



УТВЕРЖДАЮ:

Ректор ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ,

кандидат технических наук, доцент

В.А. Цепляев

«11» июня 2024 г.

## ОТЗЫВ

ведущей организации – федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ) на диссертацию Новикова Алексея Евгеньевича на тему «Улучшение поворачиваемости машинно-тракторного агрегата за счет совершенствования задней навесной системы», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

### Актуальность темы исследований

В настоящее время расширение посевных площадей в сельскохозяйственных предприятиях Российской Федерации возможно путем освоения неиспользуемых многопрофильных полей малых и средних размеров. При работе машинно-тракторных агрегатов (МТА) на таких полях суммарный путь на повороты в конце гона может достигать 40 % от общего пути агрегата. При выполнении криволинейного движения на поворотах МТА на заднюю навесную систему трактора с навешенным сельскохозяйственным оборудованием увеличиваются инерционные силы, которые способствуют смещению МТА с требуемой траектории и заносу задней части трактора, вследствие чего увеличиваются радиус поворота, расход топлива, количество воздействий оператора на органы управления, ухудшается его психофизическое состояние. Все это отрицательно влияет на качество выполнения технологической операции и производительность агрегата.

Поэтому важнейшее значение для сохранения высокого уровня ресурсосбережения и обеспечения необходимого качества выполнения сельскохозяйственных работ приобретает поиск путей по улучшению управляемости и повышению устойчивости трактора с задним навесным оборудованием.

В связи с изложенным, диссертационная работа Новикова А.Е., направленная на улучшение поворачиваемости машинно-тракторного агрегата за счет совершенствования задней навесной системы, является актуальной.



## **Значимость полученных автором диссертации результатов для развития науки в инженерной сфере АПК**

Для науки значимыми являются:

- полученные в параметрической форме уравнения для определения текущих координат криволинейной траектории движения кинематического центра колесного трактора при входе в поворот, которые позволяют провести расчет значений координат, а методом нелинейной аппроксимации массива этих координат – выбрать для траектории функцию явного вида;

- аналитическая зависимость для описания кривой траектории поворота МТА, которая дает возможность рассчитать отклонения агрегата от заданной траектории при выполнении маневра поворота, дополняющая теорию криволинейного движения МТА.

Значимыми практическими результатами являются:

- усовершенствованная конструкция задней навесной системы, позволяющая улучшить поворачиваемость МТА, снизить ускорения в базовых точках навесного оборудования и усилия в тягах заднего навесного устройства трактора при повороте;

- программные модули, которые позволяют выполнить расчет и выбор рациональных величин эксплуатационных параметров, кинематических и динамических характеристик навесного МТА в автоматизированном режиме на персональном компьютере.

Научная и практическая новизна диссертации, её основные результаты подтверждаются публикациями в открытой печати, в том числе в ведущих рецензируемых научных изданиях, доступных широкому кругу специалистов и ученых.

## **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационного исследования**

Предложенные методики определения теоретической и действительной траекторий движения в дальнейшем могут быть использованы научными и конструкторскими организациями для оценки параметров криволинейного движения трактора и поиска путей по их улучшению.

Результаты представленных научных исследований целесообразно использовать предприятиям и заводам-изготовителям при разработке новых или модернизации существующих конструкций навесных систем тракторов



для снижения негативного воздействия агрегируемого оборудования на трактор.

Перспективы дальнейшей разработки темы – это исследования по выбору и обоснованию материалов с рациональными упругими и диссипативными характеристиками и адаптация их в узлах навесной системы трактора.

### **Оценка содержания диссертации в целом**

Диссертационная работа состоит из введения, пяти разделов, включающих 42 рисунка и девять таблиц, заключения, списка литературы из 164 наименований, восьми приложений. Объем диссертации с приложениями – 173 страницы.

**Во введении** обоснована актуальность темы, приведена степень ее разработанности, определены объект и предмет исследования, сформулированы цель и задачи исследований, научная новизна, изложены теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы исследований, положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация результатов, отражены личный вклад соискателя, количество публикаций соискателя по теме диссертации, структура и объем диссертационной работы.

В первом разделе **«Обзор, анализ и обобщение результатов исследований в области совершенствования навесных машинно-тракторных агрегатов»** выполнен анализ конструкций навесных систем, дана оценка влияния навесного оборудования на процесс криволинейного движения МТА, проведен обзор известных исследований поворачиваемости колесных машин, приведены критерии ее оценки.

Выявлено, что одним из важнейших эксплуатационных свойств любого МТА, работающего в условиях рыхлых деформируемых грунтов, влияющих на производительность и экономичность, является поворачиваемость, для оценки которой используются критерии, относящиеся к устойчивости движения и управляемости.

Установлено, что вероятным решением проблемы снижения динамической нагрузки со стороны навесного оборудования на трактор при криволинейном движении является применение упругой связи между ними посредством встроенных без нарушения исходной конструкции в боковых элементах навесной системы упругих элементов.

Во втором разделе **«Теоретическая оценка кинематических характеристик криволинейного движения машинно-тракторного агрегата»** предложена методика определения теоретической и действительной траекторий криволинейного движения МТА, которая позволяет аналитически описать действительную траекторию движения МТА, а изменяя поступательную



скорость движения и угловую скорость поворота управляемых колес – определить параметры, необходимые для выполнения беспетлевого поворота.

Получены значения, постоянные для принятых конструктивных и эксплуатационных условий движения, корректирующих коэффициентов сдвига и не зависящие от скорости поступательного движения колесного трактора.

Установлено, что уменьшение силового воздействия на колеса трактора со стороны навесного оборудования возможно за счет установки упругих полиуретановых элементов в местах сочленения трактора с оборудованием, что также, в свою очередь позволит устранить асимметрию передачи нагрузки от силы тяжести оборудования на навесное устройство трактора, которая возникает ввиду неплотного прилегания между соединительной рамкой оборудования и треугольником на тракторе, и устранить неравномерное распределение крутящих моментов по колесам.

Анализ результатов расчетов по полученным аналитическим функциям явного вида для описания теоретической и действительной кривых траектории поворота МТА подтвердил целесообразность использования упругих элементов в местах сочленения трактора с оборудованием, так как отклонение действительной траектории от теоретической при базовой комплектации по высоте поворотной полосы больше на 1,6...2,25 м, а при модернизированной – на 0,6...1,13 м, длина траектории поворота при этом уменьшается на 1,9...3,14 м.

В третьем разделе **«Программа и методика экспериментальных исследований»** разработаны методики лабораторных и полевых испытаний для получения необходимых опытных данных для моделирования процесса криволинейного движения МТА.

Обоснована методика проведения полевых исследований трактора или МТА, отличающаяся тем, что вращение рулевого колеса осуществляется при помощи системы автоматизированного рулевого управления AutoTrac Universal-300, что позволяет исключить влияние водителя как управляющего звена.

Для выполнения программы экспериментальных исследований на тракторе был смонтирован комплекс датчиков и регистрирующих устройств для контроля и фиксации величин необходимых параметров.

Реализован способ определения траектории криволинейного движения МТА с помощью навигационной системы Starfire-3000, адаптированной для трактора Беларус-1221.2, позволяет получить ее координаты с высокой точностью.

В четвертом разделе **«Результаты экспериментальных исследований и их анализ»** приведены результаты и анализ экспериментальных исследо-



ваний по применению модернизированной навесной системы на тракторе Беларус-1221.2.

Установлено, что заднее навесное оборудование оказывает значительное влияние на процесс криволинейного движения МТА. Отклонение в сторону увеличения действительной траектории навесного МТА Беларус-1221.2+СТВ-12 достигает 2,6...2,9 м (23,17...26,4 %) по оси  $x$  и 1,57...2,18 м (21,31...22,96 %) по оси  $y$  по сравнению с одиночным трактором.

Применение модернизированной задней навесной системы трактора Беларус-1221.2 позволяет приблизить действительную траекторию движения МТА к требуемой. Получено уменьшение предельных значений абсциссы на 1,4...1,61 м (12,3...14,45 %) и ординаты на 1,08...1,47 м (13,77...15,45 %) поворотной полосы для МТА с модернизированной навесной системой в сравнении с базовой. При этом снижаются величины усилия в тягах навесного устройства на 24...27 % и ускорения в базовых точках навесного оборудования – на 51...59 %.

В пятом разделе **«Экономическая эффективность применения опытной конструкции навесной системы на тракторе Беларус-1221.2»** дана оценка эффективности применения модернизированной навесной системы на тракторе Беларус-1221.2 за счет уменьшения длины траектории движения МТА на поворотной полосе и повышения производительности ввиду сокращения времени, необходимого для выполнения технологической операции, при сопоставлении затрат от использования модернизированной навесной системы по сравнению с базовым вариантом.

Установлено, что внедрение модернизированной навесной системы трактора Беларус-1221.2 целесообразно, так как позволяет получить годовой экономический эффект в размере 15770 рублей, срок окупаемости инвестиций составляет 0,31 года, что значительно меньше срока службы трактора.

**В заключении** представлены выводы, рекомендации производству и перспективы дальнейшей разработки темы.

### **Обоснованность и достоверность результатов**

Основные положения, научные результаты, выводы и рекомендации диссертационной работы Новикова А.Е., направленные на повышение устойчивости и управляемости криволинейного движения МТА за счет применения модернизированной навесной системы и обеспечения на этой основе рационального использования ресурсов, сохранения плодородия почвы и увеличения урожайности сельскохозяйственных культур, являются обоснованными и имеют научную новизну.



Обоснованность, представленных в работе научных положений, выводов и рекомендаций обусловлена глубиной проведенного автором анализа, обеспечена использованием в качестве ее исходной теоретической основы фундаментальных работ российских и зарубежных ученых и принятых в данном научном направлении методов исследований.

Достоверность результатов и выводов, полученных в диссертации, обеспечивается применением общенаучных методов и приемов. Экспериментальные исследования выполнены на сертифицированном современном оборудовании по апробированным методикам. Сходимость теоретических и экспериментальных данных позволяет говорить об адекватности предложенных математических моделей и не противоречит фактам, известным из специальной литературы.

На основании анализа теоретических и экспериментальных исследований сформулировано заключение диссертационной работы, включающее в себя девять выводов, рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы.

Использование результатов исследований на производстве подтверждается актами внедрения. Материалы диссертации отражены в 27 научных работах, в том числе пять статей – в ведущих рецензируемых научных изданиях, в которых должны быть опубликованы результаты диссертаций; четыре патента на полезные модели; четыре свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. Опубликованные материалы по результатам исследований достаточно полно отражают основное содержание диссертации.

Диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Содержание автореферата соответствует предъявляемым требованиям и достаточно полно отражает основные положения и научные результаты диссертации, выносимые на защиту.

### **Замечания по диссертационной работе**

1. Не ясно, почему автор диссертационной работы принял за кинематический центр машинно-тракторного агрегата, в состав которого входит трактор Беларус-1221 с колесной формулой 4К4, середину заднего моста (с. 48 диссертации)?



2. В разделе 2 диссертационной работы (с. 58) дан корректирующий коэффициент сдвига теоретической траектории только для одного состава машинно-тракторного агрегата – Беларус-1221 + СТВ-12.

3. В разделе 3 «Программа и методика экспериментальных исследований» не обоснован выбор навесного оборудования, используемого при проведении исследований (плуг ПЛН-4-35 и сеялка СТВ-12).

4. В разделе 3 не указан агротехнический фон участков поля, на которых планировалось выполнение полевых экспериментальных исследований.

5. В методике испытаний машинно-тракторного агрегата на поворачиваемость записано, что «после разгона по прямой осуществляется равномерное вращение рулевого колеса до упора управляемых колес вправо или влево» (с. 82), но при этом не учтено, что минимально допустимый радиус поворота агрегата выбирается с учетом ряда условий, в частности, отсутствия опасных сближений звеньев агрегата.

6. На рис. 3.14 и 3.15 диссертации (с. 89) приведены осциллограммы тензометрирования процессов криволинейного движения МТА, но не указано, каким конкретным эксплуатационным условиям они соответствуют.

7. Не ясно, для каких составов МТА представлены графики зависимостей длины траектории движения кинематического центра МТА с базовой навесной системой (рис.4.5 и 4.6 на с. 103)?

8. Не ясно, почему автором при определении абсцисс и ординат траектории движения посевного агрегата Беларус-1221 + СТВ-12 выбрана максимальная скорость 2,6 м/с, если по технической характеристике рабочая скорость движения сеялки точного высева СТВ-12 не должна превышать 2,22 м/с (8 км/ч)?

9. Не проведены испытания предложенной конструкции модернизированной навесной системы на надежность.

10. Не рассмотрен вопрос влияния модернизированной навесной системы на качество выполнения технологических операций.

11. Не ясен геометрический параметр поворотной полосы – высота поворотной полосы.

### **Заключение**

Диссертационная работа Новикова Алексея Евгеньевича на тему «Улучшение поворачиваемости машинно-тракторного агрегата за счет совершенствования задней навесной системы» является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения по совершенствованию навесных систем тракто-

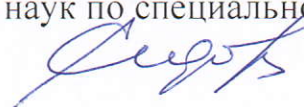


ров, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие сельского хозяйства России.


Считаем, что диссертационная работа соответствует критериям, изложенным в пунктах 9, 10, 11, 13 и 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор Новиков Алексей Евгеньевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Диссертационная работа, автореферат диссертационной работы и отзыв ведущей организации на диссертационную работу рассмотрены на расширенном заседании кафедры «Эксплуатация и технический сервис машин в АПК» ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, протокол № 12 от 11 июня 2024 г.

Заведующий кафедрой «Эксплуатация и технический сервис машин в АПК», кандидат технических наук по специальности 05.20.01, доцент

 Седов Алексей Васильевич

Профессор кафедры «Эксплуатация и технический сервис машин в АПК», доктор сельскохозяйственных наук по специальности 05.20.01, профессор, Заслуженный работник высшей школы РФ, Почетный работник высшего профессионального образования РФ

 Ряднов Алексей Иванович

Почтовый адрес: 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26.  
Официальный сайт: [www.volgau.com](http://www.volgau.com); телефон: +7(8442)41-17-84;  
факс: +7(8442)41-10-85; e-mail: [volgau@volgau.com](mailto:volgau@volgau.com).

