

№ 2, с. 46–47. 7. Либсис С.Е., Свиркович В.Э., Шаповалов Ю.С. Тенденции развития компоновочных схем сельскохозяйственных тракторов за рубежом. – М., 1983, – 59 с. 8. Ксенович И.П., Кутьков Г.М. Технологические основы и техническая концепция трактора второго поколения. – Тракторы и сельхозмашины, 1982, № 12, с. 11–14. 9. Ванцевич В.В., Лефоров А.Х. Исследование тяговых свойств трактора типа 6К6. – В кн.: Автотракторостроение, Минск, 1984, вып. 19, с. 73–77. 10. Traktoren daten-preise. – DLZ, 1982, N 10, s. 1351–1426.

УДК 631.372:629.114.2

В.С. ВОЙТЕШОНОК (БПИ)

ТРАЕКТОРИЯ ПОВОРОТА ТРАКТОРА НА СКЛОНЕ И ЕЕ РЕГИСТРАЦИЯ

В экспериментальных исследованиях поворачиваемости колесных машин важнейшим является регистрация действительной траектории движения. Эта задача значительно усложняется при движении трактора на склоне вследствие непрерывного изменения сил, действующих на колесную машину в процессе поворота. В этом случае траектории поворота [1,2] существенно отличаются от окружности и зависят от крутизны склона θ , скорости движения, схемы агрегатирования и других факторов.

Результаты испытаний на склоне стабилизируемого трактора МТЗ-82К 4К4 представлены на рис. 1 и 2. Траектории поворота трактора при постоянном угле поворота управляемых колес представляют собой несколько последовательно смещающихся вниз по склону петель. Причем, если при движении трактора передним ходом наблюдается смещение петель под некоторым углом $+\psi$ относительно меридиана склона, то при движении задним ходом смещение петель происходит под углом приблизительно $-\psi$. В последнем случае размеры b_1, b_2, b_3 заметно увеличиваются. Движение трактора с загруженным полуприцепом ППТС-4 с включенными системами стабилизации сопровождается смещением петель траектории поворота агрегата вверх под углом к меридиану склона.

Используемые в настоящее время методы регистрации траектории движения тракторов основаны на фиксации следов, оставляемых на поверхности почвы колесами трактора или специальными устройствами. Они чрезмерно трудоемки и недостаточно точны. В этой связи интерес представляют методы определения параметров траектории поворота с помощью измерительных колес, которые устанавливаются или параллельно оси заднего ведущего моста [3], или вдоль одного из бортов [4,5]. В последнем случае по результатам показаний приборов можно рассчитать как радиус поворота, так и смещение центра поворота относительно оси задних колес трактора, что является значительным преимуществом этого метода. При этом регистрируют углы поворота осей измерительных колес относительно исходного положения, соответствующего прямолинейному движению трактора [4], или число оборотов измерительных колес [5]. По мнению авторов работы [4], их метод недостаточно точен в силу подпрыгивания измерительных колес и их смещения вследствие инерции.

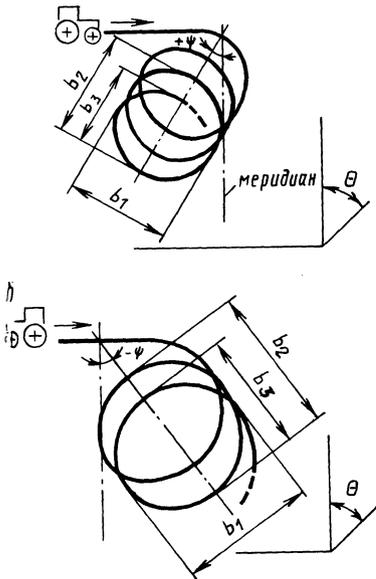


Рис. 1. Траектории поворота на склоне стабилизируемого трактора МТЗ-82К 4К4 передним (а) и задним (б) ходом (поле под посев)

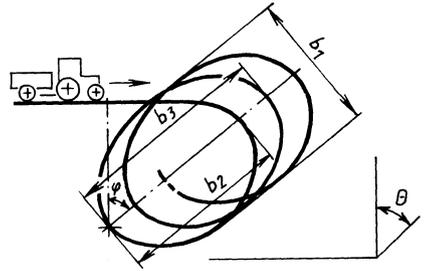


Рис. 2. Траектория поворота на склоне стабилизируемого трактора МТЗ-82К 4К4 со стабилизируемым полуприцепом (стерня)

Комплект аппаратуры [5] состоит из электроимпульсного счетчика и измерительных колес с датчиками-прерывателями, которые устанавливаются на переднем и заднем колесах вдоль одного борта. Принцип действия прибора основан на определении длины траектории движения измерительного колеса по числу его оборотов. При

этом после совершения кругового поворота по показанию счетчика определяются средние радиус поворота R и смещение E центра поворота относительно задних колес трактора:

$$R = \sqrt{R_3^2 - E^2} \pm B/2; \quad (1)$$

$$E = (L^2 + R_3^2 - R_{\Pi}^2)/(2L), \quad (2)$$

где R_{Π} и R_3 – радиусы поворота соответственно переднего и заднего колеса; B – колея машины; L – ее база. Знак "плюс" принимается при определении траектории колес внутреннего борта, знак "минус" – наружного.

Такой метод дает хорошие результаты при исследовании поворачиваемости колесной машины на горизонтальной опорной поверхности. Однако в рассматриваемом случае неизбежна значительная погрешность, так как траектория поворота трактора на склоне отличается от окружности. Поэтому необходимо знать динамику изменения радиуса поворота и смещения центра поворота относительно оси задних колес. Можно использовать схему замера параметров поворота (рис. 3), предложенную в работе [5]. Импульсы от датчиков числа оборотов измерительных колес регистрируются на ленте осциллографа. В процессе обработки записи осциллограмму разбивают на участки, в пределах которых радиус поворота и смещение центра поворота относительно оси задних колес можно считать постоянными.

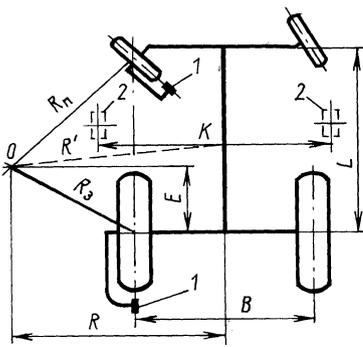


Рис. 3. К определению параметров траектории поворота трактора на склоне при установке измерительных колес вдоль одного борта (1) и параллельно осям ведущих мостов (2)

Если на выбранном участке осциллограммы имеется $n_{\text{п}}$ отметок сигналов датчика на переднем измерительном колесе и n_3 — с датчика на заднем колесе (измерительные колеса одинаковые), то

$$\Delta\beta R_{\text{п}} = 2\pi r n_{\text{п}}/n; \quad \Delta\beta R_3 = 2\pi r n_3/n,$$

где $\Delta\beta$ — разность показаний курсоуказателя в начале и в конце участка осциллограммы; r и n — радиус качения и число импульсов за один оборот измерительного колеса.

Тогда выражения (1) и (2) принимают вид:

$$R = \sqrt{k(n_3/\Delta\beta)^2 - E^2} \pm B/2; \quad (3)$$

$$E = L/2 + k(n_3 - n_{\text{п}})/[2L(\Delta\beta)^2], \quad (n_3 \neq n_{\text{п}}), \quad (4)$$

где $k = (2\pi r/n)^2$.

По формулам (3) и (4) можно рассчитать радиус поворота и смещение центра поворота относительно оси задних колес трактора на отдельных участках криволинейной траектории его поворота на склоне.

При испытаниях короткобазных тракторов и колесных машин для повышения точности измерений целесообразно использовать схему установки измерительных колес, предлагаемую в работе [3], т.е. параллельно осям ведущих мостов. В этом случае увеличивается разность чисел оборотов измерительных колес, но можно определить только радиус поворота R' (см. рис. 3). Вывод формулы для радиуса поворота аналогичен вышеприведенному. Окончательное выражение имеет вид:

$$R' = \frac{K}{2} \frac{n_{\text{н}} + n_{\text{вн}}}{n_{\text{н}} - n_{\text{вн}}}, \quad (5)$$

где K — колея измерительных колес; $n_{\text{н}}$ и $n_{\text{вн}}$ — число отметок соответственно наружного и внутреннего относительно центра поворота измерительных колес на выбранном участке осциллограммы.

Для повышения точности определения радиуса поворота и смещения центра поворота относительно оси задних колес по формулам (3), (4) и (5)

целесообразно увеличивать число импульсов датчика за один оборот измерительного колеса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коновалов В.Ф., Стрелков Б.А., Подиков О.Р. Об управляемости машинно-тракторных агрегатов при работе на склонах. – В кн.: Повышение рабочих скоростей машинно-тракторных агрегатов. М., 1973, с. 220–228. 2. Тлупов М.Д. Поворот машинно-тракторного агрегата на склоне. – Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1984, № 8, с. 49–51. 3. Коновалов В.Ф. Динамическая устойчивость тракторов. – М., 1981. – 144 с. 4. О кинематике криволинейного движения трактора с четырьмя ведущими управляемыми колесами/А.Ф. Полетаев, Ю.А. Ганькин, В.Д. Самилкин, Г.В. Голованов. – Тракторы и сельхозмашины, 1971, № 12, с. 13–16. 5. Аксенов П.В. Многоосные автомобили. – М., 1980. – 207 с.

УДК 629.113.012

С.Н. КАЛЕЙНИК, А.М. КРИВИЦКИЙ (БПИ),
Л.Е. ЧЕРНЯВСКАЯ (НИИКГШ)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАКТОРНЫХ ШИН РАДИАЛЬНОЙ И ДИАГОНАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ

Приводится сравнительная оценка некоторых характеристик шин 11,2-20 мод. Ф-35 радиальной (Р) и диагональной (Д) конструкций, разработанных НИИКГШ. Экспериментальные исследования по определению статических характеристик шин проводились на стенде Минского тракторного завода.

В процессе статических испытаний определялись коэффициенты нормальной и боковой жесткости и параметры отпечатка. Из рис. 1 видно, что зависимости коэффициента нормальной жесткости (c_z) от давления в обеих шинах носят линейный характер во всем диапазоне изменения давления. Испытания показали, что жесткость (определяемая при $p_w = 0$) резинокордного каркаса шины Р в 1,75 раз меньше, чем шины Д. В рабочем диапазоне изменения давления воздуха (0,09...0,12 МПа) значения c_z этих шин практически одинаковы (отличие составляет не более 5 %).

Значения коэффициентов боковой жесткости (c_y), контурной площади контакта (F_k), среднего давления в зоне контакта (p_p) в зависимости от нормальной от нормальной нагрузки G_k на колесо и давления воздуха в шинах представлены в табл. 1 (среднее давление в зоне контакта определялось расчетным путем как частное от деления нормальной нагрузки на контурную площадь контакта).

Различия боковых жесткостей шин незначительно (в пределах погрешности эксперимента). Контурная площадь контакта и среднее давление в зоне контакта шин Р и Д также практически одинаковы. Таким образом, при значительном изменении угла наклона нитей корда в каркасе шины статические упругие характеристики ее изменяются незначительно.

С целью определения неупругого сопротивления шин, которое чаще всего оценивается коэффициентом демпфирования K , были проведены специальные испытания. Коэффициент демпфирования определялся по затуханию свобод-