

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ВЕЛИЧИНЫ ВЫХОДНОГО ПАРАМЕТРА
СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ
КРУТОСКЛОННОГО ТРАКТОРА

В данной работе рассмотрено влияние положения колеса в поперечной плоскости на его курсовую устойчивость. В общем случае плоскость вращения колеса занимает на склоне положение, отличное от вертикального. Вследствие несовпадения линий действия вертикальной нагрузки на колесо и результирующей силы реакции почвы к колесу в поперечной плоскости приложен опрокидывающий момент, вызывающий боковую деформацию шины и обуславливающий ее увод (рис. 1).

$$M = \pm G_k (e \cos \gamma \pm h \sin \gamma), \quad (1)$$

где G_k - вертикальная нагрузка на колесо; e - смещение точки приложения результирующей силы реакции почвы (центра давления); γ - угол наклона колеса относительно вертикали; h - расстояние от центра давления до прямой, проходящей через точку приложения силы G_k .

Местом приложения силы G_k , на наш взгляд, следует считать точку, расположенную в плоскости продольной симметрии колеса на границе его жесткой части (обода) с эластичной частью (шиной).

Таким образом,

$$h = r_d - \frac{d}{2}, \quad (2)$$

где r_d - динамический радиус колеса на склоне; d - внутренний диаметр шины.

Откуда

$$M = \pm G_k \left[e \cos \gamma \pm \left(r_d - \frac{d}{2} \right) \sin \gamma \right]. \quad (3)$$

В выражениях (1) и (3) в скобках знак "плюс" соответствует расположению колеса в одном из промежуточных положений между вертикальным и нормальным к поверхности движения ($-\alpha < \gamma < 0$) (рис. 1, а), а знак "минус" всем остальным положениям ($0 < \gamma < \alpha$) (рис. 1, б и в), где α - угол склона.

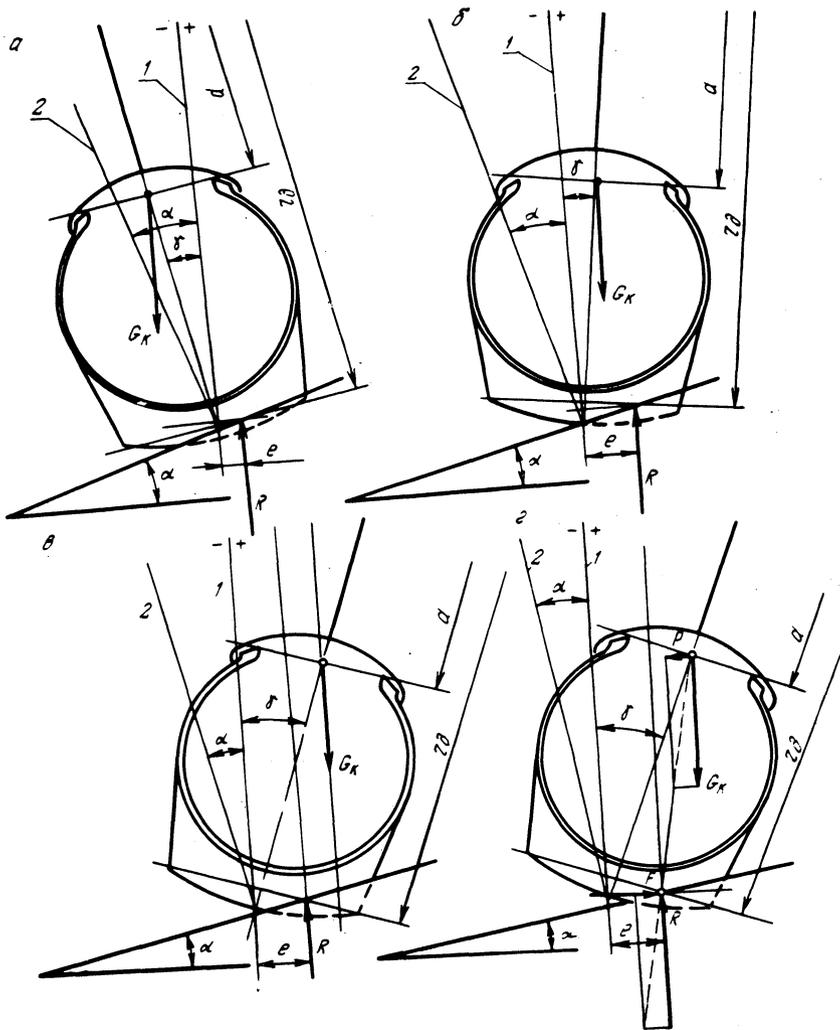
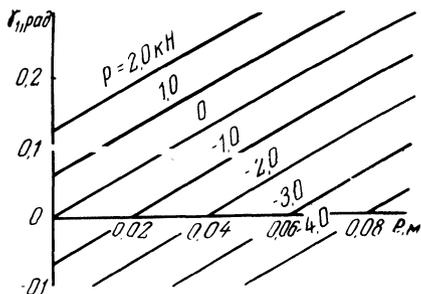


Рис. 1. Возможные варианты расположения колеса на склоне и силы, действующие на него в поперечной плоскости: 1 – вертикаль; 2 – нормаль к поверхности движения.

Рис. 2. Зависимость угла дополнительного наклона колеса в функции смещения центра давления для различных значений боковой силы: $G_K = 15,5 \text{ кН}$; шина 12-38^н.



Знаки перед скобками характеризуют направление опрокидывающего момента (по часовой стрелке – “минус”, против – “плюс”) а следовательно, и свидетельствуют о направлении деформации шины и увода колеса (вниз по склону – “плюс”, вверх – “минус”). Момент, деформирующий шину в поперечной плоскости,

будет иметь положительное значение при $\delta < \arctg \frac{e}{r_d - \frac{d}{2}}$ (рис. 1, а и б), а отрицательное – при $\delta > \arctg \frac{e}{r_d - \frac{d}{2}}$ (рис.1,в).

Очевидно, что колесо, шина которого подвержена боковой деформации, вследствие смещения центра давления будет вести себя так, как и колесо, подчиненное действию боковой силы, т.е. двигаться с боковым уводом

$$\delta = k P_n, \quad (4)$$

где δ – угол бокового увода; k – коэффициент сопротивления боковому уводу; P_n – боковая сила.

Исходя из этого, получим выражение для определения угла бокового увода колеса на склоне

$$\delta = \pm k \frac{G_k \left[e \cos \delta \pm \left(r_d - \frac{d}{2} \right) \sin \delta \right]}{r_d - \frac{d}{2}}. \quad (5)$$

С точки зрения курсовой устойчивости предпочтительным является положение плоскости вращения колеса, при котором $M = 0$, т.е. боковая деформация, а следовательно, и увод шины отсутствуют. Это условие позволяет определить искомый выходной параметр рассматриваемой системы автоматической стабилизации (угол дополнительного наклона остова и ходовой части трактора)

$$\delta = \arctg \frac{e}{r_d - \frac{d}{2}}. \quad (6)$$

Однако боковой увод колеса на склоне может быть вызван не только приходящейся на него силой веса транспортного средства, но и действием боковых сил P , например, силы инерции на повороте, силы реакции почвы на рабочие органы и др. В этом случае для устойчивого движения колеса в заданном направлении необходимо обеспечить выполнение условия

равенства моментов, создаваемых боковой и нагружающей силами, относительно центра давления что означает прохождение через последний результирующей указанных сил (рис. 1, г):

$$P \left[\left(r_{\text{д}} - \frac{d}{2} \right) + e \operatorname{tg} \gamma \right] \cos \gamma = G_{\text{к}} \left[\left(r_{\text{д}} - \frac{d}{2} \right) \sin \gamma - e \cos \gamma \right]; \quad (7)$$

$$P \left[\left(r_{\text{д}} - \frac{d}{2} \right) + e \operatorname{tg} \gamma \right] \cos \gamma = G_{\text{к}} \left[\left(r_{\text{д}} - \frac{d}{2} \right) \sin \gamma + e \cos \gamma \right]; \quad (8)$$

$$P \left[\left(r_{\text{д}} - \frac{d}{2} \right) + e \operatorname{tg} \gamma \right] \cos \gamma = G_{\text{к}} \left[\left(r_{\text{д}} - \frac{d}{2} \right) \sin \gamma + e \cos \gamma \right]. \quad (9)$$

Равенство (7) относится к случаю, когда боковая сила направлена вниз по склону (рис. 1, г), а равенства (8) и (9) – к случаю, когда боковая сила имеет обратное направление, т.е. в сторону вершины склона, причем первое из них справедливо при $\frac{P}{G_{\text{к}}} < \frac{e}{r_{\text{д}} - \frac{d}{2}}$, а второе при $\frac{P}{G_{\text{к}}} > \frac{e}{r_{\text{д}} - \frac{d}{2}}$. Откуда соответственно трем положениям ко-

леса на склоне, характеризуемым равенствами (7), (8) и (9), могут быть получены аналитические зависимости для определения положения колеса относительно вертикали в общем случае, т.е. при наличии боковой силы:

$$\gamma = \operatorname{arctg} \frac{P \left(r_{\text{д}} - \frac{d}{2} \right) + G_{\text{к}} e}{G_{\text{к}} \left(r_{\text{д}} - \frac{d}{2} \right) - P e}; \quad (10)$$

$$\gamma = \operatorname{arctg} \frac{-P \left(r_{\text{д}} - \frac{d}{2} \right) + G_{\text{к}} e}{G_{\text{к}} \left(r_{\text{д}} - \frac{d}{2} \right) + P e}; \quad (11)$$

$$\gamma = \operatorname{arctg} \frac{P \left(r_{\text{д}} - \frac{d}{2} \right) - G_{\text{к}} e}{G_{\text{к}} \left(r_{\text{д}} - \frac{d}{2} \right) - P e}. \quad (12)$$

Учитывая сложность аналитического выражения зависимостей смещения центра давления и динамического радиуса от перечисленных выше факторов, в каждом отдельном случае для конкретных типоразмера шин и почвенного фона опорной поверхности, упомянутые величины могут быть определены сравнительно просто экспериментально [1].

Зависимость угла наклона в функции смещения центра давления для реальных его значений (0...0,1 м) имеет практически линейный характер. При $e = 0,025$ м, что соответствует склону крутизной примерно 15° , угол дополнительного наклона колеса равен 0,09 рад. (рис. 2).

Дополнительный наклон остова и ходовой части крутосклонного трактора к вершине склона, обеспечивающей более высокую курсовую устойчивость его колес, а следовательно, и трактора в целом, является функцией ряда факторов, к основным из которых относятся вертикальная нагружающая и боковая силы на колесо, геометрические параметры шины, смещение центра давления.

Л и т е р а т у р а

1. Гогелидзе Г.Д., Хухуни Т.В. Некоторые вопросы качения колеса склонохода. - В сб.: Механика машин. Тбилиси, 1974.

УДК 629.114.3 - 0,73

П.В.Зеленый

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ МЕХАНИКИ КРУТОСКЛОННЫХ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

Основным видом движения крутосклонных машинно-тракторных агрегатов (КМТА) как механической системы является плоскопараллельное перемещение остова трактора (основного звена) и рамы сельскохозяйственной машины (прицепного звена) относительно опорной поверхности, приближенно принятой за наклонную шероховатую плоскость. Для изучения этого вида движения достаточно изучить, как движется некоторое сечение системы, представленное на рис. 1.

Плоскопараллельное перемещение рассматриваемой системы складывается из поступательного движения, при котором все точки системы движутся так же, как ее полюс А (центр масс основного звена), и из вращения вокруг упомянутого полюса, а также из вращения прицепного звена вокруг точки его крепле-