рисунки, схемы и графики информативно иллюстрируют результаты исследования и облегчают их понимание. Стиль изложения материала доказательный.

### **Полнота публикаций по теме исследования**

Основные результаты и выводы диссертации достаточно полно отражены в 11 печатных работах автора, из них 5 опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК РФ для кандидатских диссертаций, имеется публикация в индексируемых в международной наукометрической базе Scopus. Автор получил патент №2751101 Российской Федерации на разработанный им способ диагностирования главного тормозного цилиндра

гидравлической тормозной системы по динамическим параметрам. Автореферат информативно, корректно и достаточно полно отражает суть диссертации, а также выносимые на защиту научные положения, результаты и выводы.

### **Замечания по работе**

1) В первой главе автор излишне подробно описывает рост количества автомобилей и ДТП, приводит рисунок 1.7 о структуре продаваемых автомобилей загромождая тем самым текст диссертации излишней, на мой взгляд, информацией;

2) Второй вывод диссертации, явно перегружен информацией и его следовало бы разделить на несколько частей. Диссертация бы только выиграла от этого.

3) В работе не рассмотрено влияние неисправностей колесных тормозных механизмов на диагностические параметры. Но с ругой стороны, это может быть одним из направлений продолжения исследования;

4) В экспериментальной части исследования автор почему-то не привел описания методики тарировки систем измерения давления и силы на тормозной педали;

5) В разделе 5.1 (стр. 118 - 119 диссертации) автор представил методику аппаратного определения диагностических параметров (*определения локальных минимумов*) на участке срабатывания тормозной системы, не представил механизм этого определения.

### **Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней**

Отмеченные замечания ни сколько не снижают теоретическую и практическую ценность диссертационной работы и её общую положительную оценку. Диссертация является завершённой научно-квалификационной работой, в которой на основе проведенного автором исследований, изложены новые, научно обоснованные технические, технологические и организационные решения, направленные на повышение безопасности автомобилей в условиях эксплуатации, на основе разработанного метода диагностирования главного тормозного цилиндра гидравлической тормозной системы, что имеет существенное значение для сферы эксплуатации автомобильного транспорта страны.

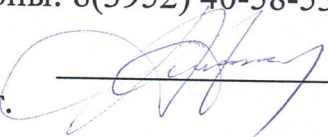
В автореферате кратко изложено содержание основных разделов диссертации и дается достоверное представление о работе в целом. Общие выводы автореферата отражают основные научные положения и результаты диссертации.

В целом диссертационная работа отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК РФ, а ее автор Бородин Алексей

Леонидович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.9.5 «Эксплуатация автомобильного транспорта» (технические науки).

Заслуженный деятель науки Российской Федерации,  
доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой  
«Автомобильный транспорт» Федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Иркутский национальный исследовательский технический университет».  
Адрес: 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83;  
Контактные телефоны: 8(3952) 40-58-53, E-mail: [fai.abs@rambler.ru](mailto:fai.abs@rambler.ru)

«06» марта 2024 г.



Федотов Александр Иванович

Доктор технических наук по научной специальности  
05.20.03 – «Эксплуатация, восстановление и ремонт  
сельскохозяйственной техники»



Подпись Федотова А.И.  
**ЗАВЕРЯЮ**  
Ученый отдел ФГБОУ ВО «ИРНИТУ»