

№ _____
на № _____ от _____

В диссертационный совет
Д24.2.437.09
ФГАОУ ВО "Южно-Уральский
государственный университет
(НИУ)",
454080, г. Челябинск, пр. им.
В. И. Ленина, 76.

ОТЗЫВ

официального оппонента кандидата технических наук Вязникова Максима Валерьевич, на диссертационную работу Жакова Андрея Олеговича «Оценка курсовой устойчивости прямолинейного движения гусеничного трактора путем учета силового влияния со стороны рабочего орудия», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.11 – Наземные транспортно-технологические средства и комплексы

1. Актуальность темы диссертационного исследования

Машинно-тракторные агрегаты совершают работу в составе с рабочим орудием. Внешнее сопротивление со стороны рабочего орудия часто представляет собой внецентренную силу, которая создаёт разворачивающий момент способный отклонить машину с заданного направления движения. Такой негативный эффект снижает производительность технологических процессов и приводит к повышенной утомляемости оператора, который вынужден постоянно корректировать движение.

Большую часть работы машинно-тракторные агрегаты выполняют на прямолинейных участках, что позволяет выделить задачу курсовой устойчивости прямолинейного движения в отдельный частный случай, имеющий большое значение.

Отмеченное явление встречается при работе как промышленных, так и сельскохозяйственных тракторных агрегатов. В связи с этим, тема диссертационной работы Жакова А. О., посвященная исследованию курсовой устойчивости прямолинейного движения при воздействии внешних сил со стороны рабочего орудия, представляет собой актуальную научно-техническую задачу.

2. Обоснованность и достоверность положений и выводов работы

Достоверность основных положений и выводов работы подтверждена применением фундаментальных положений теоретической механики и математической теории трения, обоснованностью принятых допущений, а также

подтверждается качественным и количественным совпадением теоретических результатов расчета с результатами собственных натуральных экспериментов.

3. Научная новизна исследований

Среди основных моментов научной новизны можно отметить:

- математическую модель, включающую уравнения управляемого прямолинейного движения и неуправляемого криволинейного отклонения за счет внешнего силового воздействия со стороны рабочего орудия, учтенного посредством условий предельного силового равновесия с участием сил трения в контакте с грунтом;
- описание силовых факторов в контакте с грунтом на основе математической теории трения с учетом анизотропии взаимодействия и упругих свойства грунта;
- новые экспериментальные значения для определения предельной сдвигающей силы, вызывающей неуправляемое отклонение машинно-тракторного агрегата.

4. Теоретическая значимость

Теоретическая значимость заключается в:

- предложенном подходе к исследованию движения машинно-тракторного агрегата с внешним силовым воздействием, представляющим совокупность прямолинейного управляемого движения и неуправляемого отклонения машины;
- обосновании применения математической теории трения к описанию силовых факторов в контакте гусеничного движителя с грунтом при решении задач неуправляемого мгновенно вращательного сдвига;
- методике определения предельного значения внешней сдвигающей силы для известной линии ее действия на основе построения ее годографа;
- методике расчета бокового отклонения машины от прямолинейного курса за счет внешнего внецентренного сопротивления на рабочем орудии.

5. Практическая значимость

Практическая ценность исследования подтверждается внедрением математических моделей и методик расчета в программном комплексе (свидетельства РФ № 2020610824 и № 2020615467) для определения значения предельной сдвигающей силы, способствующей отклонению машины от заданного курса.

Применение практических рекомендаций и технических решений при проектировании конкретных образцов гусеничной техники (акты внедрения) позволяют не только спрогнозировать траекторию движения машинно-тракторного агрегата, но и модернизировать систему управления, включая автоматическое управление беспилотных транспортных средств.

6. Общая характеристика, структура и объем работы

Диссертационная работа изложена на 114 страницах машинописного текста и включает 61 иллюстрацию, 17 таблиц и 48 формул. Она состоит из: введения, пяти глав, заключения, библиографического списка (176 наименований) и 2 приложения.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель исследования, научная новизна полученных результатов, их теоретическая и практическая значимость, указаны методы исследования, апробация полученных результатов и представлена структура диссертации.

В первой главе выполнен обзор научных исследований по теме курсовой устойчивости тракторных агрегатов и предлагаемых решений для ее повышения; рассмотрены методики исследования криволинейного движения гусеничных машин; приведён анализ существующих подходов к описанию силовых факторов в контакте гусеничного движителя с грунтом.

Вторая глава посвящена теоретическим исследованиям. Представлена математическая модель силового взаимодействия тракторного агрегата с грунтом посредством движителя и рабочего орудия. Силовые факторы в контакте движителя с грунтом записаны на основе математической теории трения с учётом анизотропии и упругих свойств грунта. По условиям предельного равновесия построен годограф предельной сдвигающей силы и определен мгновенный радиус кривизны траектории. На основе уравнений движения построены траектории движения тракторного агрегата с учетом неуправляемого отклонения под действием сдвигающей силы со стороны рабочего орудия.

В третьей главе представлена методика проведения и результаты экспериментальных исследований по определению предельного значения сдвигающей силы. На примере трактора Т-10 были проведены натурные испытания для семи различных направлений внешней силы. По результатам эксперимента построен годограф сдвигающей силы и проведено сравнение с теоретическими результатами.

В четвёртой главе представлена методика проведения и результаты натурных экспериментов по оценке курсовой устойчивости тракторного агрегата. Проведено шесть опытов движения гусеничного тракторного агрегата с внецентренным внешним воздействием с замером траектории его движения. Проведена оценка адекватности математической модели.

В пятой главе даны практические рекомендации и технические решения по внедрению результатов исследования на производства (проведены расчёты прогнозируемых траекторий движения серийных машинно-тракторных агрегатов с оборотными плугами; представлены зарегистрированные программные комплексы для оценки неуправляемого отклонения; представлена конструкция тензометрической рамы для контроля внешней силы со стороны рабочего орудия; даны предложения по модернизации автоматической системы управления движением).

В заключении приводятся результаты и выводы, полученные в ходе диссертационного исследования.

7. Соответствие паспорту научной специальности

Диссертационная работа Жакова Андрея Олеговича «Оценка курсовой устойчивости прямолинейного движения гусеничного трактора путем учета силового влияния со стороны рабочего орудия» соответствует паспорту научной специальности 2.5.11 – Наземные транспортно-технологические средства и комплексы, в частности пунктам: 5. «Математическое моделирование рабочих процессов транспортно-технологических средств, в том числе в их узлах, механизмах, системах и технологическом оборудовании при взаимодействии с опорной поверхностью и с рабочими средами (объектами).» 7. «Процессы взаимодействия с рабочей средой механизированного навесного, прицепного и другого технологического оборудования наземных транспортно-технологических средств и их комплексов. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертационной работы и отражает основные результаты, полученные в процессе её выполнения.

8. Анализ публикаций автора по теме исследования

По теме диссертации опубликовано 13 научных трудов, в том числе: 3 статьи в журналах из перечня рекомендованного ВАК, 4 статьи в зарубежных изданиях, индексируемых в базе Scopus и 2 свидетельства РФ о регистрации программ для ЭВМ.

9. Замечания к содержанию работы

9.1 В автореферате указано о наличии зависимости между силой и моментом в контакте движителя с грунтом. Однако выводы на основе оценки результатов моделирования, приведенные на стр.7 автореферата, не подтверждены экспериментальными исследованиями.

9.2 Не ясно, какой физический смысл вкладывает автор в понятие «мгновенный центр скольжения». Почему не используется понятие «мгновенный центр поворота» и соответствующие математические выражения, учитывающие коэффициенты буксования (юз)?

9.3 Рисунок 2 и формула (3) в автореферате (стр. 37-38, рис 2.9. и формула 2.25 в диссертации). Принята линейная зависимость коэффициента сцепления от буксования – рассматривается только участок OA, но по тексту максимальное значение буксования принято 100%, которое лежит на участке AC с существенной нелинейностью.

9.4 Стр. 51-52, рисунок 3.2 диссертации. По тексту объектом исследований является трактор ЧТЗ Т-10, массой 24,24 тонны. На рисунке 3.2. изображен гусеничный фронтальный погрузчик.

9.5 Замечание по главе 5 «Практическое применение результатов исследования». Не ясно, на основе какого алгоритма обеспечивается управление курсовой устойчивостью трактора с учетом измерения внешней нагрузки.

10. Заключение

На основании изложенного считаю, что диссертация соответствует п. 9 — 14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ No 842 от 24.09.2013 к кандидатским диссертациям.

Диссертация Жакова Андрея Олеговича «Оценка курсовой устойчивости прямолинейного движения гусеничного трактора путем учета силового влияния со стороны рабочего орудия» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно и на достаточном уровне.

Диссертация Жакова Андрея Олеговича удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК Российской Федерации к кандидатским диссертациям, а ее автор Жаков Андрей Олегович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.11 – Наземные транспортно-технологические средства и комплексы, в частности следующим пунктам.

Генеральный директор
ООО «Международная инжиниринговая
компания по разработке новой техники»
кандидат технических наук по
специальности 05.05.03 - Колёсные и
гусеничные машин
428028, Россия, г. Чебоксары, пр.
Тракторостроителей, д.101
тел. 8(8352)30-73-59,
e-mail: mv.vaznikov@tplants.com

Вязников Максим Валерьевич
07.05.2024

