



Министерство науки и высшего
образования
Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования

**«Алтайский государственный
технический университет
им. И.И. Ползунова» (АлтГТУ)**

пр-т Ленина, 46, г. Барнаул, 656038

Телефон: (3852) 29-07-10

Факс: (3852) 36-78-64

E-mail: politech@altgtu.ru

http://www.altstu.ru

ОКПО 02067824

ОГРН 1022201517854

ИНН/КПП 2224017710/222401001

03.06.2024 № Исход-52-1311

Г 1
УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной и
инновационной работе ФГБОУ ВО
«АлтГТУ им. И.И. Ползунова»,
кандидат химических наук, доцент

Беушев А.А.

«24»

2024 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова» на диссертационную работу

Жакова Андрея Олеговича

«Оценка курсовой устойчивости прямолинейного движения гусеничного
трактора путем учета силового влияния со стороны рабочего орудия»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности

2.5.11 – «Наземные транспортно-технологические средства и комплексы»

1. Актуальность темы исследования

При выполнении рабочих и технологических операций, вследствие взаимодействия рабочего орудия с грунтом, на остов трактора передается тяговое сопротивление, направленное под углом к продольной плоскости машины. Воздействие данного сопротивления, в частном случае, приводит к неуправляемому отклонению трактора от прямолинейного движения. Последнее, в свою очередь, способствует снижению эффективности рабочего процесса. Представленная автором диссертационная работа направлена на исследование причины неуправляемого отклонения от прямолинейного курса при работе машинно-тракторного агрегата. Поэтому исследования,

посвященные устранению данного явления, представляют практическую ценность. Учитывая стремительное развитие беспилотных транспортных средств, полученные результаты исследований могут быть в дальнейшем использованы в системах автоматического управления движением.

Таким образом, диссертационная работа, направленная на разработку методов оценки силового влияния со стороны рабочего орудия на курсовую устойчивость гусеничного трактора при выполнении рабочих операций, является актуальной и имеет перспективы к дальнейшему развитию.

2. Научная новизна диссертационной работы

Основными составляющими научной новизны диссертации являются:

1. Подход к изучению движения тракторного агрегата при выполнении технологических операций, представляющий совокупность прямолинейного управляемого движения и неуправляемого отклонения (сдвига) под действием внешних сил;

2. Математическая модель движения машинно-тракторного агрегата с учетом силового воздействия со стороны рабочего орудия, позволяющая прогнозировать траекторию движения с учетом неуправляемого отклонения от заданного прямолинейного курса;

3. Результаты экспериментальных исследований по определению значений предельной сдвигающей силы в зависимости от линии ее действия.

3. Теоретическая и практическая значимость полученных результатов

Теоретическая значимость работы заключается в:

1. В обосновании применения математической теории трения при описании силовых факторов в контакте движителя с грунтом в задаче неуправляемого мгновенно вращательного сдвига;

2. В разработке методики определения предельного значения внешней сдвигающей силы для известной линии ее действия на основе построения ее годографа;

3. В разработке методики расчета траектории движения гусеничного трактора с учетом внешних сил со стороны рабочего орудия, позволяющая оценить величину бокового отклонения машины от прямолинейного курса за счет неуправляемого сдвига.

Практическая значимость работы заключается:

1. В разработке программных комплексов, позволяющих вычислить значения предельной сдвигающей силы и спрогнозировать траекторию движения машинно-тракторного агрегата;

2. В практических рекомендациях по внедрению в производство тензометрической каретки для фиксации внешних сил со стороны рабочего орудия, позволяющей модернизировать систему автоматического управления движением.

4. Личный вклад автора

По теме диссертации опубликовано 13 статей в российских (3 статьи в журналах из перечня рекомендованного ВАК) и зарубежных (4 статьи, индексируемых в базе Scopus) научных изданиях. При участии автора разработаны и получены 2 свидетельства Российской Федерации о государственной регистрации программ для ЭВМ. Во всех представленных публикациях отмечается авторский вклад. Таким образом, на основании анализа содержания публикации, можно утверждать, что научная новизна диссертационной работы и все выносимые на защиту положения отражают личный вклад соискателя в проведенных научных исследованиях.

5. Структура, объем и краткая характеристика работы

Диссертационная работа состоит из: введения, пяти глав, заключения, библиографического списка, включающего 176 наименований, и приложения. Работа изложена на 110 страницах основного текста и включает в себя: 63 иллюстрацию, 19 таблиц и 47 формул.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цели и задачи исследования, указана научная новизна полученных результатов, их теоретическая и практическая ценность.

В первой главе рассматривается вопрос, связанный с актуальностью исследования курсовой устойчивости прямолинейного движения колесных и гусеничных тракторов при выполнении рабочих и технологических операций. Отмечается негативное влияние на производительность труда внецентренной силы сопротивления, создаваемой рабочим орудием при взаимодействии с грунтом. Проводится анализ предшествующих работ по теме исследования и обзор конструктивных решений по устранению неуправляемого отклонения от заданной траектории. По результатам проделанной работы сформулированы цели и задачи исследования.

Во второй главе приводится теоретическая часть исследования. Составлена математическая модель, описывающая движение машинно-тракторного агрегата с учетом сопротивления со стороны рабочего орудия. Приводится анализ влияния анизотропного взаимодействия гусеничного движителя с грунтом на силовые факторы в пятне контакта. Представлена траектория движения центра масс трактора с учетом неуправляемого

отклонения от заданного курса. Отмечается, что учет анизотропии взаимодействия гусеницы с грунтом позволяет уточнить значения предельной сдвигающей силы до 20% в продольном направлении и до 7% в поперечном.

В третьей главе приводятся результаты первого этапа эксперимента. В ходе испытаний на полигоне определен коэффициент сопротивления перекачиванию, коэффициент сцепления движителя с грунтом и исследовано влияние сдвигающей силы, действующей на трактор, при различных углах ее приложения. Показано, что математическая модель имеет хорошую сходимость с экспериментальными данными при учете анизотропии взаимодействия движителя с грунтом в продольном и поперечном направлениях. Подтверждено, что уточненная математическая модель предельного сдвига улучшила сходимость на 12%.

В четвертой главе представлены результаты второго этапа эксперимента. Выполнен замер отклонения траектории трактора от прямолинейной движения при воздействии внешней нагрузки. По результатам работы установлена погрешность теоретических и экспериментальных значений и сделан вывод о достоверности разработанной математической модели. Расхождение между расчетными и экспериментальными значениями не превысило 5,5%.

В пятой главе представлены практические рекомендации и техническое решение, выполнены расчёты траекторий движения серийно выпускаемых сельскохозяйственных тракторных агрегатов с оборотными плугами, подтверждающие неуправляемое отклонение, представлена конструкция тензометрической рамы для контроля внешней силы со стороны рабочего орудия, даны рекомендации по использованию программного комплекса, позволяющего прогнозировать траекторию движения.

В заключении приводятся результаты и выводы, полученные в ходе диссертационного исследования, из чего следует, что поставленные задачи в результате выполнения работы решены и дана оценка силового влияния со стороны рабочего орудия на курсовую устойчивость гусеничного трактора при выполнении рабочих операций.

Материалы автореферата полностью отражают содержание диссертации, охватывают все её разделы и отвечают требованиям ВАК РФ. Диссертация и автореферат написаны ясным, грамотным научным языком.

6. Соответствие диссертации 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 3, 5 и 7.

7. Вопросы и замечания по содержанию диссертации

При общей положительной оценке диссертационной работы необходимо отметить ряд замечаний:

1. Вследствие принятых допущений при описании математической модели в главе 2 возникает вопрос: возможно ли применение разработанной математической модели для прогнозирования траектории трактора при вспашке почвы на достаточно протяженном участке. Например, при длине гона 500 м, 1000 м, ...?

2. В главе 5 при расчете тягового сопротивления плуга по формуле Горячкина (5.2) рабочая скорость трактора при пахоте принимается 10 м/с, что не соответствует технологическим требованиям и превышает возможные теоретические скорости движения рассматриваемых сельскохозяйственных гусеничных тракторов.

3. По результатам расчета траекторий движения серийно-выпускаемых сельскохозяйственных тракторных агрегатов с оборотными плугами (рисунки 5.4-5.6) не сделаны выводы о том, почему плугу, создающему меньшее тяговое сопротивление соответствует большее отклонение от прямолинейной траектории.

4. В главе 4 результаты эксперимента аппроксимируются полиномом третьего порядка. В тексте указано, что «использование полиномов третьего порядка подтверждает, что радиус кривизны траектории является величиной переменной». Какой критерий позволяет сделать вывод о том, что от выбора вида аппроксимирующей функции можно однозначно установить переменный или постоянный радиус кривизны траектории?

5. При рассмотрении работ, посвященных взаимодействию гусеничного движителя с почвой, не сделан анализ работ:

- Васильев, А.В. Влияние конструктивных параметров гусеничного трактора на его тягово-сцепные свойства / А.В. Васильев, Е.Н. Докучаева, О.Л. Уткин-Любовцов. – М.: Машиностроение, 1969. – 192 с.;

- Ксеневич, И.П. Ходовая система – почва – урожай / И.П. Ксеневич, В.А. Скотников, М.И. Ляско. М.: Агропромиздат, 1985. – 304 с..

Вышеизложенные замечания не снижают значимости полученных результатов и общей положительной оценки диссертационной работы.

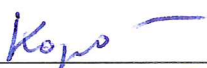
ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассматриваемая диссертация является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена научная задача по оценке курсовой устойчивости гусеничного машинно-тракторного агрегата при выполнении технологических операций при внешнем воздействии со стороны рабочего орудия.


Диссертационная работа содержит новые научные результаты и положения, соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – Жаков Андрей Олегович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.11 – «Наземные транспортно-технологические средства и комплексы».

Отзыв обсужден и утверждён на заседании кафедры «Наземные транспортно-технологические системы» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова» (протокол №2 от 24 мая 2024 года).

Заведующий кафедрой «Наземные транспортно-технологические системы» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», доктор технических наук, доцент


_____ Коростелев Сергей Анатольевич
24.05.2024

Заместитель заведующего кафедрой «Наземные транспортно-технологические системы» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»


_____ Горбачев Александр Владимирович.
24.05.2024

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Адрес организации: 656038, г. Барнаул, проспект Ленина, д. 46.

Адрес электронной почты: politech@altgtu.ru.

Рабочий телефон: +7 (3852) 29-07-06

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ
ВЕД. СПЕЦИАЛИСТ ПО
КАДРАМ, Ч. М. САРТАКОВ

