

ПАРАМЕТРИЧНІ РІВНЯННЯ ТРАЄКТОРІЇ НЕУСТАЛЕНОГО КРИВОЛІНІЙНОГО РУХУ У ФУНКЦІЇ ЧАСУ

Довжик Михайло Якович, к.т.н., доцент,

Сіренко Юлія Володимирівна, аспірантка

кафедри тракторів, с.-г. машин та транспортних технологій

Сумський національний аграрний університет

Дослідження умов криволінійного руху машин має важливе практичне значення. Криволінійний рух суттєво відрізняється від прямолінійного руху. Як правило, кінематичні і динамічні умови роботи значно ускладнюються, що потребує вивчення багатьох додаткових факторів, які впливають на керуваність, стійкість і надійність руху машини.

В роботі [2] отримані нові рівняння для траєкторії неусталеного руху чотирьохколісної машини:

$$x = v t \left[\left(1 - \frac{1}{2} \alpha_o^2 \right) - \frac{1}{2} \alpha_o \left(k + \alpha_o \frac{v}{\ell} \right) t - \frac{1}{2} \left(\frac{1}{3} k^2 + \alpha_o k \frac{v}{\ell} + \frac{1}{3} \alpha_o^2 \frac{v^2}{\ell^2} \right) t^2 - \right. \\ \left. - \frac{1}{8} k \frac{v}{\ell} \left(k + \alpha_o \frac{v}{\ell} \right) t^3 - \frac{1}{40} k^2 \frac{v^2}{\ell^2} t^4 \right]; y = v t \left[\alpha_o + \frac{1}{2} \left(k + \alpha_o \frac{v}{\ell} \right) t + \frac{1}{6} k \frac{v}{\ell} t^2 \right]. \quad (1)$$

Тут функція курсового кута прийнята в залежності від часу t : $\alpha = \alpha_o + kt$, де коефіцієнт інтенсивності зміни курсового кута k має розмірність с^{-1} , а співвідношення між ϕ і t згідно з наведеним вище виразом для елементарної дуги траєкторії будуть:

На рисунку 1 наведені траєкторії входу в лівий поворот трактора МТЗ-82, визначені за допомогою рівнянь (1). Тут 1, 2 і 5 – колові траєкторії з радіусом кола 3,55 м; 5,33 м і 26,66 м відповідно. Крива 3 – вхід в поворот із змінними курсовим кутом і радіусом кривизни траєкторії, а лінія 6 означає прямолінійний рух з постійною швидкістю $v=1$ м/с.

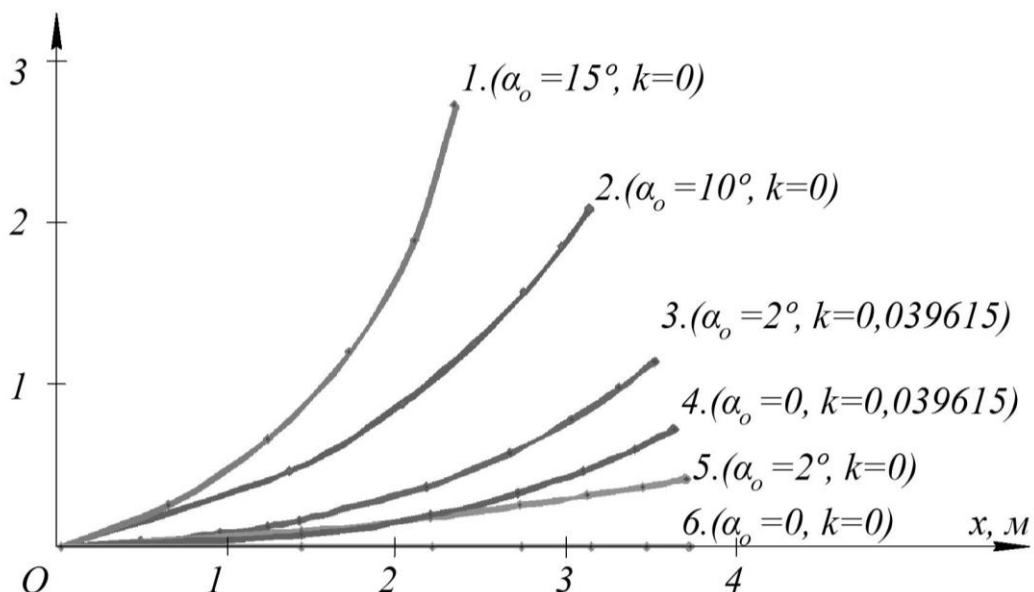


Рисунок 1 - Траєкторії входу в лівий поворот.

Як видно, рівняння (1) придатні для визначення всіх можливих маневрів колісної машини і при будь-яких значеннях вихідних параметрів. Єдине обмеження при використанні цих рівнянь обумовлене припущенням $\sin\alpha=\alpha$, яке допустиме наближено при $\alpha<30^\circ$, і яке впливає на траєкторію колового руху при значеннях курсового кута за означеною межею.

На рисунку 2 побудовані дві траєкторії при $\alpha_0=15^\circ$ і $k=0$. Траєкторія 1 розрахована за рівняннями отриманими в роботі [1] спеціально для колового руху колісної машини:

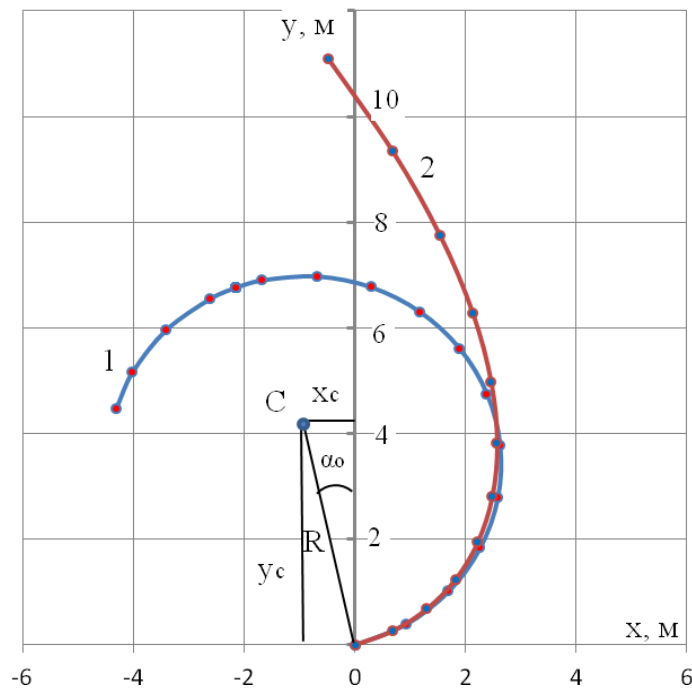


Рисунок 2 - Траєкторії колового руху.

Без урахування відведення коліс це ідеальне коло радіусом $R=3,55$ м ($\alpha_0=15^\circ$) з координатами центра $x_c=R\sin\alpha_0$; $y_c=R\cos\alpha_0$. Траєкторія 2 на рис. 2 побудована за рівняннями (1). Вона з достатньою точністю співпадає з кривою 1 в означених вище межах параметрів α і φ .

Параметричні рівняння дійсні при будь-яких значеннях аргументу t , легко програмуються, бо являють собою алгебраїчні поліноми третього і п'ятого ступеня, а головне, ці траєкторії дуже просто відтворити на практиці, визначаючи координати через деякі відрізки часу t . Таким чином, отримані рівняння можна вважати універсальними рівняннями криволінійного руху чотирьохколісної машини з передніми керованими колесами.

Література.

1. Поддубный В. И. Математическая модель движения колесного трактора / В. И. Поддубный // Ползуновский альманах. – 2005. – №3. – С.73-76.
2. Татьянченко Б. Я. Результаты аналитических исследований траектории криволинейного движения четырехколесных машин.// Б. Я. Татьянченко, Ю. В. Сиренко // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник научных статей Международной научно-практической конференции (Минск, 22–24 ноября 2017 года) / редкол.: В. П. Чеботарев [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2017. – 324 - 327 с.