

Теоретические аспекты повышения касательной силы тяги автомобилей при оптимизации нагрузки на ведущие колёса

Вторников Александр Сергеевич, аспирант

Марков Сергей Николаевич, аспирант

Щитов Сергей Васильевич, доктор технических наук, профессор

Кузнецов Евгений Евгеньевич, доктор технических наук, доцент

Дальневосточный государственный аграрный университет

Любое энергетическое средство, используемое на перевозке грузов, в целях обеспечения эффективности его использования должно полностью реализовывать все конструктивно-технологические параметры, заложенные в него заводом изготовителем. Одним из основных параметров, влияющих на эффективность использования транспортного средства является касательная сила тяги.

В работах авторов [1,2] отмечается, что для полной реализации тягово-сцепных свойств колёсных мобильных энергетических средств и обеспечения достаточной касательной силы тяги необходимо оптимальное сочетание двух основных условий:

- достаточный сцепной вес, приходящийся на ведущие колеса;
- максимальный коэффициент сцепления с дорогой.

Иными словами, между касательной силой тяги, сцепным весом и коэффициентом сцепления существует следующая функциональная зависимость:

$$P_k = f(G, \varphi). (1)$$

где G - сцепной вес, приходящейся на движитель, H ;

φ - коэффициент сцепления движителя с поверхностью движения.

Сцепной вес любого транспортно-энергетического средства во многом зависит от массы перевозимого груза и массы самого энергетического средства, точнее от её распределения по осям. Самым простым вариантом увеличения сцепного веса является увеличение массы перевозимого груза. В тоже время этот путь является недостаточно рациональным по следующим причинам:

- при движении возможно неконтролируемое увеличение допустимой разрешенной нагрузки на установленную автомобильную шину, что чревато её разрушением;
- при увеличении вертикальной нагрузки на движители снижается несущая способность поверхностного слоя почвы, по которой передвигается энергетическое средство.

При эксплуатации транспортных средств в условиях, не обеспечивающих достаточных сцепных качеств из-за переувлажнённого верхнего слоя почвы, найдут проявление обе выше обозначенные причины, так увеличение массы перевозимого груза будет ограничиваться не только допустимой нагрузкой на шину, но и состоянием дорожного покрытия (в полевых условиях) [6,8].

Поэтому при использовании транспортных средств в условиях низкой несущей способности почв необходимо изыскивать способы решения выше обозначенной комплексной задачи. Исследования [5,8,9] предлагают пути её решения за счет оптимального кратковременного перераспределения сцепного веса внутри самого транспортного средства применением быстроустанавливаемых дополнительных устройств, не изменяющих его конструкцию, обеспечивающих оптимизацию сцепного веса, приходящегося на колёса транспортного средства, в зависимости от создавшихся дорожных условий и состояния поверхности движения.

Проведенный патентный поиск и методология авторов [3,7] позволили разработать и предложить конструкцию устройства-стабилизатора вертикальных колебаний моста колёсного транспортного средства, принципиальная схема которого представлена на рисунке 1, предназначенного для решения обоснованной ранее задачи.

Техническая разработка защищена патентом Российской Федерации на интеллектуальную собственность № 154775 [4].

Устройство работает следующим образом:

При передвижении колёсного транспортного средства, наезде на препятствие или проваливании в неровности грунта, собственный вес вертикально-сдвигаемой части моста 5 производит надавливание или силовую разгрузку соответствующей полуэллиптической сдвоенной плоской пружины рессорного типа, установленной над этой частью моста 5, что вызывает перераспределение нагрузки на взаимоопирающую полуэллиптическую сдвоенную плоскую пружину рессорного типа, подъём или опускание узла коромысла 10 на шарнире 11 и передачу весовой нагрузки части моста 5 на опорный рычаг 12, поперечную траверсу 13 и раму 14 колёсного транспортного средства 6, вызывая реакцию устранения силового воздействия, что ведёт к выравниванию моста 5 колёсного транспортного средства 6.

Проанализируем условия взаимодействия силовых величин и конструкционных параметров колёсного транспортного средства при распределении сцепного веса между движителями в обычных условиях эксплуатации (рисунок 2 и рисунок 3).

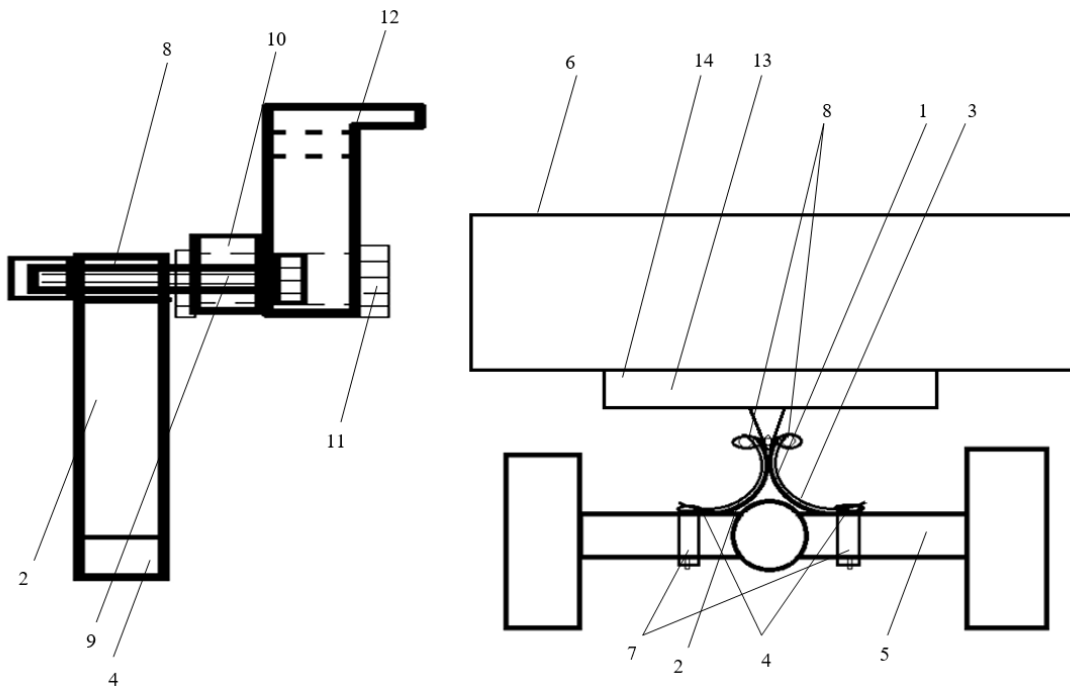


Рис. 1. Стабилизатор вертикальных колебаний моста колёсного транспортного средства: 1-конструкция, 2 и 3- полуэллиптические сдвоенные плоские пружины рессорного типа, 4-нижние окончания пружин, 5-мост транспортного средства, 6-транспортное средство, 7-стремьянки болтовые, 8- верхние окончания пружин, 9- болтовые соединения, 10- узел коромысла, 11- шарнир, 12- опорный рычаг, 13- поперечная траверса рамы, 14- рама транспортного средства

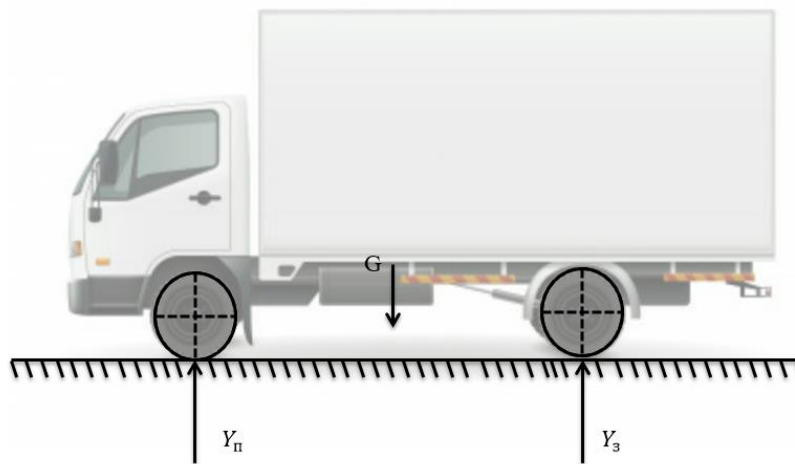


Рис.2. Схема к определению нормальных реакций почвы на ведущие колёса транспортного средства без работы устройства

Где A, B – ведущие колеса транспортного средства; G – общий вес автомобиля, $H, G_{вз}$ –вес, приходящийся на ведущий мост транспортного средства, H, N_A – реакция почвы на ведущее колесо A , направленная по нормали к поверхности; N_B – реакция почвы на ведущее колесо B , направленная по нормали к поверхности, H, B – поперечная база транспортного средства, м; $Y_з$ – вес, приходящейся на ведущее колесо транспортного средства, $H; Y_п$ – вес, приходящейся на переднее ведомое колесо транспортного средства, $H; X$ и Y –оси координат.

Определим реакции почвы на ведущие колеса транспортного средства.

Составим условия равновесия транспортного средства, принимая за центр моментов точку A , согласно схемы на рисунке 3.

Условия равновесия будут иметь вид:

$$\left. \begin{aligned} \sum F_x &= 0; \\ \sum F_y &= 0; \\ \sum m_A(\vec{F}_k) &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

или

$$N_B + N_A - G_{уз} = 0; \quad (3)$$

$$BN_B - G_{уз}B/2 = 0 \quad (4)$$

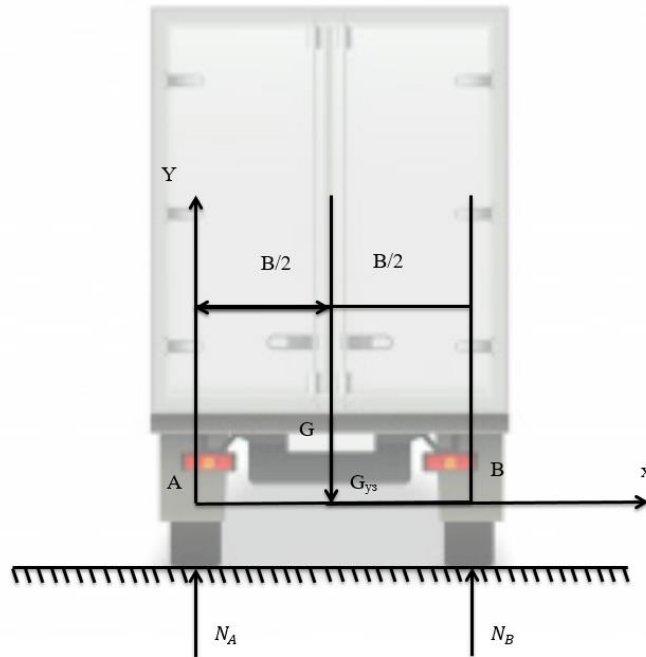


Рис. 3. Схема к определению нормальных реакций почвы на ведущие колёса транспортного средства без работы устройства

Выразим величины N_A и N_B из полученных уравнений (3 и 4):

$$N_A = G - N_B \quad (5)$$

$$Y_{\text{п}} = N_B = \frac{Gy_3}{2} \quad (6)$$

$$Y_3 = N_A = \frac{Gy_3}{2} \quad (7)$$

Таким образом, при работе транспортного средства без работы устройства сцепной вес распределяется на оба ведущих колеса в равной степени.

Рассмотрим параметры распределения сцепного веса при включении и работе устройства согласно схемы, представленной на рисунке 4.

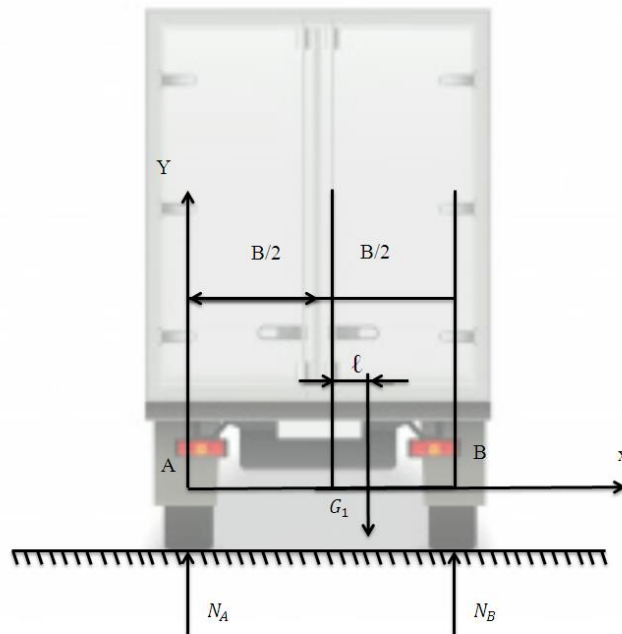


Рис. 4. Схема к определению нормальных реакций почвы на ведущие колёса транспортного средства при работе устройства, где G_1 - сцепной вес при перераспределении нагрузки за счёт работы устройства; l - расстояние смещения точки приложения сцепного веса при работе устройства.

Если сместить точку приложения сцепного веса, за счёт работы устройства на расстояние $(B + l)$ от ведущего колеса А и на расстояние $(B - l)$ от ведущего колеса В (рисунок 3), тогда условия равновесия примут вид:

$$\left. \begin{aligned} \sum F_x &= 0; \\ \sum F_y &= 0; \\ \sum m_A(\vec{F}_k) &= 0. \end{aligned} \right\} (8)$$

или

$$\left. \begin{aligned} N_A + N_B - G_1 &= 0; \\ BN_B - (B/2 + l)G_1 &= 0 \end{aligned} \right\} (9)$$

Решая совместно уравнения полученной системы, получаем силовые реакции :

$$Y_n = N_B = \frac{G_1(B+l)}{B}. (10)$$

$$Y_3 = N_A = \frac{G_1(B-l)}{B}. (11)$$

Уравнения (10) и (11) показывают, что при работе устройства происходит перераспределение сцепного веса между ведущими колёсами транспортного средства, находящимися на одной оси. Таким образом получено теоретическое обоснование работы предлагаемого устройства, установленного на транспортное средство колёсной формулы 4К2.

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. Стабилизатор вертикальных колебаний моста колёсного транспортного средства /Щитов С.В, Кузнецов Е.Е.// Пат. на полезную модель № 154775 Рос. Федерация заявитель и патентообладатель Дальневосточный гос. агр. университет., заявл. № 2015117097, зарегистрирована 05.05.2015 Опубликовано 10.09.2015 Бюл. № 25,10 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, Voiume:13, Issue:16.DOL:10.3923/jeasci.2018.6512.65.URL: <http://docsdrive.com/pdfs/medwelljournals/jeasci/2018/6850-6854.pdf>