

Шуравин А.А., Маршанин Е.В., Беляков Д.В., Михайлов А.В., Кузнецов Е.Е., Щитов С.В.,
Самуйло В.В. Результаты исследований по обеспечению продольной устойчивости
колёсного энергетического средства

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

ГРНТИ 68.85.87

УДК 631.372:629.114.2

Результаты исследований по обеспечению продольной устойчивости колёсного энергетического средства

*Шуравин А.А., Маршанин Е.В., Беляков Д.В., Михайлов А.В., Кузнецов Е.Е.,
Щитов С.В., Самуйло В.В.*

Дальневосточный государственный аграрный университет

Аннотация

Для повышения тягово-сцепных свойств колёсного энергетического средства одним из классических решений является реализация всей весовой нагрузки, приходящейся на его движители. Наиболее рациональный и применяемый способ в тракторостроении – колёсная формула 4К4, которая позволяет максимально вес трактора реализовывать в сцепной. Особенно это актуально при выполнении транспортных работ в условиях, когда реализация тягово-сцепных свойств во многом зависит от состояния основания, по которому происходит движение. При передвижении транспортного агрегата по горизонтальной поверхности также известны и широко используются различные дополнительные способы повышения тягово-сцепных свойств, часто используемыми из которых являются установка дополнительных грузов и увеличение площади контакта движителя с основанием, по которому движется энергетическое средство (сдвоенные колёса, полугусеничный ход и т.д.). В то же время при выполнении транспортных операций по дорогам, имеющим значительный продольный уклон (подъём или спуск) эти способы повышения сцепного веса не всегда эффективны вследствие неустойчивого характера движения.

В настоящей статье представлены экспериментальные исследования по повышению продольной устойчивости тракторно-транспортного агрегата (ТТА) за счёт использования оригинального буксирно-распределяющего устройства, позволяющего одновременно корректировать продольную устойчивость энергетического средства за счёт перераспределения сцепного веса, заложенного в характеристиках конструкции, в системе тракторно-транспортного агрегата при его движении.

Шуравин А.А., Маршанин Е.В., Беляков Д.В., Михайлов А.В., Кузнецов Е.Е., Щитов С.В.,
Самуйло В.В. Результаты исследований по обеспечению продольной устойчивости
колёсного энергетического средства

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

Ключевые слова: КУРСОВАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ, СТАБИЛИЗАЦИЯ,
ТРАКТОРНО-ТРАНСПОРТНЫЙ АГРЕГАТ, БУКСИРНО-РАСПРЕДЕЛЯЮЩЕЕ
УСТРОЙСТВО, ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Введение

С целью повышения продольной устойчивости колёсных энергетических средств (тракторов) производителями предлагается использовать дополнительные грузы, которые позволяют увеличивать сцепной вес, приходящейся на движители энергетического средства [1-3]. Эти грузы обычно закрепляют на дисках задних ведущих колёс, а также на передней части самого энергетического средства, но встречаются и другие компоновки балластирования трактора [1, 2]. Этот способ позволяет у тракторов со всеми ведущими колёсами повесить вертикальную нагрузку, приходящуюся на движители, а также улучшить управляемость, курсовую и тракторную устойчивость [4-6] энергетического средства в повороте [7].

В то же время рассматриваемый способ будет не всегда эффективен при движении по дорогам, имеющим продольный уклон, особенно у тракторно-транспортных агрегатов [1-3]. Это обусловлено тем, что, при движении на подъём прицеп будет дополнительно догружать заднюю часть трактора и за счёт возникновения момента относительно задних колёс трактора произойдёт снижение нагрузки, приходящейся на передние управляемые колёса. Снижение нагрузки, приходящейся на передние управляемые колёса снизит управляемость всего тракторно-транспортного агрегата и может привести к галопированию и переворачиванию ТТА в движении [1, 2].

Таким образом, в соответствии с вышесказанным напрашивается вывод, что при движении по дорогам, имеющим продольный уклон, с целью стабилизации нагрузки, приходящейся на передние управляемые колёса, необходим инженерный и патентный поиск в целях предложения актуального конструкторского решения, позволяющего разрешить исследуемую техническую задачу.

В рамках научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, проведённых в соответствии с темой 8-«Мобильная энергетика» ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, номер государственной регистрации № 121022000099-61 предложена конструкция буксирно-распределяющего устройства по патенту РФ № 2753047 [8], результаты

Шуравин А.А., Маршанин Е.В., Беляков Д.В., Михайлов А.В., Кузнецов Е.Е., Щитов С.В.,
Самуйло В.В. Результаты исследований по обеспечению продольной устойчивости
колёсного энергетического средства

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

экспериментальных данных которого и определяющие параметры его воздействия на курсовую и продольную устойчивость за счёт перераспределения сцепного веса в схеме ТТА, изложены в предлагаемой статье.

Результаты исследований

Ранее проведенными исследованиями установлено [9-13], что для нормальной управляемости любого колёсного энергетического средства на передний ведущий мост должно приходиться не менее 22...26 % от всего сцепного веса энергетического средства. Также отмечено, что при движении ТТА на подъём (в зависимости от угла подъёма), за счёт возникающего переворачивающего момента относительно задних колёс, эта величина значительно ниже, что затрудняет его управляемость, увеличивая опасность переворота энергетического средства [14].

На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований было разработано и широко апробировано устройство, как отмечено ранее, позволяющее устранить данный недостаток. Общее устройство и принцип взаимодействия элементов конструкции более подробно описаны в ранее опубликованной по исследуемой тематике научной работе [15, 16].

При проведении эксперимента, с целью определения параметров вертикального смещения балки переднего моста относительно поверхности при воздействии рассматриваемого устройства были проведены опытные исследования. Для фиксации параметров амплитудных отклонений использовался заранее откалиброванный электронный цифровой инклинометр BWT901CL, ранее не применявшийся для подобного рода исследований, основные фиксируемые характеристики которого указаны на рис. 1.

Точки установки прибора и фрагменты проведения экспериментальных исследований представлены на рис. 2 и 3.

Шуравин А.А., Маршанин Е.В., Беляков Д.В., Михайлов А.В., Кузнецов Е.Е., Щитов С.В.,
Самуйло В.В. Результаты исследований по обеспечению продольной устойчивости
колёсного энергетического средства

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»



Рис. 1. Цифровой инклинометр с указанием осей вращения



Рис. 2. Фрагмент проведения исследований по определению вертикального смещения переднего моста трактора в движении



Рис. 3. Фрагмент проведения исследований по определению колебаний управляемого моста трактора с экспериментальным ТСУ в повороте

В качестве объекта исследований был взят колёсный трактор класса 1,4 с прицепом 2ПТС-4. Выбор трактора и прицепа обусловлен тем, что принятый тракторно-транспортный агрегат нашёл широкое применение в крестьянско-фермерских хозяйствах (КФХ) Амурской области. На долю тракторов данного класса в области приходится свыше 64% от всех используемых в сельском хозяйстве региона.

Исследования проводились в наиболее неблагоприятное время года использования ТТА в сельском хозяйстве, а именно в зимний период. В этот период наблюдается явное снижение тягово-сцепных свойств транспортного агрегата, так как движение происходит по снежному покрову, наледям при наличии гололёда (рис. 4).

Шуравин А.А., Маршанин Е.В., Беляков Д.В., Михайлов А.В., Кузнецов Е.Е., Щитов С.В.,
Самуйло В.В. Результаты исследований по обеспечению продольной устойчивости
колёсного энергетического средства

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»



Рис. 4. Фрагмент проведения полевых испытаний трактора с экспериментальным ТСУ в зимний период

В результате проведенных исследований по определению вертикальных смещений переднего ведущего моста ТТА получены следующие результаты приведенные на рис. 5.

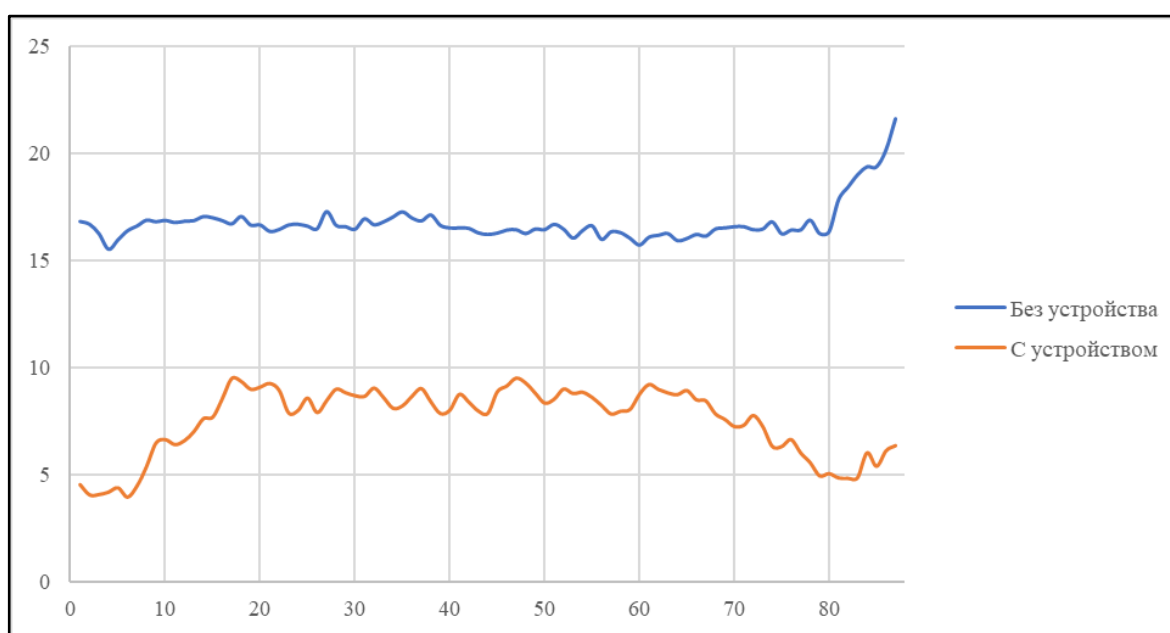


Рис. 5. График вертикальных колебаний управляемого моста трактора при проведении экспериментальных исследований

Как показали проведенные экспериментальные исследования, вертикальные колебания переднего моста, а следовательно, и изменение нагрузки на передний управляемый мост наблюдается как у серийного, так и у ТТА (рис. 5).

Как показывают полученные результаты, вертикальные колебания у серийного ТТА составляют от 0,17 м до 0,23 м, а у экспериментального тракторно-транспортного агрегата с установленным устройством от 0,04 м до 0,065 м при отклонениях от центральной оси трактора в одинаковых условиях движения на выбранном участке дороги. Более наглядно полученные данные представлены на рис. 6.

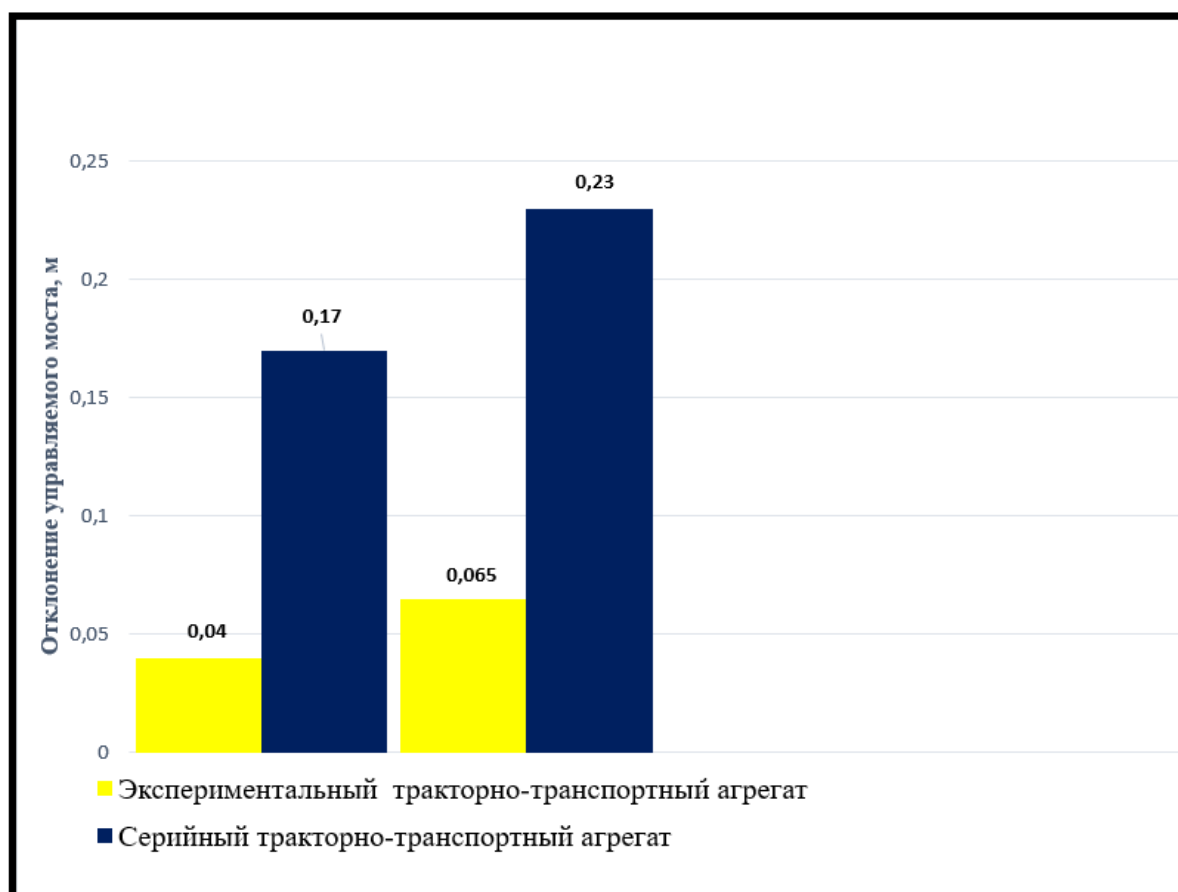


Рис. 6. Диаграмма результатов экспериментальных исследований

В связи с этим полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что использование устройства предложенной конструкции снижает вертикальные колебания переднего управляемого моста по сравнению с серийным ТТА (рис. 5 и 6).

Шуравин А.А., Маршанин Е.В., Беляков Д.В., Михайлов А.В., Кузнецов Е.Е., Щитов С.В.,
Самуйло В.В. Результаты исследований по обеспечению продольной устойчивости
колёсного энергетического средства

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

Результаты и обсуждение

На основании полученных экспериментальных исследований (рис. 5 и 6) установлено, что установка буксирно-распределяющего устройства позволяет повысить продольную устойчивость тракторно-транспортного агрегата по сравнению с серийным. Снижение вертикальных колебаний переднего управляемого моста составило количественное отношение в пределах 0,13...0,16 м., что несомненно позволяет увеличить как скоростные характеристики агрегата, так и его технологические возможности при транспортировании сельскохозяйственных грузов.

Вывод

Проведённые исследования доказали показали результативность использования предлагаемого нового устройства, так как экспериментально доказана его эффективность, позволяющая снизить колебания переднего управляемого моста трактора в движении, а следовательно стабилизировать вертикальные амплитудные колебания звеньев ТГА по сравнению с серийным вариантом. Учитывая низкую стоимость, удобство в применении и доказанную эффективность, предлагаемое устройство по заложенным характеристикам выгодно отличается от известных конструкций [7, 17-20] и имеет явную промышленную перспективу при внедрении в средства механизации сельского хозяйства.

Список использованных источников:

1. Гамаюнов А.М., Алексеев С.А. Повышение эффективности использования тракторного поезда с использованием параметрической оптимизации универсального тягово-сцепного устройства // Научное обозрение, М.2013. -№5 – С. 33-35.
2. Гапич Д.С. Стабилизация режимов нагружения колёсных машинно-тракторных агрегатов : дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01. – Волгоград, 2014. – 343 с.
3. Гуськов Ю.А. Совершенствование сборочно-транспортного процесса и технических средств на заготовке грубых кормов: автореферат дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01. – Новосибирск. - 2007. - 211 с.
4. К вопросу оптимизации ширины транспортного коридора многозвенных тракторно-транспортных поездов при движении по дорогам сельскохозяйственного назначения грузов / А.Н. Кушнарёв, С.В. Щитов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета - 2021- № 1 (87) - С. 129–133.

Шуравин А.А., Маршанин Е.В., Беляков Д.В., Михайлов А.В., Кузнецов Е.Е., Щитов С.В., Самуйло В.В. Результаты исследований по обеспечению продольной устойчивости колёсного энергетического средства

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
 =====

5. Кушнарев А.Н. Совершенствование использования многозвенных тракторно-транспортных поездов // Техника и оборудование для села. -2020.- № 6 (276). - С.14-17.

6. Рахимов И.Р. Обоснование устойчивости хода широкозахватных прицепных машин в горизонтальной плоскости // Вестник Башкирского государственного аграрного университета - 2021–№ 3.- С. 106–115.

7. Кушнарев А.Н., Кидяева Н.П. Перспективная конструкция для корректирования траектории движения тракторно-технологического агрегата // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: материалы всероссийской научно-практической конференции Часть. 1. – Благовещенск: Дальневосточный ГАУ, 2021. – 459 с.

8. Буксирно-распределяющее устройство / Кушнарев А.Н., Щитов С.В, Кузнецов Е.Е.// Пат. на изобретение № 2753047 Рос. Федерация заявитель и патентообладатель Дальневосточный гос. агр. университет. Заявка № 2020132941, заявл. 06.10.2020, зарегистрирована 06.10.2020, опубл. 11.08.2021 Бюл. № 23. 10 с.

9. Алдошин Н.В., Пехутов А.С. Повышение производительности при перевозке сельскохозяйственных грузов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2012.- №4. - С. 26-27.

10. Повышение эффективности использования мобильных энергетических средств в технологии возделывания сельскохозяйственных культур: монография / Е.Е. Кузнецов, С.В. Щитов / Дальневост. гос. аграр. ун-т. – Благовещенск: Изд-во Дальневост. гос. аграр. ун-та, 2017. –272 с.

11. Щитов С.В., Кузнецов Е.Е., Поликутина Е.С., Кузнецова О.А. Повышение продольно-поперечной устойчивости и снижение техногенного воздействия на почву колесных мобильных энергетических средств: монография; Дальневост. гос. аграр. ун-т. – Благовещенск: Изд-во Дальневост. гос. аграр. ун-та, 2020. – 148 с.

12. Ecological Consequences of Conversion of Steppe to arable Land in Western Siberia / V.I. Belyaev, M. Fruhauf, T. Mainel // Europa Regional. - 2004. – Vol. 1, №4. - P.13-21.

13. Increasing The Shallowness Of The Wheeled Tractors / Shchitov S.V., Tikhonchuk P.V., Bumbar I.V., Krivuca Z.F., Samuilov V.V., Yakimenko A.V., Mitrokhina O.P. // Journal of Mechanical Engineering. 1752. 41 (2) (2018). p. 31–34. Website: <https://jmerd.org.my/Paper/2018%2C%20VOLUME%20%2C%20ISSUE%20/31–34.pdfnull>

14. Тенденции развития малотоннажных автопоездов, пути повышения активной безопасности, тракторной устойчивости и плавности хода / Л.А. Михолап, Ю.Я. Комаров, В.С. Андрей, В.А. Короляш, Г.П. Барабанов // Известия Военной академии Ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого. — 2012. – № 250. С. 217–222.

15. Шуравин А. А., Поликутина Е. С., Кузнецов Е. Е. Повышение тягово-сцепных свойств колёсного трактора в условиях продольного уклона поверхности движения // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития: материалы

Шуравин А.А., Маршанин Е.В., Беляков Д.В., Михайлов А.В., Кузнецов Е.Е., Щитов С.В.,
Самуйло В.В. Результаты исследований по обеспечению продольной устойчивости
колёсного энергетического средства

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

всероссийской научно-практической конференции Часть. 1. – Благовещенск:
Дальневосточный ГАУ, 2021. – 459 с.

16. Шуравин А.А. Способ корректирования тягово-сцепных свойств колёсного энергетического средства в повороте // Известия Оренбургского государственного аграрного университета - 2021–№ 2 (88) - С. 164–167.

17. Погорелов С.В. Повышение устойчивости прямолинейного движения тракторных поездов посредством использования тягово-сцепного устройства с регулятором курсового угла: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03: защищена 27.01.06 /. – Саратов, 2006. – 192 с.

18. Поддубный В.И. Повышение эффективности использования колесных мобильных машин в АПК на основе улучшения их устойчивости и управляемости: автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.20.01: защищена 23.06.11. – Барнаул, 2011. – 34 с.

19. Тягово-догрузочное устройство к прицепу / Е.В. Соловьев, Н.Ф. Скурятин, А.В. Бондарев // Сельский механизатор. – 2013. – № 3 (49). С. 38 – 39.

20. Тарасова С.В. Обоснование способа курсовой стабилизации колёсного трактора при выполнении сельскохозяйственных операций на наклонной опорной поверхности: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. -Оренбург, 2015–158 с.

=====

Цитирование:

Шуравин А.А., Маршанин Е.В., Беляков Д.В., Михайлов А.В., Кузнецов Е.Е., Щитов С.В., Самуйло В.В. Результаты исследований по обеспечению продольной устойчивости колёсного энергетического средства [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2023. – № 2. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/2/st_215.pdf. DOI: <https://doi.org/10.51419/202132215>.