

Таким образом, применение разработанной тормозной системы трактора обеспечивает синхронное торможение звеньев поезда, способствуя тем самым повышению устойчивости его движения. Ее использование целесообразно при условии существенного превышения веса прицепного состава над весом тягача.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А. с. 612841 (СССР). Пневматический привод тормозов тягача/А.М.Расолько, Г.П.Грибко, Ю.И.Марков и др. — Опубл. в Б.И., 1978, № 24. 2. Метлюк Н.Ф., Автушко В.П. Динамический расчет простейшей цепи пневматических приводов. — В сб.: Автотракторостроение: Вопросы оптимизации проектирования автомобилей, тракторов и их двигателей. Минск, 1977, вып. 9, с. 42–50. 3. ГОСТ 10000–75. Прицепы и полуприцепы тракторные: Общие технические требования. — М., 1975.

УДК 631.372–78

П.В.Зеленый, В.В.Яцкевич, В.П.Зарецкий

#### О ВЛИЯНИИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ КРУТОСКЛОННОГО ТРАКТОРА НА ЕГО КУРСОВУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ

Особенностью крутосклонного трактора, содержащего систему автоматической стабилизации с поворотными бортовыми редукторами, является изменение расстояния между следами задних колес в функции угла склона при постоянстве поперечной базы (рис. 1, 2), т.е.

$$\pm \Delta S = B(\sec \alpha_{\max} - \sec \alpha_{\min}), \quad (1)$$

где  $B$  — поперечная база трактора;  $\alpha_{\max}$  и  $\alpha_{\min}$  — углы наклона поверхности движения.

Изменение расстояния между следами колес — одна из причин их скольжения по опорной поверхности в поперечной плоскости. Этому препятствуют силы трения шины о почву, величина которых определяется нормальной ре-

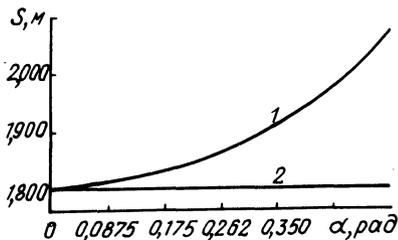


Рис. 1. Зависимость колеи крутосклонного трактора в функции угла склона:  
1 и 2 — соответственно при постоянной и переменной поперечных базах.

акцией на колесо со стороны склона и коэффициентом трения контактирующих тел (шины и грунта). Поскольку остов и ходовая часть трактора всегда стабилизированы в вертикальной плоскости, справедливо допущение, что нормальные реакции и вследствие этого силы трения под выше и ниже расположенными по склону колесами равны. Однако перемещение колеса вверх по склону требует больших затрат мощности, чем в обратном направлении. В первом случае механизму выравнивания, кроме сил трения, дополнительно необходимо преодолеть боковую составляющую вертикальной нагрузки на колесо, направленную всегда вниз по склону, в то время как во втором — эта сила способствует перемещению колеса, имея с ним одно направление (рис. 2):

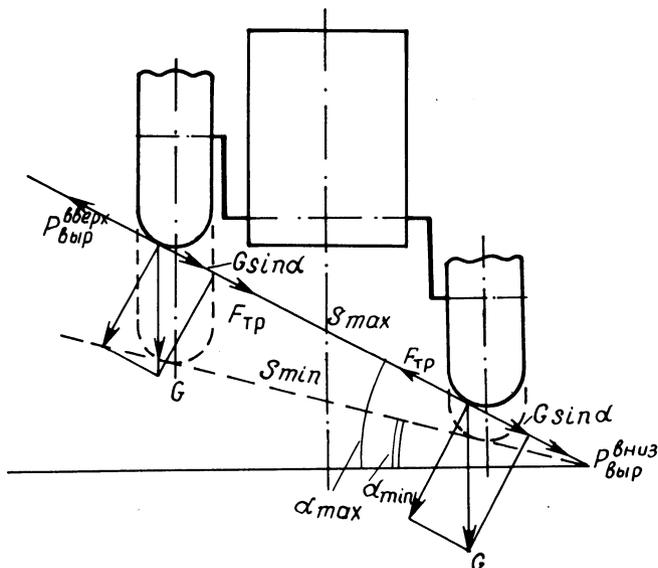


Рис. 2. Силы, действующие на колеса заднего моста крутосклонного трактора в процессе стабилизации при увеличении угла склона.

$$P_{выр}^{вверх} = F_{тр} + G \sin \alpha; \quad (2)$$

$$P_{выр}^{вниз} = F_{тр} + G \sin \alpha, \quad (3)$$

где  $P_{выр}^{вверх}$ ,  $P_{выр}^{вниз}$  — соответственно силы выравнивания на выше и ниже расположенных по склону колесам;  $F_{тр}$  — сила трения шины о грунт;  $G$  — вертикальная нагрузка на колесо.

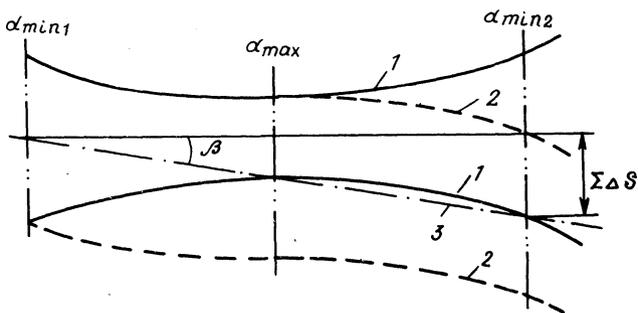


Рис. 3. Расположение и вид вертикальных проекций траекторий колес и середины оси задних колес относительно горизонталей местности:

1 – горизонталю; 2 – проекции траекторий колес; 3 – проекции траектории середины оси.

Из выражений (2) и (3) следует, что расстояние между следами колес в процессе работы автоматической системы стабилизации изменяется лишь за счет перемещения одного из колес вниз по склону. Второе колесо при этом движется в заданном направлении. А именно, при увеличении расстояния между следами колес выше расположенное по склону колесо сохраняет направление движения, а ниже расположенное – сползает вниз до тех пор, пока не приостановится процесс выравнивания; при уменьшении, наоборот, нижнее колесо сохраняет направление движения, а верхнее – скользит вниз по склону (рис. 3). В результате середина оси заднего моста также отклоняется от заданного курса.

Суммарное ее отклонение при движении трактора по выпуклому склону

$$\Sigma \Delta S = \frac{B}{2} (2 \sec \alpha_{1\max} - \sec \alpha_{1\min} - \sec \alpha_{2\min}), \quad (4)$$

а по вогнутому –

$$\Sigma \Delta S = \frac{B}{2} (\sec \alpha_{1\max} + \sec \alpha_{2\max} - 2 \sec \alpha_{1\min}), \quad (5)$$

где не указанные ранее в тексте обозначения понятны из рис. 3.

При движении трактора по склонам, крутизна поверхности которых имеет  $n$  максимумов и  $(n - 1)$  минимумов, а также наоборот –  $(n - 1)$  максимумов и  $n$  минимумов (так называемые волнистые склоны), величина сползания середины оси заднего моста

$$\Sigma \Delta S = \frac{B}{2} (2 \sec \alpha_{1\max} + 2 \sec \alpha_{2\max} + \dots + 2 \sec \alpha_{n \max} - \sec \alpha_{1\min} - 2 \sec \alpha_{2\min} - \dots - 2 \sec \alpha_{(n-1) \min} - \sec \alpha_{n \min}); \quad (6)$$

$$\Sigma \Delta S = \frac{B}{2} (\sec \alpha_{1 \max} + 2 \sec \alpha_{2 \max} + \dots + 2 \sec \alpha_{(n-1) \max} + \sec \alpha_{n \max} - 2 \sec \alpha_{1 \min} - 2 \sec \alpha_{2 \min} - \dots - 2 \sec \alpha_{n \min}). \quad (7)$$

Вследствие сползания действительная траектория движения заднего моста составляет с заданным направлением некоторый угол

$$\varphi = \operatorname{tg} \frac{\Sigma \Delta S}{L - \Sigma L_{\alpha \text{const}}}, \quad (8)$$

где  $L$  – пройденный путь;  $\Sigma L_{\alpha \text{const}}$  – сумма длин участков, на протяжении которых склон имел постоянную крутизну.

Под таким углом направлена и некоторая осредненная траектория движения трактора в целом, поскольку водитель, направляя трактор, обуславливает его плоскопараллельное перемещение вниз по склону совместно с осью заднего моста (это утверждение справедливо для случая, когда траектория движения направляющих колес заранее не известна и другие ориентиры отсутствуют).

Изменение расстояния между следами задних колес в процессе работы автоматической системы стабилизации, кроме нарушения курсовой устойчивости, затрудняет проходимость трактора в междурядьях пропашных культур вследствие уменьшения защитных зон растений и приводит к дополнительным затратам мощности, связанным с преодолением механизмом выравнивания сил трения шин о почву.

В реальных условиях эксплуатации крутосклонных тракторов (ввиду преобладания склонов с неплоскими поверхностями на всем протяжении обрабатываемых участков) явление отклонения траектории движения середины задней оси трактора от заданного направления отмечается практически постоянно. Оно тем значительнее, чем дольше работает механизм выравнивания. Время же работы последнего тесно связано с чувствительностью датчика автомата-стабилизатора. Поэтому высокая чувствительность упомянутого датчика в существующих системах стабилизации должна иметь свой предел. С одной стороны, увеличивая чувствительность автоматической системы стабилизации к изменениям угла склона и обеспечивая тем самым строго вертикальное положение опорных колес, мы повышаем устойчивость движения последних [1]. Но, с другой стороны, излишне чувствительная система стабилизации, реагируя на малейшие изменения рельефа, увеличивает отклонение заднего моста и трактора в целом от заданного курса.

На основании изложенного следует, что крутосклонные тракторы, снабженные механизмом выравнивания с поворотными бортовыми редукторами, целесообразно оборудовать устройством для регулирования колеи. Авто-

матическое управление таким устройством позволит поддерживать колею постоянной независимо от крутизны склона (рис. 1, кривая 2). Устранение при этом боковых перемещений колес в процессе выравнивания повысит устойчивость курсового движения трактора на склонах переменной крутизны и проходимость в междурядьях пропашных культур.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Взаимодействие стабилизируемого колеса с наклонной опорной поверхностью/ В.В.Гуськов, И.П.Ксенович, А.И.Якубович, П.А.Амельченко. — Тракторы и сельхозмашины, 1974, № 5, с. 8–11.

УДК 631.372 – 78

В.П.Зарецкий, П.В. Зеленый, В.В.Яцкевич

#### АНАЛИЗ МЕХАНИЗМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ОСТОВА КРУТОСКЛОННОГО ТРАКТОРА

Механизм автоматической стабилизации остова крутосклонного трактора на основе бортовых редукторов, выполненных из двух частей, первая часть каждого из которых шарнирно установлена на остова и связана с силовым гидроцилиндром, а вторая, подвижная относительно первой, содержит рычаг, шарнирно связанный тягой с остовом, обладает рядом преимуществ по сравнению с известными [1, 2]. Применение такой схемы редукторов позволяет обеспечить колею и продольную базу, соответствующую базовой модели трактора МТЗ–82. Вместе с тем устройство и работа этих редукторов сложнее по сравнению с существующими и для реализации их потенциальных возможностей требуется более тщательный анализ при выборе параметров механизма.

Механизм автоматической стабилизации остова крутосклонного трактора представляет собой сложную плоскую замкнутую кинематическую цепь, степень подвижности которой  $W = 1$  (рис. 1).

Перемещение точки  $O_3$  (оси колеса) в системе координат  $XO_1Y$  зависит от угла  $\beta$  поворота первой части бортового редуктора (звена  $O_1O_2$ ) (рис. 2)

$$Y = a \sin \beta + a \sin \beta_1; \quad (1)$$

$$X = a \cos \beta - a \cos \beta_1; \quad (2)$$

$$\varphi = \arccos \frac{b^2 + l^2 - n^2}{2bl}, \quad (3)$$

где  $\beta_1 = \theta_0 + \delta_0 - \theta - \delta - \beta$ ;  $n = \sqrt{m^2 + a^2 - 2ma \cos(\psi_0 + \beta)}$ .