

Повышение безопасности использования средств механизации на транспортных работах при применении способов улучшения устойчивости

Кузнецов Евгений Евгеньевич, доктор технических наук, доцент
 Поликутина Елена Сергеевна, кандидат технических наук
 Кузнецова Ольга Александровна, аспирант
 Вторников Александр Сергеевич, аспирант
 Кушнарев Алексей Николаевич, аспирант
 Дальневосточный государственный аграрный университет, г. Благовещенск

По характеру рельефа Амурская область делится на две части: равнинную и горную, геоморфологически разделенные на Амуро-Зейскую и Зейско-Буреинскую равнины. Горные и возвышенные участки в области занимают примерно 60%, равнины - 40% территории.

Посевная площадь региона – 2332,0 тыс. га, из них 53% приходится на равнинные участки, 47% на горно-таёжные области, расположенные в северной и центральной зонах земледелия. При этом в рельефе господствуют склоновые поверхности от 10° до 35° и выше [7, 8].

Учитывая важность использования колёсных транспортных средств общего назначения для транспортировки грузов [1,17,19] в этих условиях существует необходимость повышения безопасности движения, улучшения устойчивости [2,18], управляемости и маневренности [14, 20].

Ранее проведённые исследования [3, 4, 15,16] подтверждают, что решение этой задачи возможно при использовании устройств для рационального корректирования (перераспределения) сцепного веса в ходовой системе энергетического средства [5,6,9,10,11,10,13]. Принципиальная схема одного из устройств- регулятора поперечной устойчивости многоосного транспортного средства представлена на рисунке 1.

При формировании конструкции техническим решением задачи являлось создание устанавливаемого на силовых элементах рамы и ходовой части многоосного энергетического средства устройства -

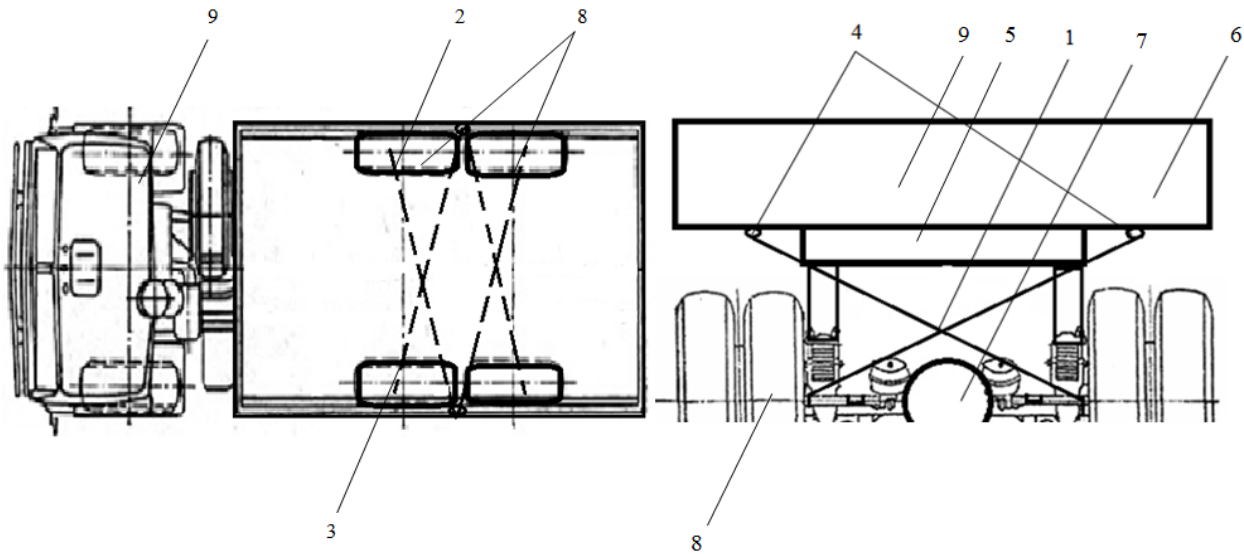


Рис. 1. Принципиальная схема регулятора поперечной устойчивости многоосного транспортного средства

регулятора поперечной устойчивости многоосного транспортного средства, включающего в себя систему амортизации вертикальных колебаний моста при движении по склонам и имеющего возможность перераспределения собственной нагрузки транспортного средства между противоположно-расположенными движителями одного моста или задней колёсной тележки.

Регулятор поперечной устойчивости многоосного транспортного средства, на который получен патент на изобретение [11], выполнен в виде конструкции 1, состоящей из двух одинаковых гибких тросовых силовых связей 2 и 3 (стандартных буксировочных тросов с петлевыми окончаниями), проходящих через опорные рычаги 4, имеющие вид скобы, сваренные посредством электродуговой сварки в нижнюю часть силовой траверсы рамы 5 или кузова 6 и закрепленные окончаниями на чулке моста 7, вблизи движителей 8 автомобиля 9 побортно.

Рассматриваемое устройство работает следующим образом:

При передвижении многоосного транспортного средства по склонам собственный вес вертикально-смещаемых движителей 8 моста 7, находящегося ниже по склону, производит силовое нагружение гибкой тросовой силовой связи 2 или 3, через опорный рычаг 4 вызывая прижатие противоположной части рамы 5 и кузова 6 автомобиля 9, обеспечивая изменение расположения центра масс, что приводит к снижению его высоты и перераспределению весовой нагрузки на противоположные движители колёсной тележки, находящиеся выше по склону, повышая устойчивость автомобиля, скорости движения и безопасные режимы эксплуатации.

Для обоснования конструктивно-режимных параметров был проведён анализ действующих сил при работе предлагаемого устройства, согласно схемы, представленной на рисунке 2.

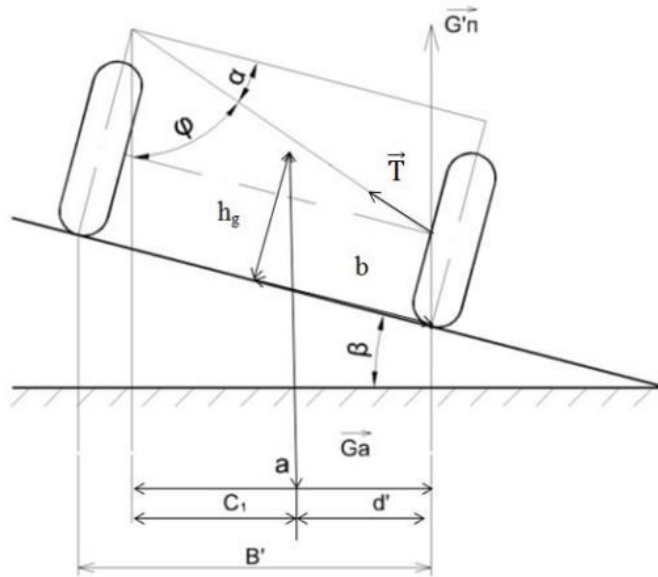


Рис.2. Схема сил, действующих при работе регулятора, где h_g – высота центра тяжести автомобиля, м; β – угол наклона, град, G_n – вес автомобиля, приходящийся на колесо, Н; G_a – вес автомобиля, Н; B – колея автомобиля, м; c – положение центра тяжести автомобиля в поперечной плоскости, м, T – сила натяжения троса, Н; $\varphi = \alpha - \beta$, α – угол крепления троса, град. При этом были введены дополнительные обозначения- коэффициенты догружения K_1 – для серийного автомобиля без догружающего устройства и K_2 – для экспериментального автомобиля с догружающим устройством:

$$K_1 = \frac{G'_n}{G_n} = \frac{2h_g}{B} \operatorname{tg} \beta + 1. \quad (1)$$

$$K_2 = \frac{G'_n}{G_n} = 1 + \frac{2h_g}{B} \operatorname{tg} \beta - \frac{2T}{G_a} \sin \varphi \left(\frac{a}{B} + \frac{h_g}{B} \operatorname{tg} \beta \right). \quad (2)$$

Для определения величины поперечного уклона дороги, при котором начинается опрокидывание автомобиля относительно догружаемого колеса, проведены экспериментальные исследования на примере работы автомобилей КамАЗ-55111 при выполнении перевозок сельскохозяйственных грузов по дороге с асфальтобетонным покрытием с отключенным и включенным регулятором поперечной устойчивости, на основе которых построен график, представленный на рисунке 3.

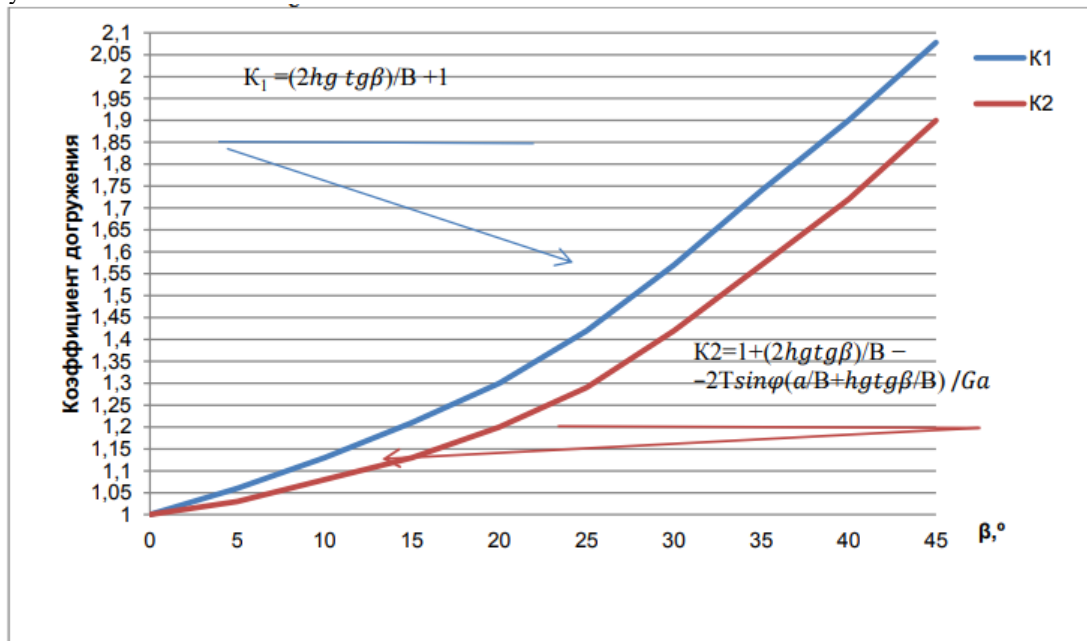


Рис.3. Зависимости коэффициента догружения колеса, находящегося ниже по склону от угла наклона автомобиля: K_1 – серийный вариант, K_2 – экспериментальный вариант

Как видно из приведенного графика (рисунок 3), при изменении угла наклона β нагрузка на колесо, находящееся ниже по склону, возрастает по гиперболической зависимости, при этом в случае использования догружающего устройства коэффициент догружения снижается более чем на 9%. Таким образом использование регулятора поперечной устойчивости позволяет снизить коэффициент догружения колеса, находящегося ниже по склону.

Проведённые исследования позволяют сделать вывод, что использование регулятора поперечной устойчивости многососного транспортного средства позволяет уменьшить нагрузку на колеса автомобиля при движении по склону

дороги в сравнении с серийным вариантом более чем на 9%, тем самым повышает поперечную устойчивость автомобиля, скорости движения, обеспечивает безопасную эксплуатацию транспортного средства на дорогах с большим углом наклона и склонах и, как следствие, позволит обеспечить повышение производительности и безопасность использования энергетических средств и средств механизации при перевозках грузов.

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. Кривуца, З.Ф. Повышение эффективности транспортно-технологического обеспечения АПУ Амурской области : дис. д-ра техн. наук: 05.20.01. Благовещенск, 2015.- 362 с.
3. Кузнецов, Е.Е. Методологическое обоснование выбора конструкции устройств рационального перераспределения сцепного веса / Е.Е. Кузнецов, С.В. Щитов [и др.] // Электронный научно-производственный журнал «АгроЭкоИнфо». - 2016. - №2(24). - 24 с.
4. Кузнецов, Е.Е. Пути повышения эффективности мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных агрегатов на полевых и транспортных работах : дис. д-ра техн. наук: 05.20.01. Благовещенск, 2017.- 312 с.
5. Корректор центра масс колёсного транспортного средства / Е.Е. Кузнецов, Щитов С.В. [и др.] // Патент на полезную модель № 166833, Заявка № 2016112011 от 30.03.2016. Опубликовано 10.12.2016. Бюл. № 34.
6. Межколёсный регулятор нагрузки автомобиля / Е.Е. Кузнецов, Щитов С.В. [и др.] // Патент на полезную модель № 164614, Заявка № 2016105934 от 19.02.2016. Опубликовано 10.09.2016. Бюл. № 25.
7. Министерство сельского хозяйства Амурской области, официальный сайт // [Электронный ресурс] URL <http://www.agroamur.ru/>
8. Погода 360, официальный сайт // [Электронный ресурс] URL <http://russia.pogoda360.ru/876253/avg/>
9. Пружинный регулятор тяговой нагрузки / Е. Е. Кузнецов, Щитов С.В. [и др.] // Патент на изобретение № 2590783, Заявка № 2015109927/11 от 20.03.2015. Опубликовано 10.07.2016. Бюл. № 19.
10. Регулятор поперечной устойчивости колёсного энергетического средства / Е.Е.Кузнецов, Щитов С.В. [и др.] // Патент на полезную модель № 169390, Заявка № 2016130038 от 21.07.2016. Опубликовано 16.03.2017. Бюл. № 8.
11. Регулятор поперечной устойчивости многоосного транспортного средства / Е. Е. Кузнецов, Щитов С.В. [и др.] // Патент на изобретение № 2658718, Заявка № 2017119106 от 31.05.2017. Опубликовано 22.06.2018. Бюл. № 18.
12. Стабилизатор вертикальных колебаний моста колёсного транспортного средства / Е.Е. Кузнецов, Щитов С.В. [и др.] // Патент на полезную модель № 154775, Заявка № 2015117097 от 05.05.2015. Опубликовано 10.09.2015. Бюл. № 25.
13. Тросовый догрузатель колёсного энергетического средства / Е. Е. Кузнецов, Щитов С.В. [и др.] // Патент на полезную модель № 164093, Заявка № 2015153394/11 от 11.12.2015. Опубликовано 20.08.2016. Бюл. № 23.
14. Худовец В.И., Кузнецов Е.Е., Щитов С.В. Использование многоосных энергетических средств класса 1,4: Монография. ДальГАУ-Благовещенск, 2013.-153 с.
15. Щитов, С.В. Пути повышения агротехнической проходимости колёсных тракторов в технологии возделывания сельскохозяйственных культур Дальнего Востока: дис. д-ра техн. наук: 05.20.01. Благовещенск, 2009.- 325 с.
16. Щитов, Е.Е. Повышение тягово-сцепных свойств тракторно-транспортных агрегатов за счёт использования межколёсного регулятора / С.В. Щитов, Е.Е. Кузнецов, [и др.] // Дальневосточный аграрный вестник. - 2017.-№1(41). - С.96-103.
17. Increasing The Shallowness Of The Wheeled Tractors / Shchitov SV, Tikhonchuk PV, Bumbar IV, Krivuca ZF, Samuilo VV, 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>
18. Experimental studies of the effectiveness of the design for the cross-axle redistribution of the weight load of the car / S.V. Shchitov., Z.F. Krivutsa, O.A. Kuznetsova // International Journal of Applied Engineering Research (IJAER) ISSN 0973-4562 Volume 14, Number 24 (2018) pp. 16747-16752
19. Increasing the Efficiency of Transport and Technological Complexes Used in Crop Harvesting/ S.V. Shchitov., Z.F. Krivutsa, E.E. Kuznetsov // 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>
20. Improvement of efficiency of use of wheeled transport vehicles in the agro-industrial complex// S.V. Shchitov., Z.F. Krivutsa, E.E. Kuznetsov // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems(JARDCS) ISSN:1943-023X, 13-Special Issue, 2018, pp. 707-714 <http://www.jardcs.org/abstract.php?archiveid=6036>