

ОТЗЫВ

официального оппонента Гапича Дмитрия Сергеевича на диссертационную работу Сенькевича Сергея Евгеньевича «Совершенствование силовых передач колесных сельскохозяйственных тракторов путем комплексного научного подхода», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки)

1. Актуальность темы

Дефицит тракторного парка в сельскохозяйственном производстве в настоящее время ощущается довольно остро. Причем, за последние 10 лет, по данным Росстата, количество тракторов в среднем за год сокращалось на 10 тыс. единиц. Критично велика доля тракторов старше 10 лет (полностью выработавших нормативный срок службы), которая составляет свыше 60% от общей численности. Свидетельством о сильном износе является то, что в общем количестве тракторов сельскохозяйственного назначения преобладают машины со сроками службы более 20 лет. Аналитики «Росагролизинга» приводят данные о том, что потребуется 26 лет для обновления всего парка на 100%, если начать обновлять машины в этом году.

Вывод о том, что проблема является актуальной и заключается в старении, снижении качества колесных тракторов сельскохозяйственного назначения и их технического уровня, верен. Научная проблема состоит в том, что разработанных научных методов совершенствования тракторов моноблочной компоновки сельскохозяйственного назначения недостаточно и при этом отсутствует комплексный подход в таких исследованиях.

Диссертационная работа посвящена разработке комплексного подхода к теоретическим (на основе методов оптимизационного синтеза и математического моделирования) и экспериментальным (на основе разработанной методики) исследованиям, для создания функциональной целостности совершенствования тракторов посредством изменения динамических характеристик силовых передач в колебательной системе

«Трактор-Агрегируемая сельхозмашина» с целью стабилизации динамических нагрузок в широком диапазоне.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна

Представленные в диссертационной работе научные положения и выводы, получены на основании обобщения и систематизации результатов по исследуемому направлению, а также собственного исследования, проведенного на высоком научном и методическом уровне.

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных соискателем, обеспечиваются разработанным методом теоретических исследований, методикой экспериментальных исследований и подтверждаются полученными результатами исследований.

В первом выводе автор, на основе анализа научно-технической информации определяет пути повышения производительности тракторов сельскохозяйственного назначения, выявляет что при совершенствовании силовой передачи, для изменения динамических характеристик системы «Трактор – Агрегируемая машина» требуются новые методы исследования и технические средства, которые способствуют росту производительности машины и долговечности элементов конструкции. Автор установил, что средством для совершенствования конструкции силовой передачи тракторов моноблочной компоновки является упругий демпфирующий механизм, который обеспечивает стабилизацию и снижение динамических нагрузок. Достоверность вывода подтверждается приведенными материалами в первой главе диссертации. Вывод отвечает на первую задачу исследований.

Во втором выводе автор резюмирует что после поиска путей снижения динамической нагруженности и повышения надежности элементов конструкции тракторов сельскохозяйственного назначения была разработана новая классификация применяемых упруго-демпфирующих механизмов, а

также создан новый УДМ, который обеспечивает снижение динамической нагруженности и повышение надежности элементов конструкции. Вывод отвечает на первую задачу исследований.

В третьем выводе автор дает теоретическое обоснование методов совершенствования тракторов моноблочной компоновки и приводит результаты теоретических исследований крутильных колебаний многомассовой системы силовой передачи. Определены частоты и формы собственных колебаний, а также проведена оценка эффективности трактора, в силовую передачу которого установлен упруго-демпфирующий механизм. Представлены результаты исследований, которые подтвердили, что установка УДМ эффективно снижает резонансный отклик колебательной системы трактора по показателю добротности. Снижение добротности уменьшает динамические нагрузки на элементы силовой передачи трактора. Полученные результаты показывают, что установка упруго-демпфирующего механизма обеспечивает снижение резонансного отклика: для трактора тягового класса 0,6 – до 58%, для трактора тягового класса 0,9 – до 52%, для трактора тягового класса 1,4 – до 30%. Вывод достоверен и отвечает на вторую задачу исследований.

В четвертом выводе автор доказывает, что для снижения динамической нагруженности и повышения надежности элементов конструкции трактора, необходима установка упруго-демпфирующего механизма, которая позволила изменить частоты собственных колебаний тракторов различных тяговых классов. Для трактора тягового класса 0,6 смещение составило до 54%, для трактора тягового класса 0,9 – до 33%, для трактора тягового класса 1,4 – до 60%. Вывод достоверен и отвечает на вторую задачу исследований.

В пятом выводе автор предлагает теоретический метод исследования динамических процессов на базе комплексного научного подхода позволивший осуществить синтез различных режимов и условий работы колёсного трактора с механической силовой передачей при агрегатировании с

основными технологическими машинами, на примере трактора моноблочной компоновки, в конструкции силовой передачи которого установлено устройство для изменения динамических характеристик. В результате обобщенного исследования динамических процессов (результаты работы трактора с плугом, с культиватором и с сеялкой), получен компромисс между тремя локальными решениями по оптимизации параметров конструкции, при разных условиях работы трактора, который заключается в снижении динамической нагруженности двигателя в среднем до 32%. Вывод достоверен, подтверждается расчетными данными и отвечает на третью задачу исследований.

В шестом выводе автором получена векторно-целевая функция оптимизации модифицированной колебательной системы колесного трактора с компонентой изменения динамических характеристик в конструкции силовой передачи. Был проведен синтез различных режимов и условий работы трактора, который позволил сформировать исходные данные для построения векторно-целевой функции, и с помощью неё определены физические значения конструктивных параметров устройства для изменения динамических характеристик. Полученная компромиссно-оптимальная модель, представляющая собой математическое описание и учитывающая решения полученные ранее, позволила определить скалярное значение векторно-целевой функции, составляющее $L=0,68$ (при максимально возможном значении 1,0). Вывод достоверен и отвечает на четвертую задачу исследований.

В седьмом выводе автор на основе разработанной методики и алгоритма экспериментальных исследований динамических процессов движения колесного трактора сельскохозяйственного назначения в рамках комплексного научного подхода к вопросу планирования, проведения, обработки и анализа результатов исследований, тем самым решая обозначенную научную проблему, получил вероятностные характеристики экспериментальных данных, которые показала общее снижение нагрузки на

конструктивные элементы силовой передачи трактора. Данные экспериментов показывают, что снижается сила тягового сопротивления в среднем по всем процессам до 8,5%, буксование движителя – до 7,2%, что позволило увеличить производительность в среднем на 8%. Вывод достоверен, подтверждается экспериментальными данными и отвечает на пятую задачу исследований.

В восьмом выводе автор приводит аппроксимацию функциональных зависимостей автокорреляции и спектральной плотности процессов буксования, полученные с помощью Гауссовой функции и функции преобразования Фурье, которая обладает коэффициентом детерминации 0,95 и выше. Другие аппроксимации функции изменения взаимной спектральной плотности таких показателей как угловые скорости вращения коленчатого вала двигателя и ведущего колеса, обладают коэффициентом детерминации 0,88 и выше. Полученные аппроксимации автор предлагает использовать для построения математических моделей и прогнозирования поведения трактора в различных условиях эксплуатации. Вывод достоверен, подтверждается расчетными и экспериментальными данными, а также отвечает на шестую задачу исследований.

В девятом выводе автор, в рамках комплексного научного подхода к исследованию динамических процессов колесного трактора сельскохозяйственного назначения, дает оценку согласованности теоретических и практических результатов исследований, выполняет анализ вероятностных характеристик динамической нагруженности и надежности элементов конструкции, при установившихся и неустойчивых режимах движения. Результаты исследований автора доказали, что долговечность силовой передачи опытного трактора, в среднем выше в 2,5 раза, чем у серийного трактора. Доказано снижение динамической нагруженности элементов силовой передачи на 16%, а также повышение безотказности на 21%. Вывод достоверен, подтверждается расчетно-экспериментальными данными, а также отвечает на шестую задачу исследований.

В десятом выводе автор, констатирует тот факт, что расчетно-теоретические и экспериментальные исследования тракторов позволили оценить снижение динамической нагруженности элементов конструкции и рассчитать экономическую эффективность применения упруго-демпфирующего механизма как устройства для совершенствования силовых передач сельскохозяйственных тракторов моноблочной компоновки.

Вывод достоверен, не содержит расчетных данных, носит констатационный характер, а также отвечает на седьмую задачу исследований.

В одиннадцатом выводе автор, дает оценку эффективности применения компоненты изменения динамических характеристик колебательной системы силовой передачи колесного трактора сельскохозяйственного назначения по результатам расчетно-теоретических и экспериментальных исследований. Автор доказывает, что применение УДМ в силовой передаче для улучшения характеристик одной машины, позволяет получить экономию эксплуатационных издержек за год в размере 208076,80 руб., срок окупаемости дополнительных инвестиций составляет 0,68 года.

Вывод достоверен, подтверждается аналитическим расчетом по общепринятой методике, а также отвечает на седьмую задачу исследований.

В двенадцатом выводе автор, приводит расчет экономической эффективности, для парка тракторов и доказывает, что применение УДМ в силовой передаче колесного трактора сельскохозяйственного назначения позволяет экономить на эксплуатационных затратах. За полевой сезон работы экономия эксплуатационных затрат составила 1950,7 тыс. руб. Размер чистого дисконтированного дохода в новом варианте составил 4231,9 тыс. руб., что в расчете на гектар пашни составило – 423,2 руб. Срок окупаемости проекта 3,54 года при ставке дисконта 0,85 и внутренней норме доходности – 27,8%. Достоверность вывода подтверждается результатами аналитических расчетов парка тракторов модельного хозяйства Ростовской области. Вывод отвечает на седьмую задачу исследований.

3. Научную новизну работы составляют:

- системная классификация устройств стабилизации и демпфирования динамических нагрузок, отличающаяся иерархией конструктивных признаков и топологией их размещения в конструкции трактора моноблочной компоновки с учетом зависимости эффективности демпфирования колебаний от пространственной удаленности механизмов относительно источников возмущения;

- научно обоснованный принцип адаптивной стабилизации динамических нагрузок трактора в составе агрегата, отличающийся активным управлением параметрами жесткости и инерционности силовой передачи в реальном времени (получен патент №2739100), для направленного изменения собственных частот привода в дополнение к демпфированию;

- комплексный научно-методический подход к стабилизации динамических нагрузок колесных тракторов моноблочной компоновки, отличающийся применением поиска единого оптимального решения для широкого спектра стохастических режимов работы трактора в составе агрегата и обеспечением математической инвариантности параметров адаптивного механизма к вариативности внешней нагрузки;

- метод оптимизационного синтеза конструктивных параметров устройства изменения динамических характеристик силовой передачи, отличающийся применением аппарата математического программирования для поиска седловых точек функции Лагранжа, устанавливающий закономерности между конструктивными параметрами устройства и динамическими характеристиками силовой передачи трактора моноблочной компоновки в условиях эксплуатационных ограничений;

- комплексная расчетно-экспериментальная методика исследования динамики трактора в составе агрегата, отличающаяся интеграцией алгоритмов спектрального анализа в процесс обработки тензометрических данных для прямой идентификации параметров силовой передачи в условиях стохастического нагружения;

- закономерности изменения динамических характеристик силовых передач тракторов моноблочной компоновки, устанавливающие аналитическую зависимость между параметрами применяемых адаптивных упруго-демпфирующих механизмов и частотным спектром внешнего воздействия, отличающиеся учетом взаимного влияния переменной жесткости связи и стохастической структуры нагрузки на установившихся и неуставившихся режимах движения;

- научно обоснованная совокупность критериев технико-экономической эффективности применения адаптивных систем стабилизации и демпфирования динамических нагрузок, отличающаяся установленной количественной связью между снижением уровня вибронегруженности силовой передачи и параметрами надежности элементов силовой передачи трактора, находящегося в составе МТА в условиях интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

4. Освещение основных результатов работы и соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

Основные положения и результаты исследования диссертационной работы достаточно полно отражены в ведущих рецензируемых журналах за период 2007-2025 гг. По результатам диссертационного исследования опубликовано 46 научных работ, в том числе 30 в изданиях из перечня ведущих периодических изданий, определенных ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации (из которых: 8 публикаций в международных базах цитирования, такие как WoS, Scopus, Springer и т.д.; 15 публикаций в изданиях из перечня ВАК при Минобрнауки России по научной специальности 4.3.1 категории К1 и К2; 7 патентов на изобретения и полезные модели, включая свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ) и 16 статей в сборниках научных трудов, материалах научных конференций, главы в книгах и иностранных монографиях и в прочих изданиях.

Текст диссертации изложен достаточно хорошо, материалы научных исследований сопровождаются рисунками, построенными с использованием

современного программного обеспечения, а также таблицами. Оформление диссертационной работы вполне соответствует требованиям нормативно-технической документации.

Цель работы автором достигнута и отражена в результатах исследований, поставленные задачи исследований выполнены.

Автореферат достаточно полно отражает структуру, основные положения и научные результаты диссертационной работы, выносимые на защиту.

Текст диссертации, выставленный на сайте полностью идентичен оригиналу.

5. Замечания

1. Данные по изменению количественного состава тракторного парка в АПК Российской Федерации, приведенные соискателем в первом разделе диссертации, важны и требуют дальнейшего анализа, но возникает вопрос. Как эти данные можно соотнести с данными Минсельхоза РФ? Согласно которым, с 2013 по 2023 год сбор зерновых культур в России увеличился в 1,5 раза. Возможно ли, что развитие технологий возделывания сельскохозяйственных культур является основной причиной сокращения количества тракторов в РФ за исследуемый период?

2. Многочисленные исследования в области влияния упругой связи в системе формирования силового потока трактора показывают, что наибольший эффект (повышение производительности МТА) достигается при размещении упругого элемента в навеске трактора, а не в трансмиссии. Каково личное отношение соискателя к этому вопросу?

3. Представленная соискателем классификация систем стабилизации и демпфирования динамических нагрузок могла быть более информативной, если бы содержала данные о эффективности влияния упругого элемента на стабилизацию работы двигателя трактора.

4. Из текста диссертации неясно, сборочные единицы, входящие в конструкцию упруго демпфирующего механизма (страница 91 диссертации), являются стандартными, или требуют штучного производства.

5. Из текста второй главы неясно, по какому критерию проходило редуцирование реального объекта исследования для получения эквивалентной (9-и массовой) расчетной схемы.

6. Требуется пояснения, какие значения упруго-диссипативных характеристик УДМ использовал соискатель при расчете частот и форм собственных и вынужденных крутильных колебаний трактора (раздел 2.3 диссертации).

7. Чем вызвана необходимость в теоретических исследованиях рассматривать трактора класса 0,9 и 0,6? Точность результатов счета так и не была оценена в ходе экспериментальных исследований.

8. Из текста диссертации неясно, какие элементы теории лично введены соискателем в математическую модель трактора, представленной в разделе 3 диссертации, а какие заимствованы у других авторов.

9. Сложность составления дифференциальных уравнений состояния тракторного агрегата (раздел 3.3 диссертации) заключается в наполнении математической модели конкретными оценками силовых параметров, массовых, упругих и диссипативных характеристик звеньев, однако описание методик их определения в диссертации отсутствует. Возникает вопрос о том, как были получены эти данные.

10. Вызывают вопросы проведенные расчетные исследования методами планирования, страница 204 диссертации, так как нет обоснования значений начальных уровней и интервалов варьирования выбранных факторов.

11. Информативность экспериментальных данных в некоторых местах главы 6.2 недостаточна, полученные спектральные плотности являются лишь качественными характеристиками без указания значений величин упругих и демпфирующих характеристик УДМ, что затрудняет использование представленного теоретического материала другими исследователями.

12. В первом выводе по седьмому разделу диссертации следует экономическую эффективность от применения предлагаемого устройства для

изменения динамических характеристик силовой передачи указать от объема выполненной работы (наработки).

6. Заключение

Перечисленные выше замечания не снижают высокую научную ценность и общую положительную оценку представленной диссертации.

Принимая во внимание высокую актуальность выбранной темы, глубину постановки и комплексность решения поставленных задач, а также новизну и практическую значимость полученных результатов, диссертация в полной мере удовлетворяет всем требованиям Положения о присуждении ученых степеней. Представленная диссертация является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований получены новые научно обоснованные технические решения по совершенствованию силовых передач тракторов. Их практическое освоение обеспечивает весомый вклад в модернизацию отечественного тракторостроения и повышение эффективности агропромышленного производства Российской Федерации. В диссертации сформированы новые научно обоснованные технические и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие отрасли сельскохозяйственного тракторостроения, а также решена важная для экономики страны проблема совершенствования силовых передач колесных сельскохозяйственных тракторов.

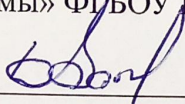
Содержание диссертации полностью отвечает направлениям исследований паспорта научной специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки), а именно пунктам 5, 6, 9, 14, 15, 16 и 20.

Диссертационная работа Сенькевича Сергея Евгеньевича «Совершенствование силовых передач колесных сельскохозяйственных тракторов путем комплексного научного подхода» соответствует критериям, изложенным в пунктах 9, 10, 11, 12, 13, 14 «Положения о порядке

присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства России №842 от 24.09.2013 г., а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки).

Официальный оппонент:

доктор технических наук, 05.20.01 - Технологии и средства механизации сельского хозяйства, профессор, заведующий кафедрой «Электроснабжение и энергетические системы» ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ



Гапич Дмитрий Сергеевич

« 20 » августа 2026г.

Полное наименование организации: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет»

Почтовый адрес: 400002, Волгоградская область, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26.

Контактный телефон: 8-(8442)41-17-84.

Официальный сайт: <http://volgau.ru/>

E-mail: volgau@volgau.ru



Гапич Дмитрий Сергеевич
начальник отдела по работе с
Э. Гус-Гусеева Е. А.
20.08.2026г.