

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПОПЕРЕЧНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ТРЁХКОЛЁСНОЙ МАШИНЫ

Ивлев М.Н.

научный руководитель д-р техн. наук Анопоченко В.Г.

Сибирский Федеральный Университет

Политехнический институт

Устойчивость является важнейшим эксплуатационным свойством автомобиля, значения которой закладываются на стадии проектирования и уточняются в процессе эксплуатационных испытаний. В настоящее время возрастает интерес к городским малогабаритным транспортным средствам (МТС), способным, по мнению специалистов, значительно снизить загрязнение воздушного бассейна и разгрузить проезжую часть населенных пунктов.

Объектом исследования является индивидуальное трёхколесное МТС с задним ведущим и передними управляемыми колесами.

Целью работы является обоснование компоновочного решения МТС, минимизирующего вероятность бокового опрокидывания при заданном динамическом факторе по сцеплению ведущего колеса.

Для реализации поставленной цели были решены следующие задачи:

- Выбран прототип компоновочного решения -легкий двухместный трицикл - модель T-REX16S Канадской компании «Campagna Motors», специализирующейся на производстве трехколесных транспортных средств (рис.1);
- Выбраны (из числа серийно выпускаемых в РФ) автомобильные узлы и агрегаты, массогабаритные параметры которых использованы при эскизном проектировании двухместного МТС;
- Выполнен расчет показателей тягово-скоростных свойств проектируемого МТС;
- Определены характерные показатели поперечной устойчивости проектируемого МТС.



Рис.1. Двухместный трицикл Канадской компании «Campagna Motors», модель T-REX16S

В докладе приведены некоторые результаты сравнительной оценки поперечной устойчивости трёхколёсной машины. В табл. 1 представлен массив исходных данных, использованный при расчете показателей поперечной устойчивости МТС, имеющих трех- и четырехколесное шасси. В последнем варианте исполнения колея задних колес равна колее передних.

Таблица 1.3

Массив исходных данных для расчётов показателей поперечной устойчивости

Параметр	Размерность	Значение
База L	м	2,300
Колея передних колес B	м	1,430
Высота центра масс h	м	0,60
Полная масса m	кг	800
Пределы варьирования скорости движения МТС	км/ч	(10 ... 60)
Пределы варьирования абсциссы $L1$ центра масс в долях от базы ($L1 / L$)	-	(0,2 ... 0,8)
Основной радиус поворота R	м	20
Коэффициент сцепления φ	-	0,7

В отличие от прототипа, посадочные места МТС выполнены более комфортными с точки зрения быстрой посадки-высадки людей, что привело к некоторому увеличению ординаты центра масс (рис.2) и нуждается в количественной оценке влияния этого параметра на поперечную устойчивость.

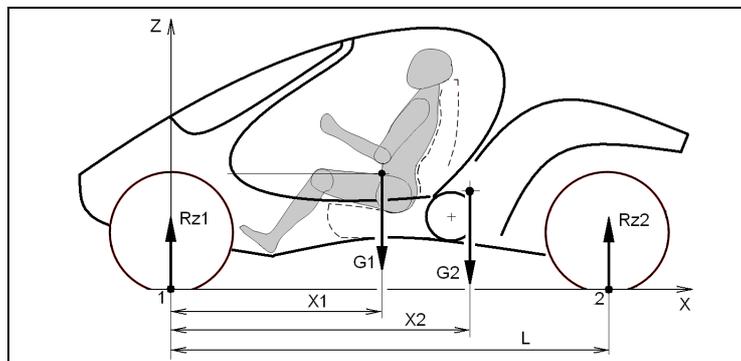


Рис. 2. Расчетная схема для определения координат центра масс груженого МТС: $G1$ – сила тяжести людей, $G2$ – сила тяжести снаряженного МТС

На рис.3 представлена расчетная схема кругового движения трёхколесной машины.

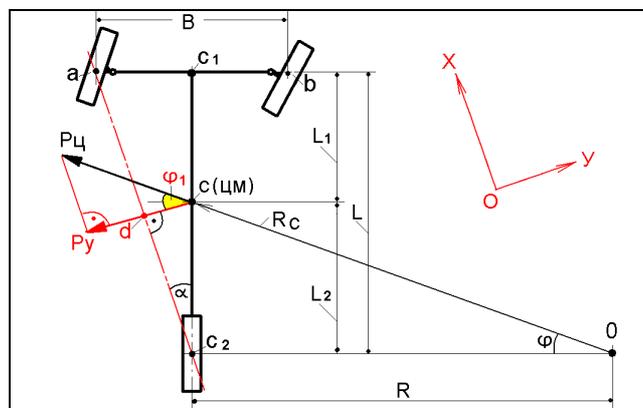


Рис. 3. Расчетная схема для определения зависимости боковых сил и моментов от окружной скорости и абсциссы $L1$ центра масс МТС при круговом движении

Из рис. 3 следует базовое противоречие заднеприводного трехколесного МТС: для увеличения сцепной силы тяги следует максимально смещать ЦМ к заднему колесу, а для увеличения момента, удерживающего машину от поперечного опрокидывания, следует увеличивать его плечо cd , т.е. максимально смещать ЦМ к переднему колесам.

Расчеты показали, что при варьировании $L1$ в принятых пределах плечо cd и удерживающий момент ($Ga \cdot cd$) изменяются в четыре раза, т.е. весьма существенно.

Рис.4 показывает, что повороты с радиусами, характерными для перекрестков, можно безопасно реализовывать даже при расположении ЦМ в середине базы МТС. В частности, поворот с $R = 20$ м можно проходить на скорости 40 км/ч, а при уменьшении $L1$ до значения $0,2 L$, скорость можно увеличить до 50 км/ч.

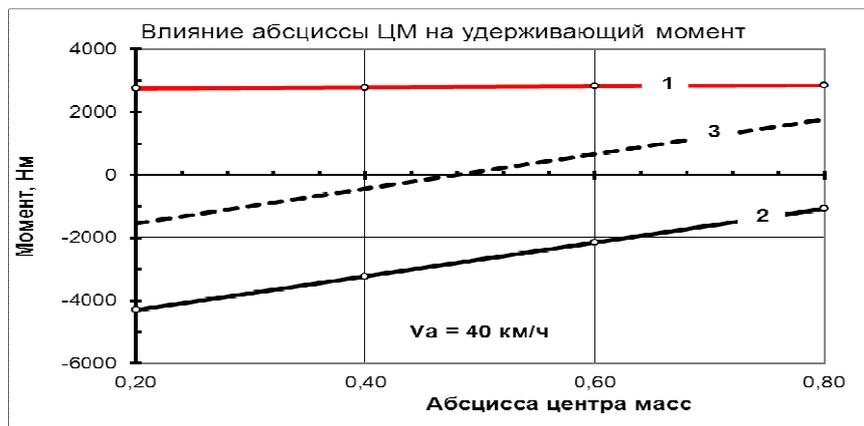


Рис. 4. Зависимость опрокидывающего (кривая 1) и удерживающего (кривая 2) момента от положения центра масс МТС. Кривая 3 – алгебраическая сумма моментов 1 и 2.

Из полученных результатов также следует, что поперечная устойчивость по критерию опрокидывания вполне приемлема для городского автомобиля. В частности, на рис.5 показано, что устойчивое (по опрокидыванию) круговое движение с 20-метровым радиусом возможно до скорости в 50 км/ч, однако при $L1 = 0,5 L$ критическая скорость снижается до 40 км/ч.

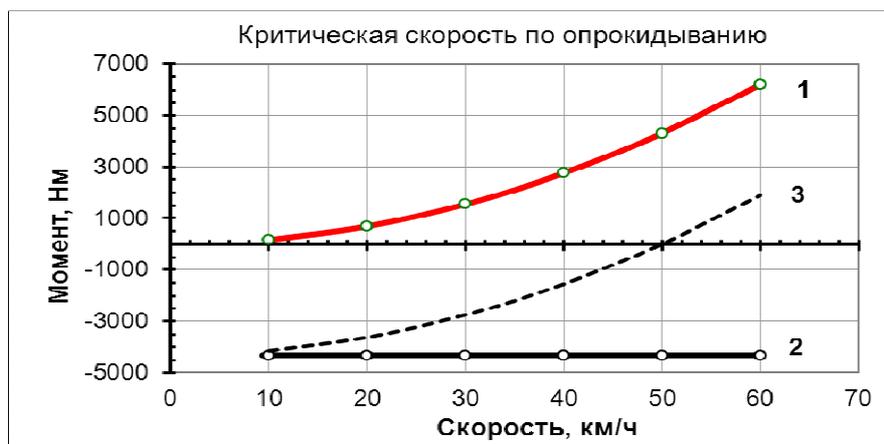


Рис. 5. Зависимость опрокидывающего (кривая 1) и удерживающего (кривая 2) момента от окружной скорости МТС при радиусе поворота $R=20$ м и $L1 = 0,2 L$. Кривая 3 – алгебраическая сумма моментов 1 и 2.

На рис.6 показаны характерные зависимости боковой силы и силы сцепления от скорости криволинейного движения. Данные расчеты выполнены для определения вида потери поперечной устойчивости (занос или опрокидывание) в заданных дорожных условиях. Из рис.5 и 6 очевидно, что в принятых условиях эксплуатации МТС может потерять устойчивость по причине бокового заноса.

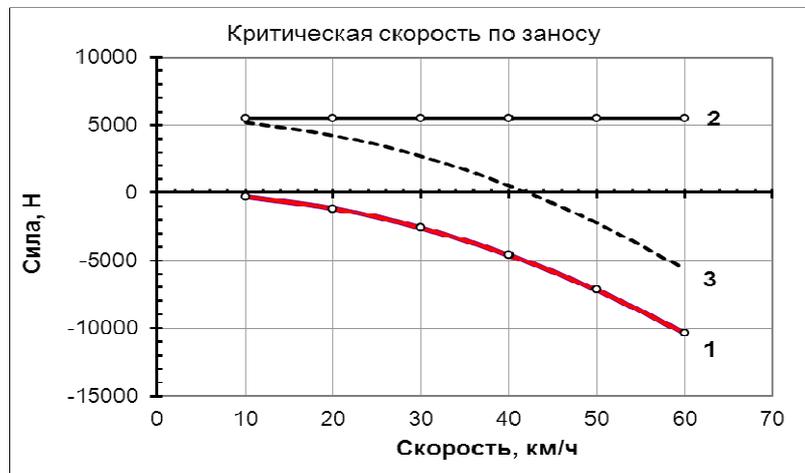


Рис. 6. Зависимость боковой силы F_y (кривая 1) и силы сцепления F_ϕ (кривая 2) от окружной скорости МТС при $\phi=0,7$ и радиусе поворота $R=20\text{м}$.
Кривая 3 – алгебраическая сумма сил 1 и 2.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты теоретического анализа поперечной устойчивости трехколесной машины позволяют заключить о несущественном снижении критической скорости по опрокидыванию относительно значений четырехколесной МТС. Например, при варьировании относительной длины $L1$ в пределах (0,5 ... 0,2), критическая скорость по опрокидыванию снижается на (25 ... 9)%. Важно, что в принятых дорожных условиях критическая скорость по заносу практически всегда меньше скорости по опрокидыванию. В указанной ситуации водителю проще исправлять последствия неправильного выбора скорости движения транспортного средства.

ЛИТЕРАТУРА

1. 2.T-REX 16S - спортивный трицикл от Campagna Motors. Тема в разделе 'Модели автомобилей 2013 года (Архив)', создана пользователем danilkin71, 21 мар 2013. Режим доступа: <http://amforum.ru/threads/t-rex-16s-спортивный-трицикл-от-campagna-motors.614/>.
2. Анопченко В.Г. Практикум по теории движения автомобиля: Учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – Красноярск: СФУ, 2013. –116 с.