

УДК 629.113

А.В.Проценко (6 курс, каф. КГМ), Р.Ю.Добрецов, к.т.н., доц.

УСТОЙЧИВОСТЬ ДВИЖЕНИЯ МАЛОГАБАРИТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Расчет устойчивости малогабаритных транспортных средств (далее МГТС) во многих аспектах аналогичен расчету устойчивости двухосных автомобилей. При этом, однако, приходится учитывать специфические условия движения и габаритно-массовые характеристики МГТС, весьма отличающиеся от автомобильных [1]. К классу МГТС можно отнести колесные и гусеничные короткобазные машины: шасси строительных и др. роботов, инвалидных колясок и так далее.

Помимо движения по горизонтальной или наклонной плоскости (пандусу) и по косоугру, прохождения виража, МГТС предназначено для движения по лестничным маршам, преодоления бордюров и поребриков. Размеры таких препятствий сопоставимы с размерами колеса МГТС, в то время как для обычных автомобилей преодолеваемое препятствие чаще всего значительно меньше размеров движителя (колес). Поэтому для МГТС на передний план выходит обеспечение габаритной проходимости и устойчивости при преодолении препятствий.

Основное отличие МГТС от автомобилей – их габаритные размеры и масса. Размеры и масса шасси МГТС сопоставимы с человеческими. Чаще всего на МГТС передвигаются люди с ограниченной подвижностью, поэтому безопасности движения таких средств следует уделить особое внимание.

Безопасность движения МГТС в первую очередь зависит от устойчивости при преодолении сложных препятствий. При движении по наклонной плоскости или по маршу, следует исключить вероятность продольного опрокидывания, которое может возникнуть при отрыве одного или двух колес транспортного средства. При движении по косоугру возможна потеря поперечной устойчивости, что также может привести к опрокидыванию.

Угроза опрокидывания (как продольного, так и поперечного) может возникнуть, если человек предпринимает какие-либо действия, связанные с перемещением центра тяжести (попытка дотянуться до какого-либо предмета, привстать и т.п.), а также при разгоне и торможении машины. Поэтому при расчетах целесообразно рассматривать такое транспортное средство, как двухмассовую систему. Следует отдельно рассматривать положения центров масс транспортного средства и человека относительно линии контакта с несущей поверхностью.

Обеспечить безопасность движения можно при помощи расчета характерных геометрических размеров МГТС – таких как база и колея, высота центра тяжести тележки и др. Важную роль играет выбор размеров движителя – в нашем случае радиуса колеса.

Если абсолютную устойчивость машины обеспечить в заданных габаритах нельзя, следует ограничить передвижения человека при помощи спинки и подлокотников. Первый способ не должен приводить к значительному увеличению габаритов машины, так как МГТС предназначены для движения не только на открытой местности, но и для передвижения внутри зданий. Второй способ не должен нарушать эргономических требований.

Рассмотрим модель качения МГТС, позволяющую оценить необходимый радиус колеса (рис. 1). Радиуса колеса определяет дорожный просвет МГТС и, соответственно влияет и на геометрическую проходимость шасси. Выбор радиуса проведем, исходя из размеров ступени на лестничном марше – как наиболее сложного, но типичного преодолеваемого препятствия.

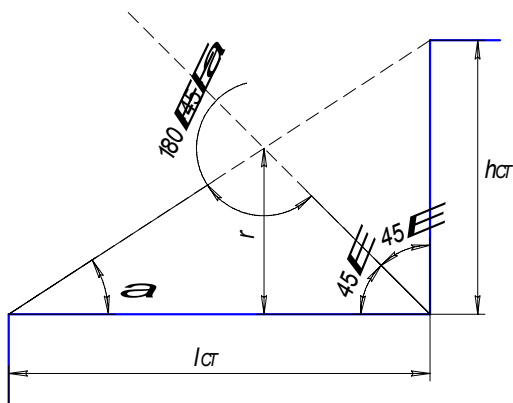


Рис. 1. Расчетная схема для определения радиуса колеса

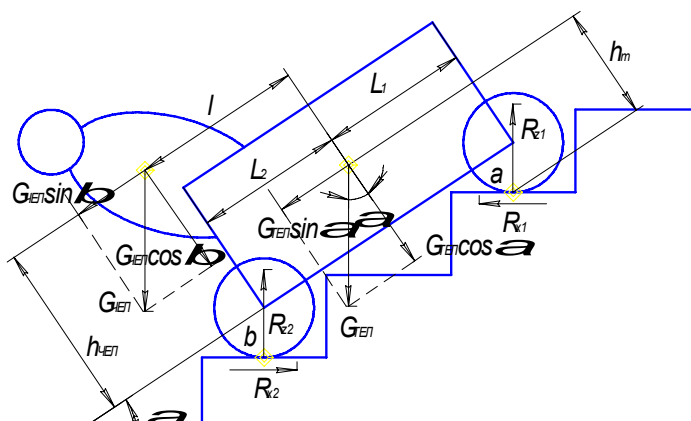


Рис. 2. Расчетная схема для определения базы

Оценить радиус колеса можно чисто из геометрических соображений. Главная цель расчета – исключить посадку МГТС на днище. Используя теорему синусов, получаем нужное значение радиуса колеса – минимальное его значение, которое обеспечивает геометрическую проходимость:

$$r = \frac{2l_{CT} \sin \alpha}{\sqrt{2} \sin\left(\frac{3\pi}{4} - \alpha\right)}$$

В зависимости от размеров ступени, ее высоты и длины, получим разные значения радиуса колеса.

Для оценки базы двухосного шасси рассмотрим схему рис. 2.

Из рис. 2 видно, что опрокидывание произойдет, когда вертикальная реакция в точке А R_{z1} будет равна 0. Запишем уравнение моментов относительно точки В:

$$M_b : \begin{aligned} & R_{x1}(L_1 + L_2) \sin \alpha + R_{z1}(L_1 + L_2) \cos \alpha + G_T h_T \sin \alpha - G_T L_2 \cos \alpha + \\ & G_{ЧЕЛ}(l - L_2) \cos \alpha + G_{ЧЕЛ}(h_{ЧЕЛ} + r) \sin \alpha = 0 \end{aligned}$$

Когда R_{z1} равна 0, R_{x1} также будет равна 0. Таким образом, из уравнения видно, что сила $G_T L_2 \cos \alpha$ – проекция веса шасси на вертикальную ось должна уравновесить все остальные силы. Для разных значений l , L_2 , $h_{ЧЕЛ}$ можно определить значение базы L_2 .

Расчеты проводились для различных лестничных маршей. Были определены геометрические характеристики двухосного шасси.

Дальнейшее развитие моделей предполагает введение инерционной силы и рассмотрение динамики движения МГТС по лестничному маршу и в других условиях.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Проценко А.В., Добрецов Р.Ю. Применение отдельных методов расчета устойчивости автомобиля к малогабаритным транспортным средствам. XXXIII Неделя науки СПбГПУ: Материалы Всероссийской межвузовской научно-технической конференции студентов и аспирантов. Ч. II. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2005, с 76-77.