

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОПЕРЕЧНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЛОЖЕНИЯ КОЛЕСНЫХ МАШИН С ШАРНИРНО-СОЧЛЕНЁННОЙ РАМОЙ

Полянский А.С., д.т.н., проф., Задорожная В.В. к.т.н., доц., Переверзева Л.Н., старший преподаватель,

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Получена математическая модель углового возмущенного движения в поперечной плоскости шарнирно-сочлененного колесного средства транспорта на поперечном уклоне с учетом наличия упругого элемента в горизонтальном шарнире между секциями. Применение упругих элементов позволяет демпфировать модальные угловые скорости секций до 20%. Полученные результаты подтверждены экспериментальными исследованиями и могут быть использованы для повышения поперечной устойчивости.

Введение

Повышение поперечной устойчивости положения колесных средств транспорта в значительной степени влияет на безопасность их эксплуатации. Для шарнирно-сочлененных машин, в связи с их конструктивными особенностями, это имеет особенное значение. Известно, что обеспечивать и повышать поперечную устойчивость можно различными способами, в том числе изменением конструкции или ее дополнением различными элементами. При этом важной составляющей такого процесса является прогнозирование степени влияния предлагаемых разработок на параметры устойчивости положения средств транспорта путем математического моделирования, сокращая затраты на создание дорогостоящих натуральных образцов.

Анализ последних достижений и публикаций

Исследованиями характеристик движения динамических систем, в том числе колесных средств транспорта, занималось большое количество авторов [1-13]. Основная масса таких исследований направлена на определение параметров устойчивости движения и плавности хода. Определение характеристик устойчивости положения неразрывно связано как с конструктивными параметрами машины, так и с параметрами движения. В классических трудах А.М. Ляпунова устойчивость динамической системы рассматривается не как свойство самой системы, а как свойство ее движения, характеризующее взаимосвязь возмущенного и невозмущенного состояния движения, независимо от того, как и вследствие чего оно осуществляется. Если возмущающее воздействие не прекращается в определенное время, то можно утверждать, что: «Движение механической системы устойчиво, если при действии ограниченных возмущений отклонения от невозмущенного движения

остаются ограниченными»[1]. Поэтому решение задач, связанных с определением параметров и повышением поперечной устойчивости положения таких машин моделированием взаимосвязи возмущенного и невозмущенного состояния движения, является актуальным.

Цель и постановка задачи

Целью работы является повышение поперечной устойчивости шарнирно-сочлененных средств транспорта на основе применения упругого элемента в горизонтальном шарнире. Для достижения поставленной цели необходимо решить задачу математического моделирования появления углового возмущения в поперечной плоскости движения шарнирно-сочлененного колесного средства транспорта на уклоне.

Разработка математической модели движения шарнирно-сочлененного колесного средства на уклоне

Рассмотрим движение колесной машины на поперечном уклоне (рис.1).

Условия бокового опрокидывания машины является поворот остова машины в поперечной плоскости на угол γ_{np} , являющийся предельным по условию устойчивости положения в поперечной плоскости.

$$\gamma_{np} = \alpha - \beta, \quad (1)$$

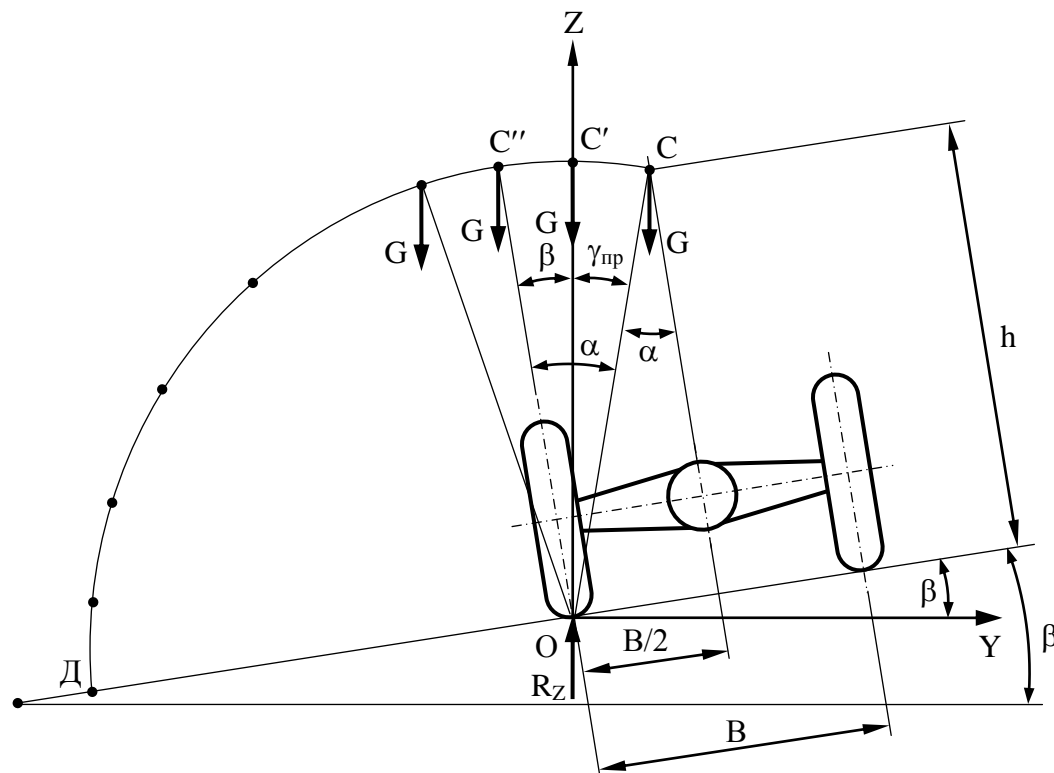


Рис. 1 Расчетная схема для оценки поперечной устойчивости положения колесных машин

где α - угол поперечной статической устойчивости колесной машины,

$$\alpha = \arctg \frac{B}{2h} \quad (2)$$

B – колея машины (поперечная колесная база);

h - высота центра масс машины;

β - угол поперечного уклона дороги.

Очевидно, что при появлении углового возмущения γ_e в поперечной плоскости ($(\gamma_e \geq \gamma_{np})$) линия действия силы тяжести G будет проходить левее оси OZ и момент стабилизирующей от силы тяжести G станет опрокидывающим. Машина теряет устойчивость положения и опрокинется даже при исчезновении возмущающих воздействий. Таким образом, γ_{np} является предельным угловым кинематическим возмущением при превышении которого теряется устойчивость. В случае использования различных систем автоматической динамической стабилизации положения машины, необходимо определить параметры возмущенного движения остова в поперечной плоскости на более ранней стадии появления последнего. В этом случае целесообразно определять в качестве возмущений угловую скорость и ускорение остова машины в поперечной плоскости.

Конструкцию устройства, что снижает вертикальные ускорения, представляет корпус, в котором установлен горизонтальный и вертикальный шарниры, а также упорные элементы, выполненные, в виде приливов и оснащены демпфирующими элементами, которые связаны одним концом с приливом на корпусе шарнира, а другим – с приливом полурамы, причем приливы шарнира и полурамы выполнены в виде стаканов [4].

Устройство для обеспечения поперечной устойчивости колесных машин с шарнирно-сочлененной рамой (рисунок 2) состоит: из корпуса 1, в котором установлены горизонтальный и вертикальный шарниры, соединяющие собой переднюю 2 и заднюю 3 полурамы, приливы в виде стаканов 4 и демпфирующие элементы 5.

Устройство работает следующим образом. Во время движения неровностями возникают динамические нагрузки за счет взаимного перемещения передней 1 и задней 2 полурамы в вертикальной плоскости. Установленные демпфирующие элементы 5 создают усилие, которое направлено на выравнивание положения полурамы и уменьшения их скорости относительно перемещения. Это позволяет повысить поперечную устойчивость колесных машин с шарнирно-сочлененной рамой во время движения по неровностям.

Оснащение устройством колесных машин с шарнирно-сочлененной рамой обеспечит уменьшение динамических нагрузок во время движения неровностями и недопущение превышения указанной границы значения угла наклона передней полурамы, относительно задней, повышения поперечной устойчивости и надежности при эксплуатации.

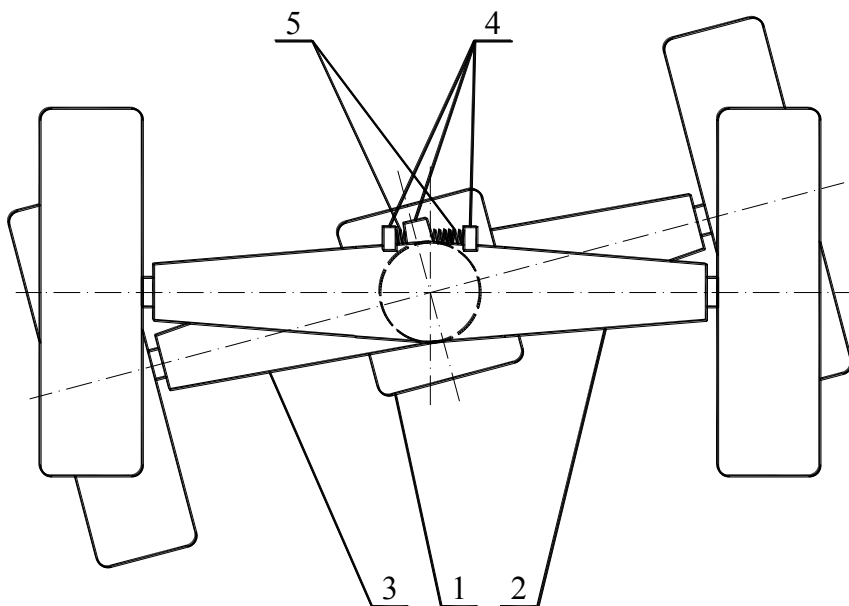


Рисунок 2. Устройство для обеспечения поперечной устойчивости колесных машин с шарнирно-сочлененной рамой: 1 – корпус; 2 – передняя полурама; 3 – задняя полурама; 4 – стаканы; 5 – демпфирующие элементы.

Предложенный подход позволяет учесть взаимодействие полурам в процессе движения; вязко-упругие характеристики демпфирующих элементов трактора.

Выводы

Разработана математическая модель углового возмущения γ_e в поперечной плоскости при движения шарнирно-сочлененного колесного средства транспорта на уклоне.

Наличие упругих элементов в горизонтальном шарнире между секциями повышает поперечную устойчивость положения машины при движении на уклоне за счет снижения модальных угловых скоростей секций до 20%.

Список литературы

1. Дорошенко Н. А. Обоснование и разработка методов выбора параметров трактора, типа Т-150К по показателям плавности хода и устойчивости на транспортных работах: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.05.03 / Н. А. Дорошенко. - Харьков, 1990. – 22 с.
2. Коновалов В.Ф. Динамическая устойчивость тракторов / В.Ф. Коновалов – М.: Машиностроение, 1981. – 144 с.
3. Влияние возмущающей силы на устойчивость колёсных машин при боковом опрокидывании / М. А. Подригало, А. С. Полянский, Д. М. Клец, В. В. Задорожня // Вісті Автомобіль.-дорожн. ін.-ту: Науково-

виробничий збірник – Горлівка: ДВНЗ «ДонНТУ» АДІ., 2010. - №1(10). – С.127-133.

4. Пристрій для забезпечення поперечної стійкості колісних машин з шарнірно-зчленованою рамою. Пат. 63377 Україна, МПК В62D 21/00 / Подригало М.А., Полянський О.С., Дубінін Е.О., Клец Д.М., Задорожня В.В. (Україна). - №201103211; Заявл. 18.03.11; Опубл. 10.10.11, Бюл. №21. – 2с.

Анотація

МОДЕЛЮВАННЯ ПОПЕРЕЧНОЇ СТІЙКОСТІ ПОЛОЖЕННЯ КОЛІСНИХ МАШИН З ШАРНІРНО-ЗЧЛЕНОВАНОЮ РАМОЮ

Полянський О.С., Задорожня В.В., Переверзева Л. М.

Отримана математична модель кутового обуреного руху в поперечній площині шарнірно-зчленованого колісного засобу транспорту на поперечному ухилі з урахуванням наявності пружного елемента в горизонтальному шарнірі між секціями. Застосування пружних елементів дозволяє демпфувати модальні кутові швидкості секцій до 20%. Отримані результати підтверджені експериментальними дослідженнями і можуть бути використані для підвищення поперечної стійкості.

Abstract

SIMULATION OF LATERAL STABILITY WHEEL CAR WITH ARTICULATED TRUCKS

A. Polyansky, V. Zadorozhnyaya, L. Pereversev

The mathematical model of the angular perturbed motion in the transverse plane of the articulated wheeled means of transport in cross slope based on the availability of the elastic element in the horizontal joint between sections. The use of elastic elements makes it possible to damp angular velocity modal sections up to 20%. The obtained results are confirmed by experimental studies and can be used to improve lateral stability.