

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)

ВЛИЯНИЕ ПРИЦЕПНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ АГРЕГАТОВ НА ПРОДОЛЬНУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ

INFLUENCE OF TRAILED AGRICULTURAL UNITS ON LONGITUDINAL STABILITY

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

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

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

Работа машинно–тракторных агрегатов особенно на поверхностях, имеющих угол наклона, накладывает свои определённые специфические особенности. Это обусловлено тем, что в таких условиях эксплуатации на характер движения, а именно продольную устойчивость влияют ряд факторов, которые в дальнейшем влияют на агротехнологическую проходимость. Иными словами, агротехнологическую проходимость в

The operation of machine-tractor units, especially on surfaces with an angle of inclination, imposes its own specific features. This is due to the fact that in such operating conditions the nature of movement, namely longitudinal stability, is influenced by a number of factors that later affect agricultural technological cross-country ability. In other words, agro technological cross-country ability under conditions of operation on slope surfaces can be described as the

условиях работы на склоновых поверхностях можно охарактеризовать как способность машинно–тракторных агрегатов выполнять возложенные функции без опрокидывания. Считается, что тракторы (энергетические средства) способны выполнять работы на поверхностях, имеющих угол наклона – колёсные до 8 градусов, а гусеничные до 12 градусов при условии, что они не оборудованы специальными дополнительными устройствами. Особенно это вопрос актуален для машинно–тракторных агрегатов в составе которых имеются машины, выполненные по принципу полуприцепа (одноосные разбрасыватели удобрений). Специфика эксплуатации таких машин заключается в том, что по мере выполнения ими работ происходит уменьшение массы перевозимого груза, иными словами, изменяется координата центра тяжести прицепной машины. Одним из способов повышения продольной устойчивости машинно–тракторных агрегатов в составе колёсного энергетического средства и прицепного одноосного агрегата является регулирование точки соединения прицепного орудия и энергетического средства. В результате проведенных исследований установлено: – при работе с прицепными одноосными агрегатами у которых в процессе работы уменьшается масса происходит изменение координат их центра масс; – вследствие изменения координат центра масс происходит смена направления момента вращения относительно оси прицепа, что оказывает значительное влияние на силовую нагрузку, приходящуюся на передний мост и как следствие влияет на продольную устойчивость энергетического средства; – для увеличения продольной устойчивости особенно при движении по поверхности имеющей продольный уклон необходимо перемещать опорно–сцепное устройство. Проведённые исследования доказали целесообразность использования подкатной тележки, на которой установлено перемещающиеся опорно–сцепное устройство

Ключевые слова: ТРАКТОР, ПОДКАТНАЯ ТЕЛЕЖКА, ЗАДНИЕ КОЛЁСА, ПРИЦЕПНАЯ МАШИНА, ТОЧКИ СЦЕПЛЕНИЯ, ПРОДОЛЬНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ

ability of machine and tractor units to perform their assigned functions without overturning. It is believed that tractors (energy means) are capable of performing work on surfaces with an angle of inclination - wheeled up to 8 degrees, and tracked up to 12 degrees, provided that they are not equipped with special additional devices. This issue is especially relevant for machine and tractor units, which include machines made on the principle of a semi-trailer (uniaxial fertilizer spreaders). The specificity of the operation of such machines lies in the fact that as they perform work, the mass of the transported cargo decreases, in other words, the coordinate of the center of gravity of the trailer changes. One of the ways to increase the longitudinal stability of machine-tractor units as part of a wheeled power unit and a trailed uniaxial unit is to adjust the connection point of the trailed tool and power unit. As a result of the studies, it was established: - when working with trailed uniaxial units whose mass decreases during operation, the coordinates of their center of mass change; - due to a change in the coordinates of the center of mass, the direction of the moment of rotation relative to the axis of the trailer changes, which has a significant impact on the power load on the front axle and, as a result, affects the longitudinal stability of the power device; - to increase longitudinal stability, especially when moving on a surface with a longitudinal slope, it is necessary to move the support-coupling device. Studies have proven the feasibility of using a trolley on which a moving support-coupling device is installed

Keywords: TRACTOR, TROLLEY, REAR WHEELS, TRAILER, CLUTCH POINTS, LONGITUDINAL STABILITY

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-208-009>

Введение. При выполнении работ связанных с технологией производства продукции сельскохозяйственного назначения очень часто возникает необходимость производить их на поверхностях имеющих угол

наклона. Это обусловлено как при выполнении работ непосредственно на поле, так и в процессе технологического переезда [1].

Принято рассматривать два вида продольной устойчивости:

- при движении на подъём;
- при движении на спуске.

Как показали исследования при движении на подъём, опрокидывание энергетического средства наступает, когда силовая реакция почвы на передние колёса отсутствует (нагрузка, приходящаяся на передний мост равна нулю). В этом случае вес энергетического средства (трактора) приходится на задние колёса (задний мост трактора) и опрокидывание полностью зависит от расположения координат центра тяжести. При движении энергетического средства на спуске опрокидывание наступает, когда силовая реакция опорного основания на задние колеса отсутствует (нагрузка на задний мост равна нулю). Это приводит к тому, что весь вес энергетического средства (трактора) приходится на передние колёса и опрокидывание полностью зависит расположения координат центра тяжести и расстоянием между передним и задним мостом. Более наглядно это представлено на рисунке 1.



Рисунок 1 – Факторы, влияющие на продольную устойчивость энергетического средства

При этом если рассматривать машинно–тракторный агрегат, состоящий из энергетического средства и прицепной машины, продольную устойчивость ещё будет зависеть и от прицепной машины. Особенно эта зависимость проявляется при эксплуатации одноосной прицепной машины. Это можно объяснить тем, что при агрегатировании прицепной одноосной машины (разбрасыватель удобрений) одной из точек опоры её является сцепное устройство энергетического средства, а второй точкой колёса самой машины расположенные на одной оси. При агрегатировании других машин имеющих, как правило, две и более осей основная нагрузка приходится на их ходовую часть. В процессе выполнения технологической операции происходит изменение массы перевозимого груза, а, следовательно, и координаты центра тяжести. Это приводит к изменению направления крутящего момента относительно задней оси машины, а, следовательно, и усилия передаваемого на сцепное устройство энергетического средства (трактора). В таких случаях может возникнуть ситуация, когда произойдёт уменьшение нагрузки на передний мост менее

20% от общего веса энергетического средства, что повлечёт за собой потерю управляемости [2]. В связи с этим возникает вопрос как избежать данной ситуации.

В статье предлагается один из методов повышения продольной устойчивости энергетического средства при работе с одноосными прицепными агрегатами.

Материалы и методы.

Цель исследования – повышение продольной устойчивости машинно–тракторного агрегата за счёт изменения точки сцепления энергетического средства и одноосного прицепного агрегата.

Задача исследования – выявить влияние изменения точки сцепления энергетического средства и одноосного прицепного агрегата на величину силовой нагрузки, приходящейся на передние колёса энергетического средства.

Для обоснования конструктивно–технологических параметров машинно–тракторного агрегата (Рисунок 2) при агрегатировании прицепных одноосных машин рассмотрим его как составную конструкцию состоящую [3]:

- из энергетического средства;
- подкатной тележки;
- одноосного прицепного агрегата.

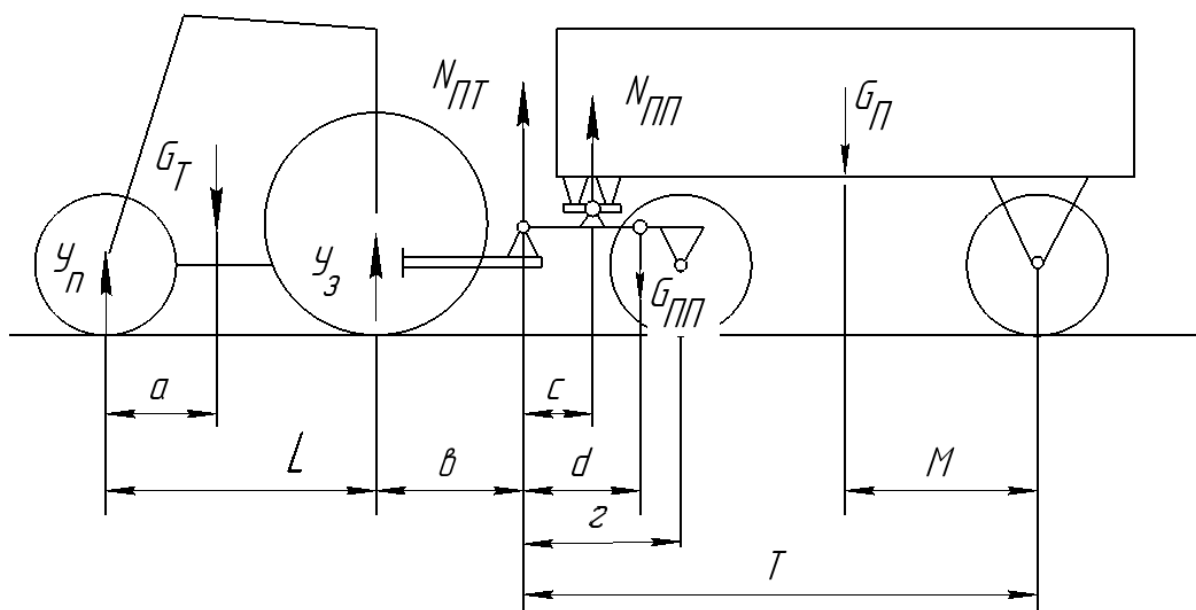


Рисунок 2 – Конструктивно-технологические параметры предлагаемого МТА

G_T – вес энергетического средства, Н; $G_{\text{п}}$ – общий вес прицепного одноосного агрегата, Н; $G_{\text{пп}}$ – общий вес подкатной тележки, Н; Y_n , Y_z – силовая нагрузка почвы, соответственно на передние (не передающие крутящий момент) и задние (передающие крутящий момент) колёса энергетического средства, Н; $N_{\text{пт}}$ – силовая реакция в опорно-сцепном устройстве, Н; $N_{\text{пп}}$ – силовая реакция в передвижной опоре, 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; c – расстояние от опорно-сцепного устройства до реакции почвы на колёса одноосной машины для внесения удобрений, м; d – расстояние от точки приложения веса одноосной машины для внесения удобрений до реакции колёс одноосной

машины для внесения удобрений, м; c – расстояние между опорно–сцепным устройством и передвижной опорой, м; d – расстояние от опорно–сцепного устройства до точки приложения общего веса подкатной тележки, м; T – расстояние от опорно–сцепного устройства до точки контакта колёс одноосного прицепного агрегата с опорным основанием, м.

При определении силовых нагрузок будем учитывать положение опорно–сцепного устройства на подкатной тележке, приходящиеся на:

- передвижную опору;
- опорно–сцепное устройство;
- задние (передающие крутящий момент) колёса энергетического средства.

Составив и решив уравнение моментов, определим силовую нагрузку в передвижной опоре

$$N_{пп}(T - c) - G_{п}M = 0 \quad (1)$$

или

$$N_{пп} = \frac{G_{п}M}{T - c}. \quad (2)$$

Аналогичным образом определим силовую нагрузку в опорно–сцепном устройстве с учётом выражения (2)

$$N_{пп} = \frac{G_{п}M(\gamma - c)}{(T - c)\gamma} + \frac{G_{пп}(\gamma - d)}{\gamma}. \quad (3)$$

Для определения силовой нагрузки приходящейся на передние управляемые колеса составим и решим уравнение моментов с учётом выражения (3).

$$Y_{п} = G_{т} - \frac{G_{т}a}{L} - \frac{B}{L} \left(G_{пп} \frac{d}{\gamma} + \frac{G_{пп}M}{T - c} - \frac{G_{пп}MT}{(T - c)\gamma} \right). \quad (4)$$

На основании проведённых теоретических исследований установлено (уравнение 4), что величина силовой нагрузки зависит от расстояния между опорно–сцепным устройством и передвижной опорой.

Рассмотрим более наглядно влияние расстояния между опорно–сцепным устройством и передвижной опорой, на величину силовой нагрузки, приходящейся на передние колёса (управляемые) для трёх положений:

– расстояние между опорно–сцепным устройством и передвижной опорой равно 0с

$$Y_{\Pi} = G_T - \frac{G_T a}{L} - \frac{B}{L} \left(G_{\Pi\Pi} - G_{\Pi\Pi} \frac{d}{r} + \frac{G_{\Pi\Pi} M}{T} - \frac{G_{\Pi\Pi} M T}{T r} \right). \quad (5)$$

– расстояние между опорно–сцепным устройством и передвижной опорой равно 0,5с

$$Y_{\Pi} = G_T - \frac{G_T a}{L} - \frac{B}{L} \left(G_{\Pi\Pi} - G_{\Pi\Pi} \frac{d}{r} + \frac{G_{\Pi\Pi} M}{T - 0,5c} - \frac{G_{\Pi\Pi} M T}{(T - 0,5c)r} \right). \quad (6)$$

– расстояние между опорно–сцепным устройством и передвижной опорой равно 1с

$$Y_{\Pi} = G_T - \frac{G_T a}{L} - \frac{B}{L} \left(G_{\Pi\Pi} - G_{\Pi\Pi} \frac{d}{r} + \frac{G_{\Pi\Pi} M}{T - c} - \frac{G_{\Pi\Pi} M T}{(T - c)r} \right). \quad (7)$$

Полученные уравнения 5,6,7 показывают, что с увеличением расстояния между опорно–сцепным устройством и передвижной опорой силовая нагрузка на передний (управляемый) мост энергетического средства возрастает.

Заключение.

Для повышения продольной устойчивости машинно–тракторного агрегата (энергетическое средство + прицепной одноосный агрегат) необходимо использовать подкатную тележку позволяющую регулировать положение опорно–сцепного устройства. В зависимости от массы агрегатируемого агрегата и угла наклона опорной поверхности, по которой движется машинно–тракторный агрегат можно регулировать продольную устойчивость энергетического средства и что немаловажно обеспечить необходимую управляемость.

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–цепных 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'ajushee ustrojstvo dlja agregatirovanija odnoosnyh pricepnyh agregatov/ S.V. Shhitov, Z.F. Krivuca i dr// zayavka № 224126669 ot 11.09.2024