

## ОТЗЫВ

официального оппонента Васильева Валерия Ивановича на диссертацию Чернышкова Антона Сергеевича «Контроль технического состояния агрегатов электрического силового привода автомобилей на стендах с беговыми барабанами» представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта (технические науки)

### Актуальность темы диссертации

В настоящее время существует весьма заметная тенденция электрификации автомобильного транспорта и увеличения числа автомобилей с электрическим силовым приводом. Современный автомобиль с электрическим силовым приводом является сложной мехатронной системой технического состояния которой в условиях эксплуатации должно сопровождаться эффективным контролем его технического состояния.

Общепризнано, что наиболее эффективным и информативным методом контроля технического состояния автомобилей является стендовый метод. Он позволяет измерять силовые и мощностные параметры непосредственно на ведущих колесах автомобилей, которые непосредственно характеризуют их тягово-динамические свойства. Этого в настоящее время не могут полноценно обеспечить ни электронные сканеры, ни другое диагностическое оборудование.

Но при этом высокоэффективное стендовое оборудование не может быть в полной мере использовано для контроля технического состояния автомобилей с электрическим силовым приводом, поскольку оно не позволяет задавать весь спектр тестовых режимов, идентичных типовым дорожным режимам функционирования таких автомобилей, а также не в состоянии выполнять измерения сил на каждом ведущем колесе, в том числе и в режиме реверса. Это создает проблемную ситуацию, ограничивающую применение современных стендов для контроля технического состояния электрического силового привода на всех режимах его функционирования.

Вторую проблемную ситуацию создает недостаток знаний о процессе функционирования автомобилей с электрическими силовыми приводами на стендах с беговыми барабанами, а также отсутствие знаний о функциональных зависимостях и закономерностях между параметрами функционирования таких автомобилей и параметрами технического состояния их силовых агрегатов.

Диссертация А.С. Чернышкова направлена на выявление этих закономерностей, на изучение процессов функционирования автомобилей с электрическими силовыми приводами в процессе их диагностирования на стендах с беговыми барабанами. Это дает возможность значительно повысить качество контроля технического состояния агрегатов электрического силового привода современных автомобилей в условиях эксплуатации. Это подтверждает актуальность данного исследования.

### Обоснованность, достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Диссертация Чернышкова А.С. состоит из введения, пяти глав, основных выводов, списка использованных источников и приложений. Работа представлена на 205 страницах машинописного текста, при этом она состоит из введения, пяти глав, содержит 60 рисунков, 4 таблицы и 3 приложения. В списке использованных источников приведено 207 источников. В приложениях диссертации представлены акты внедрения результатов исследования на предприятиях, 5 документов о регистрации результатов интеллектуальной деятельности, а также данные для расчетов имитационной математической модели.

В диссертационной работе А. С. Чернышкова представлено четыре научных положения, которые автор выносит на защиту. Все научные положения подтверждаются результатами проведенных автором аналитических и экспериментальных исследований, довольно подробно представленных в диссертации.

**Первое научное положение** утверждает, что на основе определения тягово-динамических свойств автомобилей с электрическими силовыми приводами при их функционировании на стендах с беговыми барабанами можно значительно повысить эффективность контроля технического состояния их агрегатов.



Научное положение убедительно обосновано результатами имитационного моделирования и многочисленными экспериментами с автомобилями на стенде, разработанном при участии автора. Оно имеет практическую значимость и научную новизну, что подтверждается результатами исследования, приведенными в диссертации.

**Второе научное положение** посвящено разработанной автором математической модели, которая впервые позволяет выполнять имитационное моделирование исследуемого процесса, а также выявлять диагностические параметры, зависящие от параметров технического состояния и пригодных для реализации контроля технического состояния агрегатов электрического силового привода.

Математическая модель позволяет выполнять имитационное моделирование исследуемого процесса функционирования автомобиля с электрическим силовым приводом на стенде с беговыми барабанами в режиме реального времени, выявлять зависимости диагностических параметров от параметров технического состояния его агрегатов.

Научное положение имеет научную новизну и довольно убедительно обосновано. Оно подтверждено значительным объемом результатов как аналитических, так и экспериментальных исследований, представленных во второй и четвертой главах диссертации.

**Третье научное положение** посвящено научно обоснованным автором тестовым режимам контроля агрегатов электрических силовых приводов автомобилей на стендах с беговыми барабанами, которые позволяют выявлять зависимости диагностических параметров от параметров технического состояния, используемые для контроля технического состояния агрегатов таких автомобилей.

Данное положение имеет научную новизну и практическую ценность, что подтверждается результатами имитационного моделирования и экспериментальных исследований, а также актами внедрения на предприятиях результатов исследования.

В качестве замечания отмечу, что автору стоило бы указать в этом положении перечень тестовых режимов, которые целесообразно использовать в процессе контроля технического состояния агрегатов силового электрического привода автомобилей на стендах с беговыми барабанами.

**Четвертое научное положение** посвящено разработанной автором методике контроля технического состояния агрегатов электрического силового привода автомобилей, в основе которой лежат выявленные автором функциональные зависимости изменения диагностических параметров от параметров технического состояния агрегатов электрического силового привода автомобилей, в процессе их тестирования на стендах с беговыми барабанами. Кроме того, в основе методики используется разработанный А.С. Чернышковым диагностический алгоритм и диагностическая матрица.

Данное научное положение имеет научную новизну, убедительно обосновано результатами имитационного моделирования исследуемых процессов на верифицированной математической модели. Практическая ценность данного научного положения также убедительно доказана результатами экспериментальных исследований с применением сертифицированных средств измерений.

Результаты научной работы, выполненной А.С. Чернышковым, получены вполне корректно путем проведения экспериментальных исследований на оборудовании, разработанном при непосредственном участии автора, а также в процессе аналитических расчетов на верифицированной математической модели, разработанной автором и реализованной в виде программы в среде «Универсальный механизм».

Диссертационная работа Чернышкова А.С. содержит значительный объем убедительных результатов исследуемого процесса. Результаты исследования А.С. Чернышкова изложены в шести выводах, которые не противоречат результатам исследований, проведенных разными авторами по данной тематике, а гармонично дополняют их.

**Первый вывод** информирует о том, что в процессе выполнения исследования автор выявил агрегаты, ограничивающие надежность электрических силовых приводов автомобилей в условиях



эксплуатации, о выявленных в приводе наиболее часто встречающихся неисправностях. Эти результаты работы позволили автору сформировать перечень агрегатов и их неисправностей на которые направлено исследование.

Вывод имеет научную новизну и в полной мере обоснован.

**Во втором выводе** говорится о разработанной автором оригинальной математической модели, позволяющей выполнять имитационное моделирование процесса функционирования автомобиля с электрическим силовым приводом на стенде с беговыми барабанами. Разработанная имитационная модель дает возможность выявлять зависимости изменения параметров технического состояния агрегатов электрического силового привода автомобилей от параметров их функционирования. В свою очередь зависимости, выявленные автором при помощи разработанной математической модели, позволяют выполнять контроль технического состояния автомобилей с электрическими силовыми приводами на стендах с беговыми барабанами.

Вывод достоверен, убедительно обоснован. Он имеет научную новизну и практическую ценность. Это подтверждается результатами аналитического исследования, выполненного в рамках рассматриваемой работы.

**Третий вывод** автор посвятил научно-обоснованным тестовым режимам, которые позволяют контролировать тягово-динамические свойства автомобилей с электрическими силовыми приводами на стендах с беговыми барабанами и наиболее информативно выявлять изменения их основных эксплуатационных параметров. Такой подход значительно снижает количество финансовых и временных затрат на проведение контроля технического состояния таких автомобилей и, соответственно, повышает его эффективность.

Научная новизна и достоверность вывода подтверждается результатами проведенных экспериментальных исследований.

**В четвертом выводе** автор информирует о выявленных в процессе исследования математических зависимостях функциональных параметров автомобиля от технического состояния агрегатов его электрического силового привода в процессе контроля, выполняемого на стенде с беговыми барабанами. Выявленные автором зависимости позволяют с высокой информативностью контролировать техническое состояние агрегатов электрического привода автомобилей разработанным стендовым методом. Вывод очень объемный и информативный. Он содержит большое количество частных заключений по каждому исследуемому параметру, подкрепленных конкретными числовыми значениями, что позволяет автору более обоснованно подходить к решению задач, поставленных в диссертации.

Анализ приведенных в диссертации результатов исследования позволяют утверждать об обоснованности вывода, его научной новизне и практической значимости.

**В пятом выводе** автор представил описание разработанной им на основе выявленных математических зависимостей методики контроля технического состояния агрегатов электрического силового привода автомобилей на стендах с беговыми барабанами. Стенд тоже был разработан и изготовлен при непосредственном участии автора. Следует отметить, в отличие от методик *качественного контроля*, автору удалось разработать методику *количественного контроля* агрегатов электрического силового привода автомобилей на стендах, т.е., контроля – основанного на численных доказательствах.

Безусловно данный вывод имеет высокую практическую ценность и научную новизну. Вывод в полной мере обоснован и убедительно подтвержден результатами исследования, а также патентом на полезную модель № 199093 U1 от 13.08.2020 г.

**Шестой вывод** посвящен производственной проверке результатов проведенного исследования. Он свидетельствует о принятии к внедрению результатов проведенного автором научного исследования на предприятиях автомобильного транспорта, а также на предприятиях, осуществляющих разработку и производство стендового оборудования.

Вывод достоверен, убедительно обоснован и имеет практическую ценность. Это подтверждается результатами экспериментального исследования, а также актами внедрения результатов



исследования в АО «ГАРО-ТРЕЙД» г. Великий Новгород, ООО «ФРИТРЕЙН» г. Екатеринбург, ООО «СТО Bravo» г. Иркутск.

Выполненное А.С. Чернышковым исследование содержит новые научно обоснованные технические, технологические и организационные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития системы эксплуатации подвижного состава автомобильного транспорта страны.

### **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.**

Разработанная автором математическая модель имитационного моделирования процесса функционирования автомобиля с электрическим силовым приводом на стенде с беговыми барабанами может быть использована заводами-изготовителями, а также организациями и предприятиями, выполняющими разработку методов и средств испытаний и диагностики подвижного состава автомобильного транспорта.

Методика контроля технического состояния агрегатов электрического силового привода автомобилей, реализуемая на стендах с беговыми барабанами, позволяет предприятиям автомобильного транспорта и сервиса выполнять контроль технического состояния и диагностику автомобилей с электрическими силовыми приводами как в процессе поддержания их работоспособности, так и в процессе её восстановления.

Заводам-изготовителям автомобилей с электрическим силовым приводом результаты работы А.С. Чернышкова позволяют организовать контроль сборки выпускаемых с конвейеров автомобилей.

### **Оценка содержания работы, ее завершенности**

По результатам проведенного исследования автором опубликовано 17 печатных работ в рецензируемых изданиях, 3 из которых относятся к перечню, рекомендованному ВАК РФ. В списке публикаций автора имеется свидетельство о регистрации программы для ЭВМ и 4 патента на полезные модели. В опубликованных работах достаточно полно отражены выносимые на защиту научные положения. Содержание автореферата в полной мере отражает содержание диссертации, а также вполне корректно отражает ее суть, научные положения и выводы.

Все поставленные в диссертации задачи исследования автором выполнены полностью и в соответствии с ними получены значимые научные результаты. Оформление текста диссертации и автореферата соответствует требованиям ВАК Министерства образования и науки России, а также ГОСТ Р 7.0.11-2011 г. При всех очевидных достоинствах рассматриваемой работы, по диссертации имеются некоторые замечания.

1. В тексте диссертации много внимания автор уделяет силовому радиусу колес с эластичной шиной. И даже на стр. 66 приводит формулу (2.58) для его расчета. Но при этом ни где не приведена информация о том, как автор определял входящие в формулу (2.58) константы  $C_1$  и  $C_2$ .

2. Не понятно, что понимает автор под термином «*ровная горизонтальная поверхность*» (стр. 50 диссертации).

3. В разделе 2.5.1. диссертации автор для обоснования диагностических параметров использует так называемый «*метод наибольшего сечения*». Но при этом не объясняет, где и как это сечение должно быть проведено и вдоль какой оси.

4. Для практического применения результатов исследования в условиях реальной эксплуатации совершенно необходимы рекомендации автора по периодичности контроля разработанным методом и его трудоемкости. К сожалению таких рекомендаций в диссертации не обнаружено.

5. По мнению оппонента диссертация только выиграла бы если бы автор не уделил столько внимания (параграф диссертации 2.5.3) давно известному, широко распространенному и описанному в технической и учебной литературе методу постановки диагноза объектов - диагностической матрице.



6. В тексте диссертации имеет место некоторое несоответствие терминологии, например, в подписи рис. 3.2 (стр. 105) позиция 2 обозначена как «маховик», позиция 7 – барабаны, позиция 9 – электродинамическое нагружающее устройство. В то же время в тексте на стр. 106 позиция 7 обозначена как беговые барабаны, позиция 2 обозначена как маховые массы, позиция 9 – электродинамический тормоз.

Вышеуказанные замечания никак не умаляют научной теоретической и практической значимости проведенного А.С. Чернышковым исследования.

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

Таким образом, диссертация Чернышкова Антона Сергеевича на соискание ученой степени кандидата технических наук является завершённой научно-квалификационной работой, в которой на основании проведенного автором исследования изложены новые научно обоснованные технические, технологические и организационные решения и разработки, направленные на снижение временных, производственных и финансовых затрат в эксплуатации на основе изыскания, научного обоснования, разработки и применения высокоэффективных стендовых методов диагностики автомобилей с электрическим силовым приводом, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие автотранспортной отрасли страны.

Диссертация соответствует требованиям п. 2. «Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», утвержденного приказом ректора ИРНИТУ от 08 июня 2023 г. № 415-О (с изменениями, утвержденными приказом ректора ИРНИТУ от 26 сентября 2023 г. № 484-О), соответствует п. 15 паспорта научной специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта (технические науки), а ее автор Чернышков Антон Сергеевич за новые научно обоснованные технические, технологические и организационные решения и разработки, направленные на контроль технического состояния агрегатов электрического силового привода автомобилей на стендах с беговыми барабанами заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта (технические науки).

Официальный оппонент,  
доктор технических наук, профессор  
(научная специальность 05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта)



Васильев Валерий Иванович

(подпись)

профессор кафедры «Автомобили и автомобильный транспорт» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Курганский государственный университет»

Почтовый адрес: 640002, г. Курган, ул. Пролетарская, 62, ауд. Б-220, Л-307

Телефон: +7 (3522) 65-49-47, 65-49-50

Электронный адрес: [auto@kgsu.ru](mailto:auto@kgsu.ru); [atas@kgsu.ru](mailto:atas@kgsu.ru)



«12» января 2024 г.

<b>ВЕРНО</b>
Начальник ОДиЭД Козлова М.А.
« _____ » 20 _____ г.