

Разработка статического алгоритма управления подвеской многоосных колесных машин: автоматизированное преодоление траншеи

77-30569/347098

09, сентябрь 2011

Жилейкин М. М.

УДК. 62-522.2

МГТУ им. Н.Э. Баумана
jileykin_m@mail.ru

Введение

Профильная проходимость характеризует способность автомобиля к преодолению естественных и искусственных профильных препятствия на местности (подъемов, косогоров, кюветов, уступов, рвов и т. п.). Как известно, профильная проходимость автомобиля ограничивается прежде всего его конструктивными параметрами геометрическими параметрами проходимости, размерами колес, схемами расположения осей по базе и т. д. В то же время существенное влияние на профильную проходимость оказывают тяговые возможности автомобиля, которые зависят не только от свойств опорной поверхности, но и от подводимых к ведущим колесам крутящих моментов [1].

Вопросы, связанные с преодолением автомобилем препятствий, рассматривались в трудах известных отечественных и зарубежных ученых – ЯС. Агейкина [2], М.Г. Беккера [3] и др. В них достаточно подробно исследовано влияние конструктивных параметров автомобиля на его профильную проходимость и обоснованы соответствующие рекомендации по выбору этих параметров при проектировании автомобилей. Анализ существующих научных работ показывает, что исследования профильной проходимости автомобиля не получили столь же продуктивного развития, как работы в области опорной проходимости и были, как правило, ограничены упомянутыми практическими рекомендациями [1]. Это можно объяснить тем, что возможности повышения профильной проходимости колесных машин ограничены их геометрическими параметрами, а также недостаточной приспособленностью колеса к преодолению сопоставимых по размеру с ним препятствий.

Одним из эффективных способов повышения параметров профильной проходимости многоосных колесных машин (МКМ) является создание управляемых систем поддресоривания. В работе [4] уже рассматривались вопросы преодоления МКМ эскарпов. Было показано, что, за счет разработки алгоритмов управления подвеской, достигнуто снижение нагруженности несущей системы машины и обеспечена стабилизация корпуса МКМ по углу продольного крена. Еще одним видом препятствий являются рвы (траншеи). Возможность преодоления рва определяется числом и расположением мостов, размером колес и положением центра масс автомобиля по базе.

1. Алгоритм автоматизированного преодоления траншеи

Исследование процесса преодоления МКМ траншеи проводилось в работе методами имитационного моделирования. Для описания движения колесного шасси по дорожной поверхности была использована математическая модель, разработанная на кафедре «Колесные машины» МГТУ им. Н.Э. Баумана [5]. Особенностью математической модели движения МКМ по неровностям является то, что скорость машины задается не принудительно, а формируется силами взаимодействия вращающихся колесных движителей с опорным основанием. Это позволяет получить высокую точность при моделировании реальных процессов движения МКМ. Программа разработана в среде Simulink программного комплекса Matlab.

Проведено моделирование переезда машины с колесной формулой 8×8 полной массой 60 т через траншею шириной 1,5 м. При этом максимальный ход подвесок колес составляет 0,4 м, скорость движения МКМ - 1,2 км/ч.

При схеме расположения мостов 2 – 2 особых проблем не возникает (рис. 1).

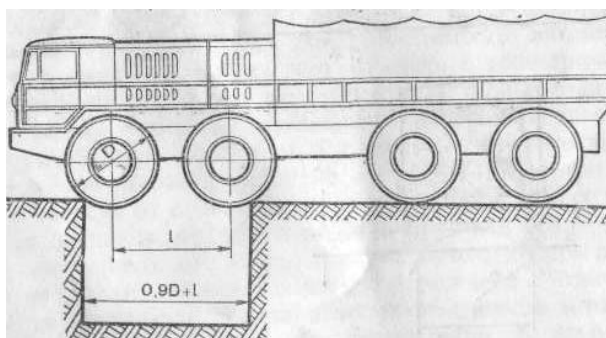


Рис. 1. Преодоление траншеи четырехосной МКМ со схемой расположения мостов 2 – 2

Однако преодоления такого препятствия машиной со схемой расположения мостов 1 – 2 – 1 показало, что, если ширина траншеи даже на 5 % превышает диаметр колеса, МКМ такое препятствие не преодолевает (рис. 2, а, б).

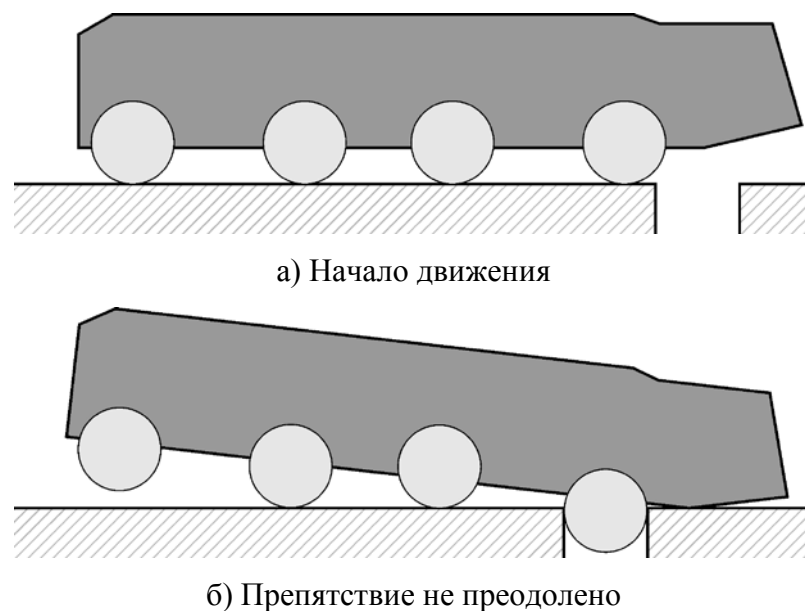


Рис. 2. Преодоление траншеи МКМ 8х8 со схемой расположения мостов 1 – 2 – 1 с неуправляемой подвеской

Целью данной работы является создание алгоритма управления системой поддрессоривания, обеспечивающего повышение параметров проходимости МКМ в случае преодоления траншеи. Требования к алгоритму управления приведены в работе [4].

Рассмотрим схему алгоритма преодоления траншеи.

1 этап. Начало движения. Корпус выставляется в положение «дифферент на корму», что обеспечивает увеличение время «клевка», когда первая ось МКМ проваливается вниз. За это время машина успевает продвинуться вперед и поставить колеса первой оси на противоположный брусстер траншеи (рис. 3 а).

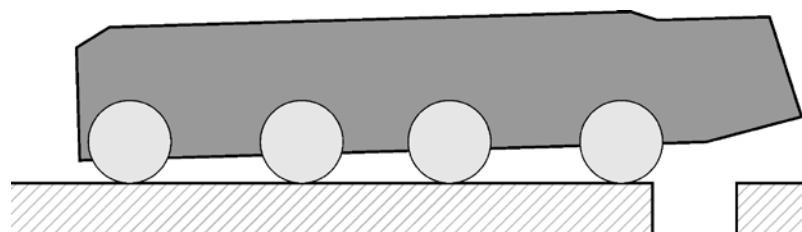
2 этап. После заезда колес первой оси на противоположный брусстер траншеи корпус выравнивается. Далее начинается вывешивание колес второй оси, что фиксирует датчик относительных перемещений подвески (колеса «повисли» на ограничителе хода отбоя). В этот момент колеса второй оси «поджимаются» в среднее положение. Это обеспечивает гораздо более плавный заезд колес второй оси на препятствие (рис. 3 б, в).

3 этап. Вывешивание колес третьей оси, что фиксирует датчик относительных перемещений подвески (колеса «повисли» на ограничителе хода отбоя). В этот момент

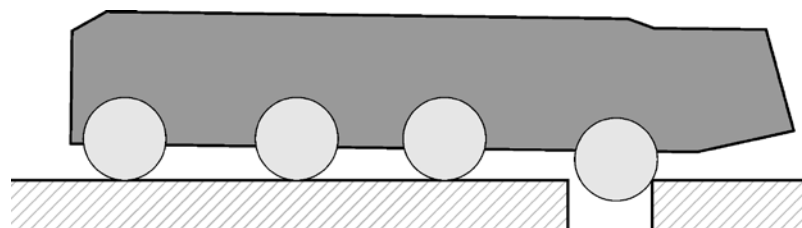
колеса третьей оси «поджимаются» в среднее положение. Это обеспечивает гораздо более плавный заезд колес второй оси на препятствие (рис. 3 г).

4 этап. После того, как колеса третьей оси преодолели препятствие, корпус выставляется в положение «дифферент на нос», что обеспечивает увеличение время «приседания», когда четвертая ось МКМ проваливается вниз. За это время машина успевает продвинуться вперед и поставить колеса четвертой оси на противоположный брусстер траншеи (рис. 3 д – ж).

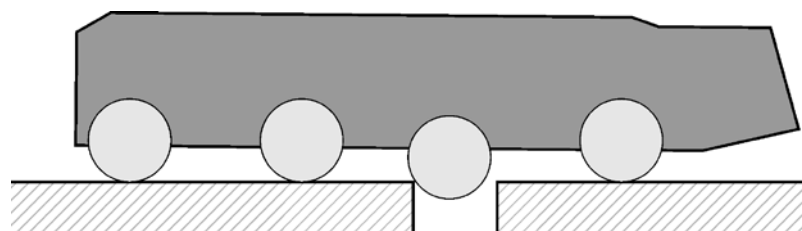
5 этап. После того, как колеса четвертой оси преодолели препятствие, корпус выравнивается (рис. 3 з).



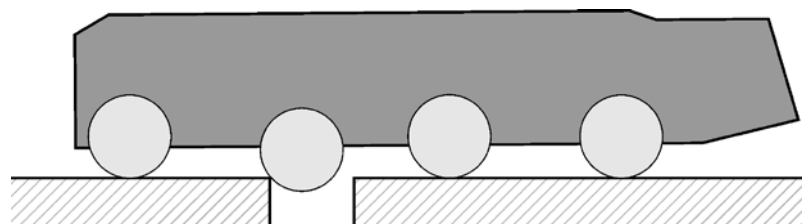
а) Корпус установлен в положение «дифферент на корму»



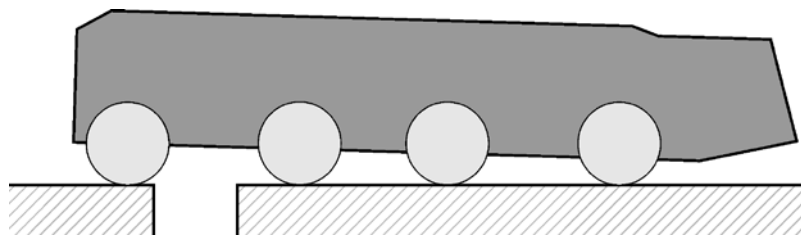
б) Колеса первой оси поставлены на брусстер траншеи



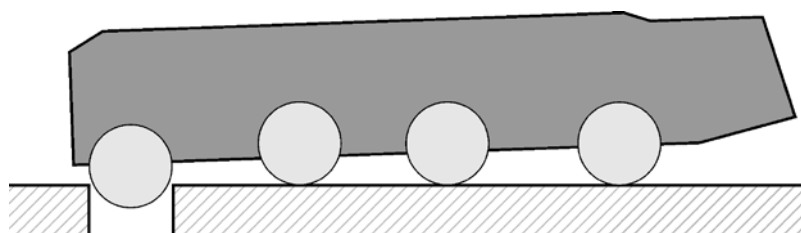
в) Преодоление траншеи колесами второй оси



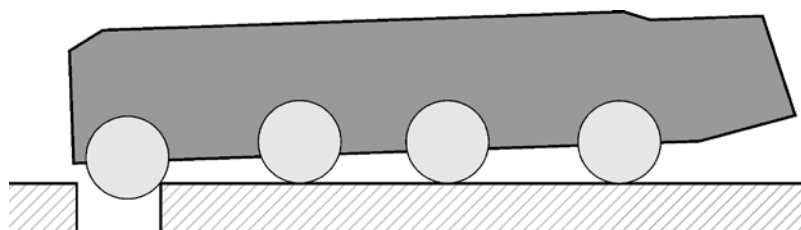
г) Преодоление траншеи колесами третьей оси



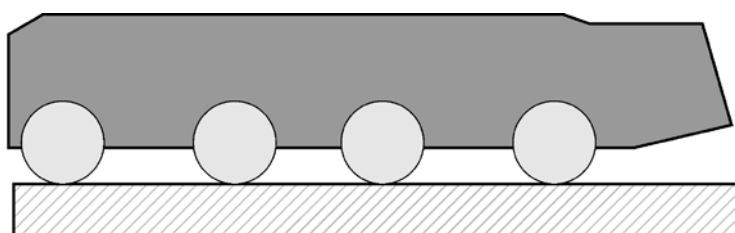
д) Корпус установлен в положение «дифферент на нос»



е) Колеса четвертой оси преодолевают траншею



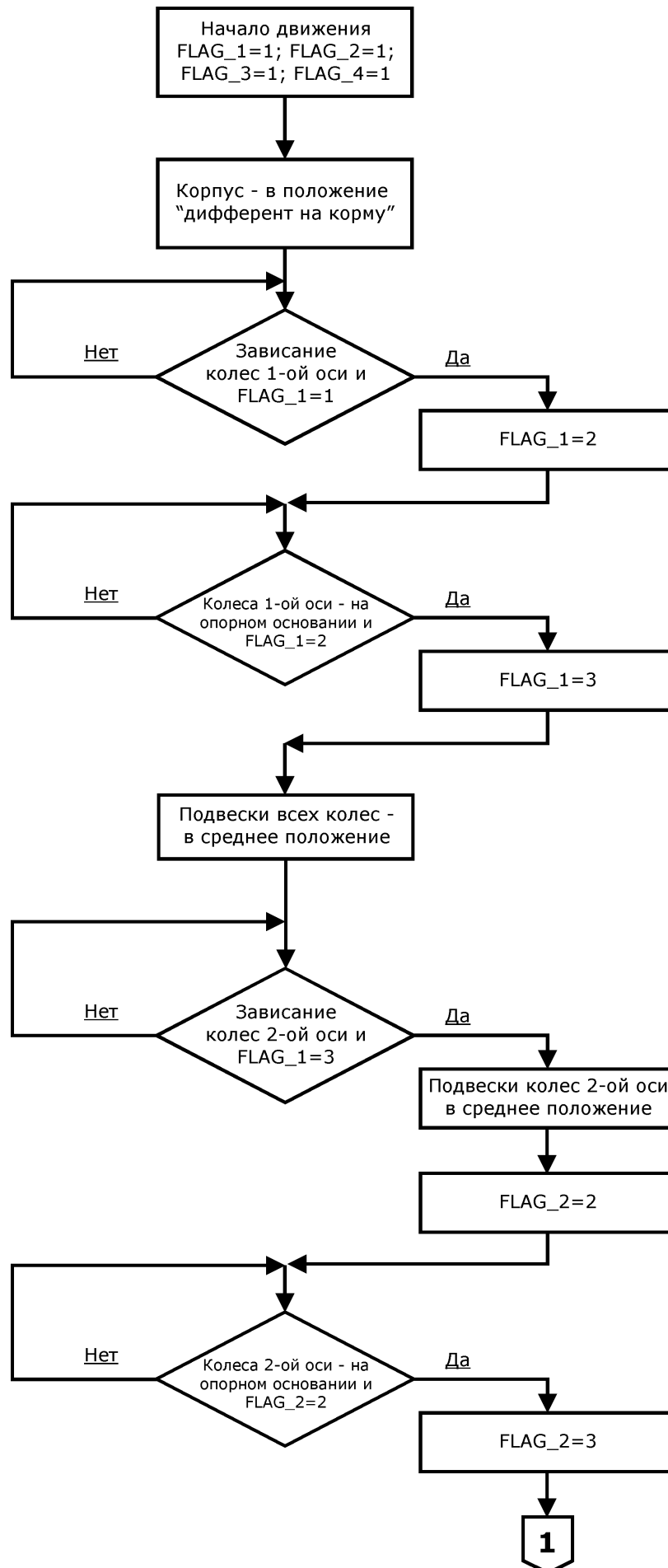
ж) Колеса четвертой оси поставлены на брусстер траншеи



з) Выравнивание корпуса МКМ

Рис. 3. Преодоление траншеи МКМ 8x8 со схемой расположения мостов 1 – 2 – 1 с управляемой подвеской

На рис. 4 приведен алгоритм управления подвеской МКМ, который обеспечивает реализацию рассмотренных выше этапов движения при преодолении траншеи.



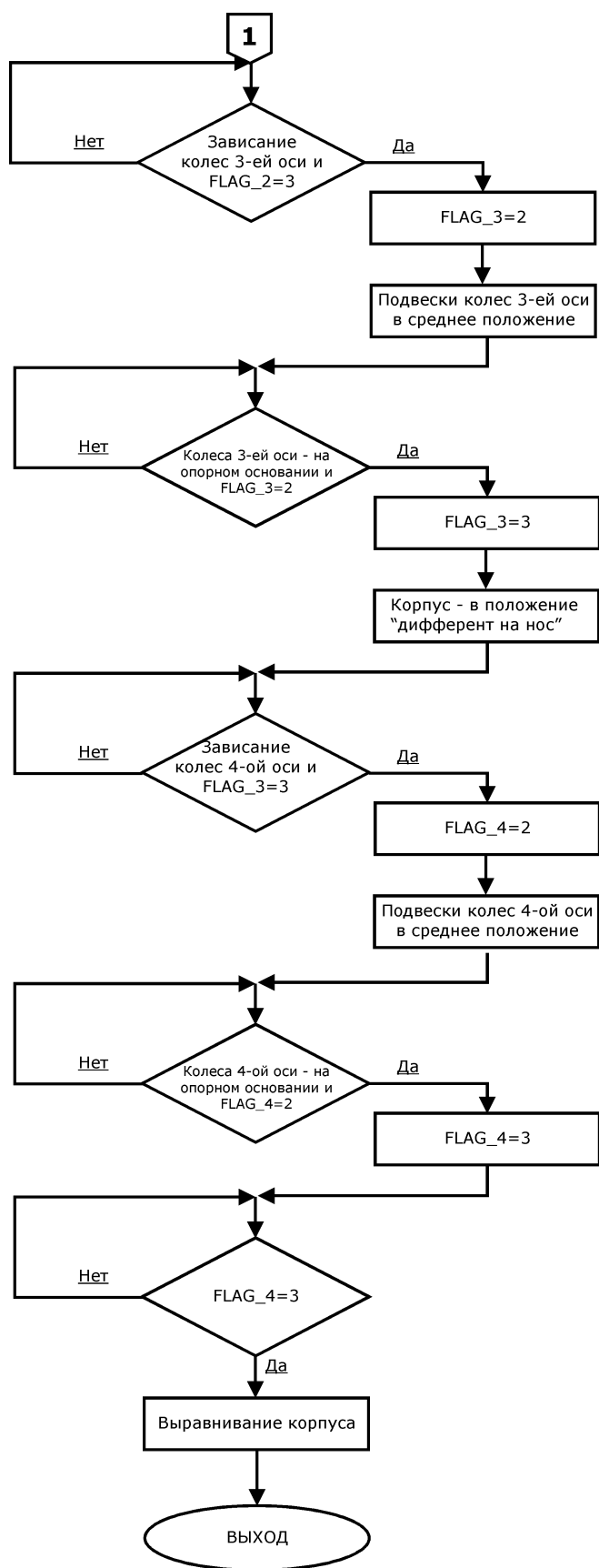


Рис. 4. Блок-схема алгоритм управления подвеской МКМ при преодолении траншеи

2. Анализ работоспособности алгоритма

Преодоление траншеи МКМ связано с возникновением ударных нагрузок со стороны подвески на раму машины в моменты переезда траншеи колесами первой и четвертой оси. При проведении моделирования были получены зависимости действующих сил в подвесках МКМ от времени (рис. 5) при преодолении траншеи для управляемой подвески, а также график изменения продольного угла наклона корпуса при преодолении траншеи для управляемой подвески (рис. 6).

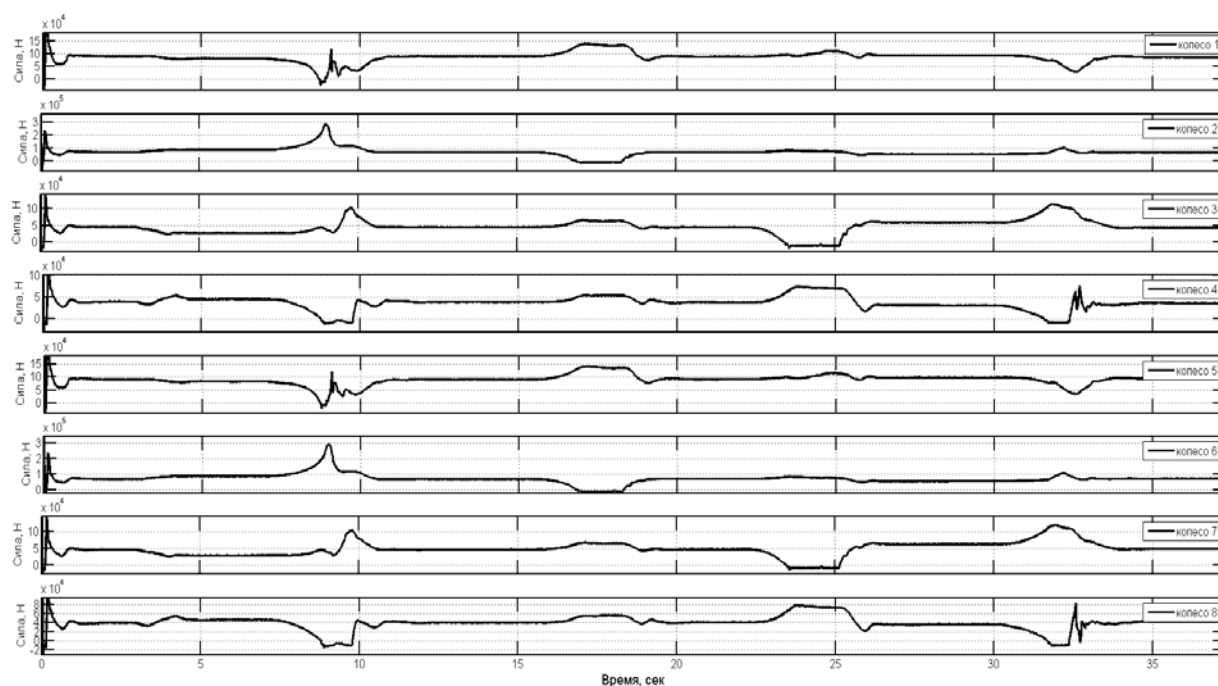


Рис. 5. Графики изменения сил в подвесках при преодолении траншеи для управляемой подвески

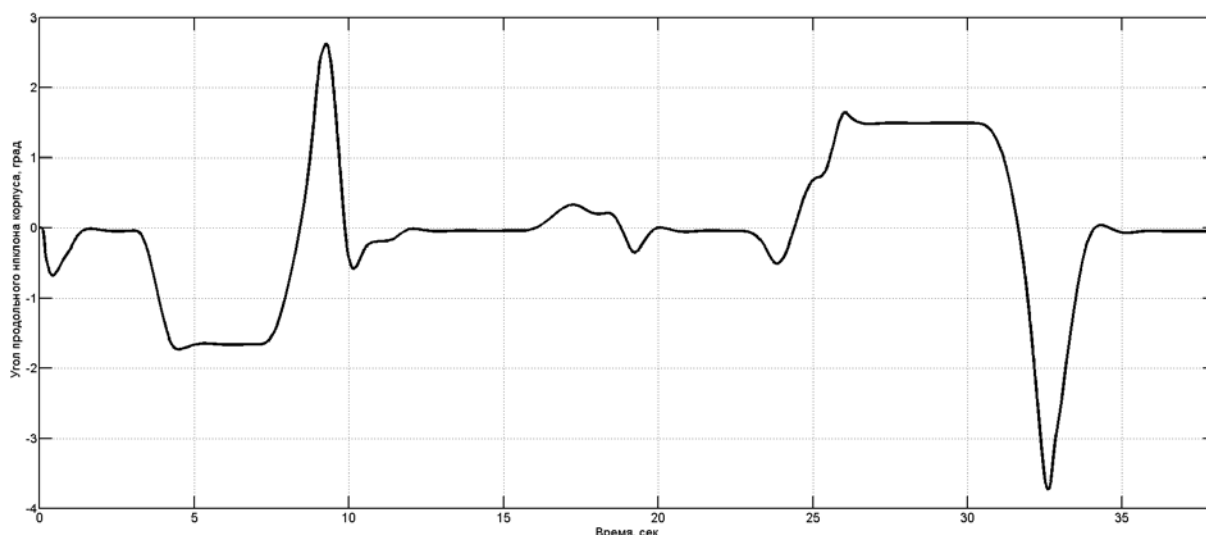


Рис. 6. График изменения продольного угла наклона корпуса при преодолении траншеи для управляемой подвески

Из приведенных графиков видно, что силы в подвесках колес первой и четвертой оси в момент удара о брусстер траншеи не более чем на 20 % превышают статическую нагрузку, что является приемлемым уровнем динамической нагруженности несущей системы со стороны подвески [6]. Максимальное значение угла продольного наклона корпуса не превышает 3 градусов, что не препятствует водителю выполнять функции управления скоростью и направлением движения машины. Полученные результаты моделирования позволяют сделать вывод о работоспособности предложенного алгоритма.

Заключение

В работе впервые предложен алгоритм управления подвеской МКМ, который обеспечивает повышение профильной проходимости многоосных колесных машин при преодолении траншеи. Основным достоинством алгоритма является автоматическое управление подвеской, что означает, что водитель не участвует в процессе управления системой поддрессоривания, выполняя лишь свойственные ему функции управления скоростью и направлением движения.

Предложенный алгоритм с успехом может быть использован при разработке управляемых систем поддрессоривания перспективных транспортно-технологических комплексов на базе МКМ.

Список литературы

1. Шухман С. Б., Соловьев В. И., Малкин М. А. Теоретическое исследование профильной проходимости полноприводного автомобиля [Электронный ресурс] //

- Электрон. журн. «Наука и образование: электронное научно-техническое издание». 2010. Выпуск 11. – Режим доступа: <http://technomag.edu.ru/doc/163675.html> , свободный.
2. Агейкин Я.С. Проходимость автомобилей. – М.: Машиностроение, 1981. – 232 с.
 3. Беккер М.Г. Введение в теорию систем «местность – машина»: Пер. с англ. / Под ред. В.А. Гуськова – М.: Машиностроение, 1973. – 520 с.
 4. Жилейкин М.М. Разработка статического алгоритма управления подвеской многоосных колесных машин: автоматизированное преодоление эскарпа [Электронный ресурс] // Электрон. журн. «Наука и образование: электронное научно-техническое издание». 2011. Выпуск 8, № 77-30569/347058 – Режим доступа: <http://technomag.edu.ru/doc/347058.html> , свободный.
 5. Проектирование полноприводных колесных машин: Учебник для вузов: В 3 т. Т.3 / Б.А. Афанасьев, Б.Н. Белоусов, Л.Ф. Жеглов и др.; Под ред. А.А. Полунгяна. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 432 с.
 6. Белоусов Б.Н., Попов С.Д. Колесные транспортные средства особо большой грузоподъемности. Конструкция. Теория. Расчет. / Под общ. ред. Б.Н. Белоусова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 728 с.