

## Исследования влияния стабилизации положения ведущего моста на технологические параметры колёсного транспортно-энергетического средства

Вторников Александр Сергеевич, аспирант  
Марков Сергей Николаевич, аспирант  
Родненко Яков Михайлович, магистрант  
Щитов Сергей Васильевич, доктор технических наук, профессор  
Кузнецов Евгений Евгеньевич, доктор технических наук, доцент  
Дальневосточный государственный аграрный университет

При выполнении грузоперевозок и взаимодействии элементов системы «автомобиль-груз-дорога» происходит частичное вертикальное перемещение ведущего моста относительно кузова автомобиля. Наиболее ярко выражен этот процесс при осуществлении выезда с полей на дорогу, которые, как известно, планируются выше горизонтальной поверхности поля в целях их естественного осушения.

При этом сцепной вес перераспределяется неравномерно между колёсами автомобиля, находящимися даже на одной оси, что снижает проходимость особенно на почвах с низкой несущей способностью.

В Амурской области этот вопрос актуален при проведении ранне-весенних и уборочных полевых работ, так как в этот период времени выпадает основное количество атмосферных осадков. Если учесть, что почвы Амурской области, как правило относятся к тяжёлым суглинистым, это затрудняет быстрое просачивание влаги в глубину и приводит к резкому снижению несущей способности верхнего слоя почвы.

Учитывая, что выезд с поля и въезд на него обычно осуществляется по одному дорожному съезду, из-за слабой несущей способности почвы и недостаточных тягово-сцепных свойств транспортного средства происходит увеличение величины буксования транспортно-энергетических средств при снижении скоростных характеристик. При этом в прилегающих к съезду почвенных рельефах в результате буксования образуется глубокая колея, что вызывает изменение технологических параметров, тягово-сцепных свойств и расположения элементов конструкции мостов транспортно-энергетического средства при их движении [6].

Снижение тягово-сцепных свойств транспортно-энергетических средств уменьшает производительность и эффективность их применения, особенно в период проведения уборочных работ, который обычно ограничен временными параметрами [1,2].

Исследования показывают [3,8,9], что эффективность использования механизированных средств в технологии определяется объёмом и качеством выполнения возложенных на них функций. В частности, эффективность использования транспортно-энергетических средств определяется объёмом выполненных работ, который напрямую зависит от их производительности.

Принято считать, что на производительность транспортно-энергетического средств оказывают влияние два основных показателя: объем перевозок и грузооборот, которые находятся в непосредственной зависимости от дорожных условий (грузоподъёмность автопоезда и коэффициент использования грузоподъёмности).

При этом в отношении времени пребывания в наряде, коэффициента использования пробега, времени простоя под погрузкой и разгрузкой принято считать, что они не зависят напрямую от дорожных условий. Вместе с тем, это утверждение справедливо только в случае, если автомобиль движется в нормальных дорожных условиях и способен реализовать все конструкционно заложенные в него тягово-сцепные свойства.

Далее необходимо отметить, что в прямой зависимости от дорожных условий находится и техническая скорость движения автомобиля, которая оказывает значительное влияние на производительность автомобиля, как по объёму перевозки, так и по грузообороту. При этом, как показали проведенные исследования [5,7], влияние технической скорости автомобиля на его производительность при различных расстояниях перевозки меняется. Установлено, что с увеличением расстояния влияние этого показателя на производительность в тоннах уменьшается, а в тонно-километрах, наоборот, увеличивается.

Производительность транспортно-энергетического средства в тонно-километрах за один час времени движения при выполнении уборочно-транспортных операций можно определить по формуле: [2]

$$W_{\text{ч}} = \frac{Q \cdot L}{T_{\text{дв}}}, \quad (1)$$

где  $Q$  – масса перевозимого груза, т;

$L$  – среднее расстояние каждой ездки, км;

$T_{\text{дв}}$  – время движения, ч.

Время движения, в свою очередь, определяется выражением:

$$T_{\text{дв}} = T_{\text{р}} + T_{\text{п}}, \quad (2)$$

где  $T_{\text{р}}$  – время затраченное на переезд, ч;

$T_{\text{п}}$  – время затраченное на поворот, ч.

В случае, когда перевозка грузов осуществляется непосредственно с поля, время движения можно представить следующим образом:

$$T_{\text{дв}} = T_{\text{рп}} + T_{\text{рд}} + T_{\text{п}}, \quad (3)$$

где  $T_{\text{рп}}$  – время затраченное на переезд по полю, ч;

$T_{рд}$  - время затраченное на переезд по дороге, ч.

Анализируя выражение (3) необходимо отметить, что в данном случае величина времени, затраченного на переезд по полю, во многом определяется и зависит от дорожных условий, а именно от касательной силы тяги, развиваемой ведущими колёсами, которая напрямую зависит от двух факторов – нормальной реакции дороги ( $Y$ ) и коэффициента сцепления ( $\mu$ ):

$$P_k = f(Y, \mu). \quad (4)$$

Исходя из вышесказанного, необходимо сделать вывод, что в условиях кратковременного ухудшения сцепных качеств одного из движителей, необходимо использовать устройства, позволяющие автоматически восстановить тягово-сцепные свойства транспортно-энергетического средства в целом. Исследования показали, что перспективным направлением является перераспределение сцепного веса, производимого в конструкции автомобиля [7].

При этом в общем случае, касательная сила тяги ведущих колес транспортно-энергетического средства для одного ведущего моста определится из следующего уравнения:

$$P_k = Y_{п} \cdot \mu_{п} + Y_{л} \cdot \mu_{л}, \quad (5)$$

где  $\mu_{п}, \mu_{л}$  – коэффициенты сцепления соответственно правого и левого ведущих колес;  $Y_{п}$  нормальная реакция дороги под правым ведущим колесом, кН;  $Y_{л}$  нормальная реакция дороги под левым ведущим колесом, кН.

В случае, когда наблюдается неравенство  $\mu_{л} \neq \mu_{п}$ , колесо, находящееся в худших условиях не может реализовать необходимые тягово-сцепные качества движителя, что в конечном итоге снижает общую касательную силу тяги ведущего моста транспортно-энергетического средства в целом. Снижение тягово-сцепных свойств транспортно-энергетического средства в конечном итоге повышает время, затраченное на переезд по полю и, как следствие, увеличивает общее время движения согласно уравнения (3), а это влечёт за собой снижение величины производительности в соответствии с уравнением (1).

Для устранения этого недостатка было разработано перераспределяющее устройство, позволяющее корректировать расположение моста транспортно-энергетического средства относительно его кузова в движении, что в конечном итоге, перераспределяет общий сцепной вес, приходящейся на ось движителей.

Математическим обоснованием работы предлагаемого устройства является теорема о параллельном переносе сил, которая гласит, что силу, приложенную к абсолютно твердому телу, можно, не изменяя оказываемого ею действия, переносить из данной точки в любую другую точку тела, прибавляя при этом пару сил с моментом, равным моменту переносимой силы относительно точки, куда сила переносится.

На предложенную конструкцию перераспределяющего устройства получен патент РФ № 2598363 «Регулятор колебаний движителей моста колёсного транспортного средства» [4], его принципиальная схема представлена на рисунке 1.

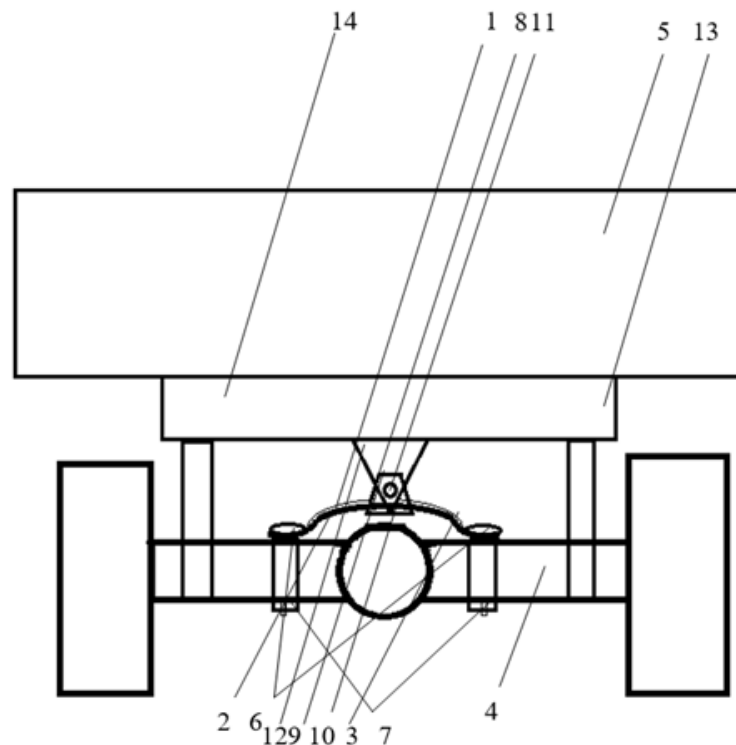


Рис.1. Принципиальная схема регулятора колебаний движителей моста колёсного транспортного средства: 1- несущая конструкция, 2- сдвоенная полуэллиптическая плоская пружина рессорного типа, 3- внутренний технологический изгиб пружина, 4- чулок моста, 5- транспортное средство, 6- окончания пружины, 7- болтовые стремянки, 8- центральная часть плоской пружины, 9- болтовое крепление, 10- узел коромысла, 11- шарнир, 12- опорный рычаг, 13- поперечная траверса рамы, 14- рама колёсного транспортного средства

Устройство работает следующим образом:

При передвижении колёсного транспортного средства, наезде на препятствие или проваливании в неровности грунта, собственный вес вертикально-смещаемой части моста 4 производит надавливание или силовую разгрузку части сдвоенной полуэллиптической плоской пружины рессорного типа 2, что вызывает поворот пружины 2 на шарнире 11 узла коромысла 10, перераспределение нагрузки на противоположную часть сдвоенной полуэллиптической плоской пружины рессорного типа 2 опорный рычаг 12, поперечную траверсу 13 и раму 14 колёсного транспортного средства 5, вызывая реакцию устранения силового воздействия, что ведёт к выравниванию моста 4 колёсного транспортного средства 5.

Использование данного устройства, обладающего высокой надёжностью, низкой себестоимостью, удобством в обслуживании и эксплуатации, при достаточно простой конструкции и простоте изготовления регулятора колебаний движителей колёсного транспортного средства, позволит:

- увеличить опорную проходимость;
- повысить касательную силу тяги;
- снизить величину буксования;
- повысить скорость передвижения колёсного транспортно-энергетического средства при выполнении работ;
- увеличить производительность транспортно-энергетического средства.

Таким образом обоснована необходимость применения перераспределяющих устройств в конструкции транспортно-энергетического средства, применяемого при движении по слабонесущим почвенным поверхностям, предложена конструкция, способная уменьшить влияние погружаемого в грунт колеса на эксплуатационные параметры и подтверждена необходимость проведения дальнейших исследований в предлагаемой области техники.

#### Литература:

1. Алдошин, Н.В. Повышение производительности при перевозке сельскохозяйственных грузов / Н.В. Алдошин, Пехутов А.С. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2012. – № 4. – С. 26-27
2. Гуськов, Ю.А. Совершенствование сборочно-транспортного процесса и технических средств на заготовке грубых кормов: дис. ...д-ра техн. наук: 05.20.01/ Гуськов Юрий Александрович. – Новосибирск, 2007. – 211 с.
3. Кузнецов Е.Е., Щитов С.В., Повышение эффективности использования мобильных энергетических средств в технологии возделывания сельскохозяйственных культур: Монография. ДальГАУ-Благовещенск, 2017. – 272 с.
4. Регулятор колебаний движителя моста колёсного транспортного средства /Щитов С.В, Кузнецов Е.Е. // Пат. на изобретение № 2598363 Рос. Федерация заявитель и патентообладатель Дальневосточный гос. агр. университет., заявл. № 2015119310, зарегистрирована 21.05.2015 Опубликовано 20.09.2016 Бюл. № 26,10 с.
5. Худовец В.И., Щитов С.В., Использование многоосных энергетических средств класса 1,4: Монография. ДальГАУ. – Благовещенск. – 2013. – 153 с.
6. Шишлов, С.А. Фрикционно-адгезионные свойства почв Приморского края, влияющие на работу машин / С.А. Шишлов, А.Н. Шишлов, П.В. Тихончук, С.В. Щитов, А.Б. Жирнов // Научное обозрение. – 2016. – №17. – С.102-106.
7. Щитов, С.В. Методологическое обоснование выбора конструкции устройств рационального перераспределения сцепного веса /С.В.Щитов,Е.Е. Кузнецов[и др.]// Электронный научно-производственный журнал «АгроЭкоИнфо». – 2016. – №2(24). – 24 с.
8. Increasing The Shallowness Of The Wheeled Tractors / Shchitov SV, Tikhonchuk PV, Bumbar IV, Krivuca ZF, SamuiloVv, Yakimenko AV, Mitrokhina OP // 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>
9. Increasing the Efficiency of Transport and Technological Complexes Used in Crop Harvesting/ S. V. Shchitov, Z. F. Krivuca, Yu. B. Kurkov, A. V. Burmaga, E. E. Kuznetsov, O. P. Mitrokhina, E. V. Popova // Journal of Engineering and Applied Sciences, Year: 2018, Volume:13, Issue:16. DOL:10.3923/jeasci.2018.6512.65. URL: <http://docsdrive.com/pdfs/medwelljournals/jeasci/2018/6850-6854.pdf>