

УДК 631.171

UDC 631.171

4.3.1 – Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (сельскохозяйственные науки)

4.3.1 – Technologies, machines and equipment for the agro-industrial complex (agricultural sciences)

ПОВЫШЕНИЯ ТЯГОВО–СЦЕПНЫХ СВОЙСТВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПРИ РАБОТЕ С ПРИЦЕПНЫМИ АГРЕГАТАМИ

IMPROVING TRACTION AND COUPLING PROPERTIES OF POWER FACILITIES WHEN WORKING WITH TRAILER UNITS

Поликутина Елена Сергеевна

Кандидат технических наук

РИНЦ SPIN–код: 5782–6936

email: e.polikytina@mail.ru

Дальневосточный Государственный аграрный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86

Polikutina Elena Sergeevna

Candidate of Technical Sciences

RSCI SPIN–code: 5782–6936

email: e.polikytina@mail.ru

Far Eastern State Agrarian University, Russia, 675005, Amur Region, Blagoveshchensk, Politekhnikeskaya 86

Щитов Сергей Васильевич

Д.т.н., профессор

РИНЦ SPIN–код: 4944–6871

email: shitov.sv1955@mail.ru

Дальневосточный Государственный аграрный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86

Shchitov Sergey Vasilyevich

Dr.Sci.Tech., professor

RSCI SPIN–code: 4944–6871

email: shitov.sv1955@mail.ru

Far Eastern State Agrarian University, Russia, 675005, Amur Region, Blagoveshchensk, Politekhnikeskaya 86

Кривуца Зоя Фёдоровна

Д.т.н., профессор

РИНЦ SPIN–код: 6124–5403

email: zfk20091@mail.ru

Дальневосточный Государственный аграрный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86

Krivutsa Zoya Fedorovna

Dr.Sci.Tech., professor

RSCI SPIN–code: 6124–5403

email: zfk20091@mail.ru

Far Eastern State Agrarian University, Russia, 675005, Amur Region, Blagoveshchensk, Politekhnikeskaya 86

Ковшун Алексей Алексеевич

Аспирант

РИНЦ SPIN–код: 6164–8425

email: lkovshun1@mail.ru

Дальневосточный Государственный аграрный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86

Kovshun Alexey Alexeevich

Graduate student

RSCI SPIN–code: 6164–8425

email: lkovshun1@mail.ru

Far Eastern State Agrarian University, Russia, 675005, Amur Region, Blagoveshchensk, Politekhnikeskaya 86

Щитова Виктория Андреевна

студент

РИНЦ SPIN–код: 6973–8321

email: vikasitova814@gmail.com

Дальневосточный Государственный аграрный университет, Россия, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая 86

Shchitova Victoria Andreevna

Student

RSCI SPIN–code: 6973–8321

Far Eastern State Agrarian University, Russia, 675005, Amur Region, Blagoveshchensk, Politekhnikeskaya 86

Поддержание плодородия почвы является главным условием получения стабильного урожая возделываемых сельскохозяйственных культур. С этой целью, в технологии производства работ, направленных на решения выше обозначенной проблемы, является своевременное внесение необходимых питательных веществ для обеспечения благоприятного роста культур

Maintaining soil fertility is the main condition for obtaining a stable harvest of cultivated crops. To this end, the technology of production of works aimed at solving the above-mentioned problem is the timely introduction of the necessary nutrients to ensure the favorable growth of agricultural crops. The problem is solved by applying fertilizers to agricultural machines designed for this job. The article presents the results

сельскохозяйственного назначения. Проблема решается за счёт внесения удобрений сельскохозяйственными машинами, предназначенными для этой работы. В статье представлены результаты теоретических исследований по повышению тягово–сцепных свойств энергетических средств с колёсной формулой 4K2 на почвах с подстилающим мерзлотным основанием при внесении удобрений одноосными агрегатами. Полученные в результате теоретических исследований аналитические выражения позволяют выявить причины изменения сцепного веса, приходящейся на задние ведущие колёса энергетического средства с колёсной формулой 4K2. Установлено, что сцепной вес приходящейся на колёса энергетического средства с колёсной формулой 4K2 зависит: – от его конструктивно–технологических параметров; – веса одноосного разбрасывателя удобрений; – расстояния от опорно–сцепного устройства до реакции колёс одноосной машины для внесения удобрений; – расстояния от точки приложения веса одноосной машины для внесения удобрений до реакции колёс одноосной машины для внесения удобрений. Повысить сцепной вес, а, следовательно, и улучшить тягово–сцепные свойства колёсного энергетического средства с колёсной формулой 4K2 на почвах с мерзлотным основанием, возможно за счёт установки дополнительного устройства позволяющего изменять расстояния от опорно–сцепного устройства до реакции колёс одноосной машины для внесения удобрений. В результате проведенных исследований было разработано «Догружающе–распределяющее устройство для агрегатирования одноосных прицепных агрегатов» получен патент РФ на полезную модель № 230744 от 18.12. 2024 г [3]

Ключевые слова: ТРАКТОР, РЕАКЦИЯ, ОПОРНО–СЦЕПНОЕ УСТРОЙСТВО, СЦЕПНОЙ ВЕС, КОЛЁСА, РАССТОЯНИЕ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ СРЕДСТВО

of theoretical studies on improving the traction properties of energy vehicles with a 4K2 wheel formula on soils with an underlying permafrost base when fertilizers are applied by uniaxial aggregates. The analytical expressions obtained as a result of theoretical research make it possible to identify the causes of changes in the coupling weight attributable to the rear driving wheels of an energy vehicle with a 4K2 wheel formula. It has been established that the coupling weight of an energy vehicle with a 4K2 wheel formula depends on: – its structural and technological parameters; – the weight of a uniaxial fertilizer spreader; – the distance from the coupling device to the reaction of the wheels of a uniaxial fertilizer machine; – the distance from the point of application of the weight of a uniaxial fertilizer machine to the reaction of the wheels a single-axle fertilizer machine. It is possible to increase the coupling weight, and, consequently, to improve the traction properties of a wheeled energy vehicle with a 4K2 wheel formula on soils with a permafrost base, by installing an additional device that allows changing the distances from the coupling device to the reaction of the wheels of a single–axle fertilizer machine. As a result of the research, a "Loading and distributing device for aggregating single–axle trailed units" was developed and the Russian Federation patent for utility model No. 230744 dated December 18, 2024 was obtained [3]

Keywords: TRACTOR, REACTION, HITCH, HITCH WEIGHT, WHEELS, DISTANCE, POWER

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-207-021>

Введение. Повышение эффективности производства любой сельскохозяйственной продукции во многом зависит от ряда факторов: природно–климатических условий региона, наличия средств механизации для обеспечения оптимального срока выполнения сельскохозяйственных операций и обеспечения необходимого плодородия почв за счёт своевременного внесения необходимых удобрений (органических и

минеральных) [1]. Для этой цели нашли широкое применение, как навесные, так и прицепные разбрасыватели удобрений [2]. Выделяют три типа технологий внесения удобрений – прямоточную, перегрузочную и перевалочную. Наибольшее применение в условиях Дальневосточного региона нашла прямоточная технология особенно в крестьянско–фермерских хозяйствах (КФХ).

Характерная особенность прямоточной технологии внесения удобрений заключается в том, что она предусматривает наряду с погрузкой удобрений непосредственно в разбрасыватель его транспортировку и внесение его на поле посредством разбрасывания. Преимущество такого способа внесения удобрений заключается в том, что он включает в себя необходимый минимум используемых при этом средств механизации. Это особенно важно для крестьянско – фермерских хозяйств, у которых расстояние от места складирования удобрений до поля находится в пределах 5...6 км.

В настоящее время выпускаемые промышленностью агрегаты (машины) для внесения удобрений конструктивно выполнены примерно по одной схеме – в виде одноосного полуприцепа грузоподъёмностью до 5т.

В Амурской области при внесении удобрений особое значение уделяется обеспечению тягово–сцепных свойств энергетического средства (трактора) из-за наличия подстилающего слоя в виде мерзлоты [2]. Как правило, основными энергетическими средствами используемые для этих целей являются колёсные тракторы класса 1,4...2. Поэтому при использовании этих тракторов, в качестве энергетического средства, должны обеспечиваться достаточные тягово–сцепные возможности. Это возможно достичь за счёт увеличения сцепного веса приходящегося на задние ведущие колёса трактора.

Материалы и методы.

Целью исследований являлось повышение тягово–сцепных свойств энергетических средств при работе с прицепными одноосными агрегатами. Для реализации поставленной цели были поставлены следующие задачи исследований:

- провести теоретическое обоснование влияния прицепных одноосных агрегатов на тягово–сцепные свойства энергетического средства;
- разработать и обосновать конструкторское решение, позволяющее использовать часть нагрузки приходящейся на ходовую часть одноосного разбрасывателя удобрений непосредственно энергетическим средством.

Для решения задачи по теоретическому обоснованию влияния прицепных одноосных агрегатов на тягово–сцепные свойства энергетического средства воспользуемся общими закономерностями влияния данной конструкции по распределению нагрузки внутри данного машинно–тракторного агрегата. Известно, что силы сцепления ведущих колёс и силы сопротивления движению энергетического средства, а также его тяговое усилие при работе с прицепными одноосными агрегатами во многом зависит от реакции в опорно–сцепном устройстве (Рисунок 1).

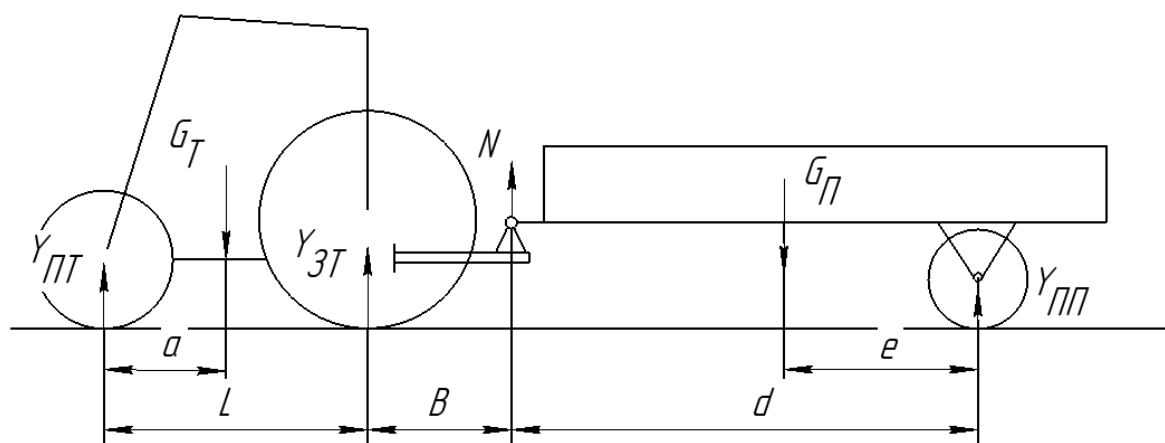


Рисунок 1– Схема сил действующих на энергетическое средство и одноосную машину для внесения удобрений с постоянной силовой связью с трактором: $G_{\text{Т}}$ – вес энергетического средства, N ; $G_{\text{П}}$ – общий вес

агрегатируемого агрегата, Н; $Y_{пт}$, $Y_{зт}$ – обратное воздействие почвы, соответственно на передние (не передающие крутящий момент) и задние (передающие крутящий момент) колёса энергетического средства, Н; $Y_{пп}$ – реакция колёс одноосной машины для внесения удобрений, Н; N – реакция в опорно–сцепном устройстве, Н; a – расстояние от точки приложения веса энергетического средства до реакции опорного основания на передние не ведущие колёса энергетического средства, м; L – расстояние между реакцией опорного основания на передние не ведущие колёса трактора и реакцией опорного основания на задние (передающие крутящий момент) колёса, м; b – расстояние от реакция опорного основания на задние ведущие колёса энергетического средства до опорно–сцепного устройства, м; d – расстояние от опорно–сцепного устройства до реакции почвы на колёса одноосной машины для внесения удобрений, м; e – расстояние от точки приложения веса одноосной машины для внесения удобрений до реакции колёс одноосной машины для внесения удобрений, м.

Для определения реакции в опорно–сцепном устройстве составим сумму моментов отдельно для одноосного прицепного агрегата

$$\sum M_{пп} = 0 \quad Nd - G_{п}e = 0, \quad (1)$$

где N – реакция в опорно–сцепном устройстве; $G_{п}$ – вес одноосного разбрасывателя удобрений, Н; d – расстояние от опорно–сцепного устройства до реакции почвы на колёса одноосной машины, используемой при внесении удобрений на поле, м; e – расстояние между точкой приложения веса прицепного одноосного агрегата до ответного воздействия почву на его колёса, м.

Исходя из выше полученного уравнения суммы моментов, сила реакции в опорно–сцепном устройстве будет равна

$$N = \frac{G_{п}e}{d}. \quad (2)$$

Анализируя полученное уравнение (2) необходимо отметить, что реакция в опорно–сцепном устройстве зависит от трёх составляющих:

- веса одноосного разбрасывателя удобрения;
- расстояния от опорно–сцепного устройства до реакции колёс одноосной машины для внесения удобрений;
- расстояния от точки приложения веса одноосной машины для внесения удобрений до реакции колёс одноосной машины для внесения удобрений.

В условиях, когда тягово-сцепных свойств, заложенных непосредственно заводом изготовителем в трактор недостаточно для преодоления сопротивления оказываемое прицепным агрегатом, решить данную проблему возможно путём частичного использования его нагрузки воздействующей непосредственно на колёса. Это в конечном итоге даст возможность увеличить сцепной вес энергетического средства. Составим уравнение моментов для энергетического средства относительно точки контакта передних, не ведущих колёс с опорным основанием с учётом ранее полученного выражения (2)

$$\sum M_{пп} = 0 \quad G_T a + Y_{зт} L + \frac{(L+b)G_{пe}}{d} = 0, \quad (3)$$

Выразим из полученного уравнения (1) реакцию опорного основания на задние ведущие колёса энергетического средства

$$Y_{зт} = \frac{G_T a}{L} + \frac{(L+b)G_{пe}}{dL}, \quad (4)$$

или

$$Y_{зт} = \frac{G_T a}{L} + \frac{(1+b/L)G_{пe}}{d}, \quad (5)$$

Анализ полученных выражений (4 и 5) показал, что реакция опорного основания на ведущие колёса энергетического средства зависит только от второго слагаемого, так как первое слагаемое зависит только от его конструктивно–технологических параметров. Если принять во внимание, что вес прицепа остаётся постоянным, то реакцию в опорно–сцепном устройстве можно регулировать изменением расстояния от опорно–сцепного устройства до реакции колёс одноосной машины для внесения удобрений и изменением расстояния от точки приложения веса одноосной машины для внесения удобрений до реакции колёс одноосной машины для внесения удобрений. Используемые в настоящее время машинно–тракторные агрегаты не позволяют проводить регулирование расстояния от опорно–сцепного устройства до реакции колёс одноосной машины для внесения удобрений.

Результаты исследований.

Вторую поставленную задачу по разработке устройства для регулирования нагрузки на задние ведущие колёса энергетического средства при работе с прицепными одноосными агрегатами, возможно, решить, за счёт использования дополнительного устройства позволяющего изменять расстояние от опорно–сцепного устройства до реакции колёс одноосной машины для внесения удобрений.

Таким образом решить выше обозначенную проблему возможно за счёт использования дополнительной тележки с меняющейся на ней точкой фиксации опорно–сцепного устройства, которое имеет возможность перемещаться по самой тележки и тем самым менять расстояние до реакции колёс одноосной машины для внесения удобрений. На данное устройство «Догружающе–распределяющее устройство для агрегатирования одноосных прицепных агрегатов» получен патент РФ на полезную модель № 230744 от 18.12. 2024 г [3] (Рисунок 2).

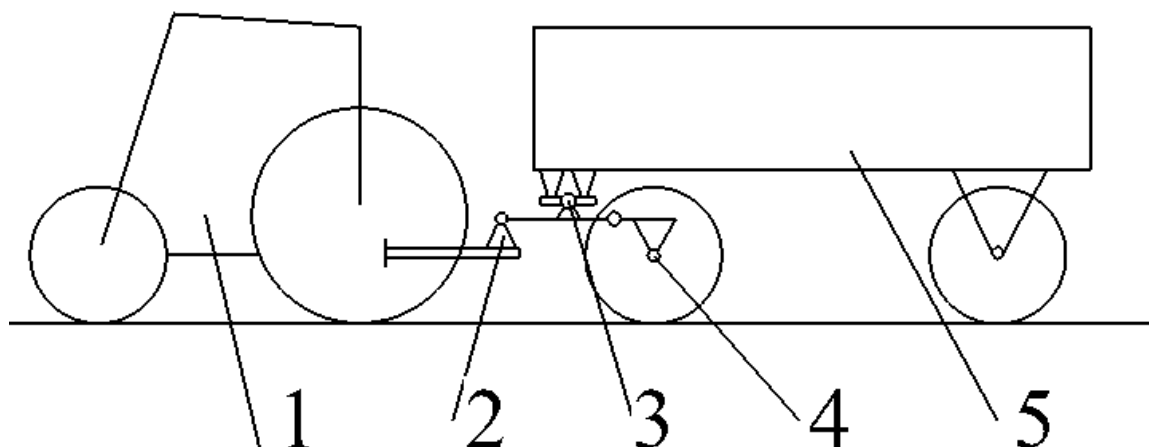


Рисунок 2 – Принципиальная схема догружающе-распределяющего устройства для агрегатирования одноосных прицепных агрегатов

1 – энергетическое средство; 2 – опорно-сцепное устройство; 3 – передвижная опора; 4 – подкатная тележка; 5 – прицепной одноосный агрегат.

Заключение. Использование предлагаемого устройства позволяет регулировать нагрузку на опорно-сцепное устройство, что особенно важно, так как по мере работы и внесения удобрений в почву будет меняться и расстояние между точкой приложения веса прицепного одноосного агрегата до ответного воздействия на почву его колёса.

Список использованной литературы

1. Поликутина Е.С. Регулирование силового воздействия на каток с учётом свойств почвы / Поликутина Е.С., [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского ГАУ. 2024. № 202. С. 111–118.
2. Леонов В.В. Улучшение тягово-сцепных свойств бороновального машинно-тракторного агрегата / В.В. Леонов [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского ГАУ. 2024. № 199. С. 69–81.
3. Патент на полезную модель №230744 Российская Федерация МКИ В 62/D 63/08. Догружающе-распределяющее устройство для агрегатирования одноосных

прицепных агрегатов/ С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца и др// заявка № 224126669 от 11.09.2024

References

1. Polikutina E.S. Regulirovanie silovogo vozdejstvija na katok s uchjotom svojstv pochvy / Polikutina E.S., [i dr.] // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo GAU. 2024. № 202. S. 111–118.
2. Leonov V.V. Uluchshenie tjagovo–scepnyh svojstv boronoval'nogo mashinno–traktornogo agregata / V.V. Leonov [i dr.] // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo GAU. 2024. № 199. S. 69–81.
3. Patent na poleznuju model' №230744 Rossijskaja Federacija MKI V 62/D 63/08. Dogruzhajushhe–raspredel'jajushee ustrojstvo dlja agregatirovanija odnoosnyh pricepnyh agregatov/ S.V. Shhitov, Z.F. Krivuca i dr// заявка № 224126669 от 11.09.2024