

В.В. Яцкевич, канд. техн. наук,  
П.В. Зеленый (Белорусский  
политехнический институт)

## АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПОВЫШЕНИЯ КУРСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ КРУТОСКЛОННОГО ТРАКТОРА

Повышение производительности труда в условиях горного земледелия путем механизации производственных процессов неразрывно связано с созданием специальных горных машинно-тракторных агрегатов (МТА). Как правило, базовыми моделями для них служат равнинные сельскохозяйственные тракторы и машины.

В процессе разработки горных модификаций МТА необходимо одновременно создавать автоматизированные системы управления ими с целью исключения дополнительных органов управления, улучшения качества работы, повышения безопасности труда, а также максимального приближения производственных условий труда механизаторов к равнинным. При этом в первую очередь должны быть решены вопросы автоматического поддержания максимально-возможного тягового КПД и курсовой устойчивости трактора независимо от величины склона.

Тягово-сцепные качества и устойчивость прямолинейного движения крутосклонных тракторов определяются рядом факторов, среди которых наиболее значительными являются рельеф местности, физико-механические характеристики почвы, величина и направление крюкового усилия, способ агрегатирования с сельскохозяйственными машинами и орудиями, конструктивные особенности ходовых систем трактора и агрегатируемых с ним машин.

Опыт создания крутосклонных модификаций универсально-пропашных тракторов и последующее их использование в горном земледелии показывают, что автоматическая система управления стабилизацией остова и колес в вертикальной плоскости существенно повышает устойчивость прямолинейного движения и тягово-сцепные качества трактора на поперечном склоне при выполнении ряда сельскохозяйственных операций. Одновременно повышается также поперечная устойчивость трактора, а следовательно, и безопасность труда водителя в условиях горного рельефа по сравнению с обычными (равнинными) и низкоклинренсными моделями.

Однако существующая автоматическая система стабилизации остова и колес не решает полностью проблему обеспечения устойчивости прямолинейного движения, столь необходимую при обработке пропашных культур в условиях междурядий.

Одной из причин, обуславливающих возникновение поворачивающего момента на склоне, является неравенство опорных реакций под верхними и нижними ведущими колесами вследствие их смещения вверх по склону [1].

В общем случае вертикальная реакция под любым из задних колес

$$R = G \left[ \frac{L_{\alpha} - a}{L_{\alpha}} \left( 0,5 \pm \frac{e}{B} \right) \right],$$

где  $G$  - масса трактора;  $L_{\alpha}$  - продольная база трактора;  $a$  - расстояние от центра тяжести до оси задних колес;  $e$  - смещение опорных реакций вверх по склону относительно продольных плоскостей симметрии колес;  $B$  - поперечная база трактора.

Если механизм выравнивания остова и задних колес выполнен в виде двух кинематически связанных поворотных бортовых редукторов, продольная база трактора является функцией крутизны склона.

$$L_{\alpha} = L + \sqrt{A^2 - \frac{B^2}{4} \operatorname{tg}^2 \alpha},$$

где  $L$  - расстояние от оси передних колес до оси поворота бортовых редукторов;  $A$  - плечо качания выходного вала редуктора;  $\alpha$  - угол склона.

Параметр  $e$  (смещение опорных реакций) также зависит от ряда факторов, среди которых: крутизна склона, распределение веса трактора по осям, тип, параметры и физико-механические свойства шин, а также физико-механические характеристики почвы.

Равенство опорных реакций задних ведущих колес можно обеспечить смещением центра тяжести трактора на расстояние  $e$  в сторону вышерасположенного по склону колеса. При этом необходимо создать следящую систему управления смещением центра тяжести с целью автоматического корректирования величины параметра  $e$  в зависимости от вышеуказанных факторов, основным из которых является крутизна склона.

Один из возможных конструктивных вариантов решения задачи автоматического управления смещением центра тяжести в

поперечной плоскости в зависимости от величины склона представлен на схеме (рис. 1).

Крутосклонный трактор состоит из остова 1, колес 2, механизма их вертикальной стабилизации, выполненного в виде двух поворотных бортовых редукторов 3 и маятникового датчика, корпус 4 которого шарниром 5 прикреплен к остову. Маятник 6 связан с золотниковым распределителем гидравлической системы (на схеме не показаны), которая поворачивает бортовые редукторы. Датчик при помощи тяги 7 шарнирно соединен с одним из редукторов, например правым (см. схему), механизма вертикальной стабилизации.

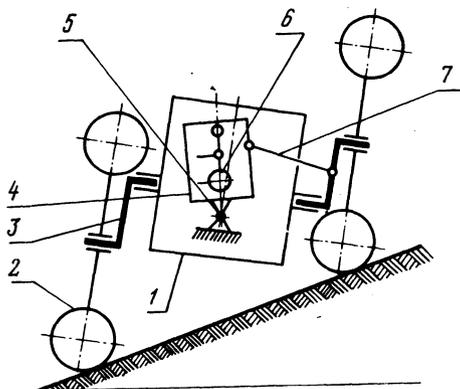


Рис. 1. Схема крутосклонного трактора, оборудованного автоматической системой управления наклоном его остова и ходовой части.

На горизонтальном участке корпус так же, как и остов трактора с колесами занимает вертикальное положение.

При въезде на поперечный склон маятник, оставаясь в вертикальном положении, под действием силы веса, а следовательно, перемещаясь относительно корпуса датчика, перемещает золотник распределителя, который приводит в действие механизм вертикальной стабилизации. Меняя положение относительно остова, механизм стабилизации через тягу поворачивает датчик относительно остова на некоторый угол к основанию склона (в сторону нижерасположенного колеса). Вследствие этого механизм стабилизации перемещает колеса противоположных бортов трактора соответственно вверх и вниз относительно его остова до тех пор, пока корпус маятникового датчика не примет вертикальное положение. Остов и колеса трактора при этом наклонены к вершине склона относительно вертикали на угол, равный углу между линией подвеса маятника и продольной плоскостью симметрии трактора. Зависимость между крутизной склона и углом наклона остова, а следовательно,

и величиной смещения центра тяжести трактора к вершине склона устанавливаются соотношением плеч, образуемых точками крепления тяги на редукторе и корпусе датчика.

Резюме. Приведенная следящая система управления смещением центра тяжести трактора в поперечной плоскости при большой конструктивной простоте позволяет автоматически поддерживать равенство опорных реакций под задними ведущими колесами на склоне любой крутизны и исключить тем самым возникновение поворачивающего момента, вызывающего нарушение курсовой устойчивости движения трактора вдоль горизонталей склона.

### Л и т е р а т у р а

1. Гуськов В.В. и др. Взаимодействие стабилизируемого колеса с наклонной опорной поверхностью. — "Тракторы и сельхозмашины", 1974, № 5.

УДК 629.114.592

А.М. Расолько, Н.А. Разоренов  
(Белорусский политехнический институт)

### ИССЛЕДОВАНИЕ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТРАКТОРА

Одна из актуальных задач исследований автоматизированных систем управления транспортными средствами — определение зависимостей, наиболее вероятным способом описывающих работу исполнительных механизмов. Эти зависимости позволяют корректно составить математическую модель систем, качественно и количественно оценить их следящее действие, динамику.

Исследовались исполнительные механизмы автоматизированных систем управления тормозами и блокировкой дифференциала заднего моста трактора "Беларусь" на специальном стенде. Стенд имитирует работу и расположение вышеуказанных систем и позволяет с высокой точностью и минимальными затратами провести эксперимент.

Математическая обработка экспериментальных данных осуществлялась на основании регрессионно-корреляционного анализа [1]. При этом строилось корреляционное поле и по характеру точек на нем выбирался общий вид функции регрессии, находились точечные и интервальные оценки, производился ана-