

УДК 629.11.012

ОЦІНКА ПОКАЗНИКІВ МАНЕВРНОСТІ КОЛІСНИХ МАШИН ПРИ КОМБІНОВАНОМУ СПОСОБІ УПРАВЛІННЯ ПОВОРОТОМ

Макаренко М.Г., Кулаков Ю.М., Яценко І.С.

(Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка)

Колісні трактори традиційного компоновання і самохідні шасі мають зміщений до задньої осі центр мас, що негативно позначається на маневреності цих машин, особливо при русі по опорній поверхні з високим коефіцієнтом опору коченню і низьким коефіцієнтом зчеплення.

Комбінований спосіб управління дозволяє поліпшити показники маневреності колісних тракторів. Необхідність в комбінованому способі управління виникає тоді, коли збільшення кута повороту керованих коліс $\bar{\alpha}$ не призводить до зменшення радіусу повороту R_2 (збільшенню кутової швидкості ω повороту). Тому розглянемо модель руху колісної машини на повороті у випадку $\bar{\alpha} = const$ і проведемо оцінку повороткості і керованості при кінематичному і комбінованому способах управління [1, 2, 3, 4].

Враховуючи, що шини, що встановлюються на колісних тракторах мають високу жорсткість, при рішенні цієї задачі бічним відведенням нехтуємо.

Використовуючи теорему про зміну моменту кількості руху машини відносно центру повороту O_2 , отримуємо:

$$\frac{d}{dt}(J_{ZO_2} \cdot \omega) = R_{K2}'' \cdot \left(R_2 + \frac{B}{2}\right) + R_{K2}' \cdot \left(R_2 - \frac{B}{2}\right) + R_{K1}'' \cdot R_1'' + R_{K1}' \cdot R_1',$$

де R_1, R_2 – радіуси повороту точок середин передньої і задньої осей

Кутове прискорення є величиною, що характеризує керованість колісної машини. Співвідношення дозволяє визначити кутове прискорення $\frac{d\omega}{dt}$ при рівному розподілі крутних моментів між колесами однієї осі. При $\bar{\alpha} = const$ кутове прискорення виникає за рахунок $\frac{dV_{X1}}{dt}$, а останнє за рахунок перевищення дотичними реакціями на ведучих колесах сил опору руху. Зі збільшенням $\bar{\alpha}$, а також $V_{X1} \frac{dV_{X1}}{dt}$ відбувається збільшення вертикальних реакцій на колесах зовнішнього борту і зменшення вертикальних реакцій на колесах внутрішнього борту. Відповідно збільшується сила опору коченню на колесах зовнішнього борту і зменшується – на колесах внутрішнього. Це призводить до збільшення дотичних реакцій на колесах внутрішнього борту (R_{k1}', R_{k2}') і зменшенню дотичних реакцій на колесах зовнішнього борту (R_{k1}'', R_{k2}'') .

Граничний середній кут повороту керованих коліс α^* може бути також знайдений з умови рівності нулю вираження в квадратних дужках

Збільшення дотичних реакцій на колесах зовнішнього борту машини по відношенню до дотичних реакцій на колесах внутрішнього борту також призводить до збільшення вказаного показника.

Оскільки при повороті машини вертикальні реакції на колесах зовнішнього борту більші, ніж на колесах внутрішнього, то, створюючи на колесах дотичні реакції пропорційно вертикальному навантаженню.

Вважаючи, що сумарні реакції на колесах в площині дороги дорівнюють граничним силам зчеплення (тут передбачається, що при передніх і задніх ведучих колесах здійснюється ідеальне регулювання розподілу дотичних реакцій між мостами і окремими колесами), отримуємо при $\bar{\alpha} = const$:

$$R_{k1} + R_{k2} = \sqrt{m^2 \varphi^2 g^2 - \left(\frac{d^2 y_1}{dt^2} \right) m^2} = mg \sqrt{\varphi^2 - \left(V_{X1}^2 + \frac{dV_{X1}}{dt} \right)^2 \frac{tg^2 \alpha}{g^2 L^2}}.$$

Це означає, що при невиконанні умови руху раніше настає бічне ковзання коліс при ідеальному регулюванні розподілу крутних моментів між бортами, чим наростання до граничного значення моменту опору повороту, створюваного нерівністю моментів опору коченню на колесах різних бортів при рівномірному розподілі крутних моментів між ними.

При рівному розподілі крутних моментів між ведучими колесами різних бортів їх максимальні величини обмежені граничними силами зчеплення. Тому представляє інтерес визначення для даного випадку граничного середнього кута повороту керованих коліс, що відповідає досягненню на колесах сумарними реакціями в площині дороги їх граничних по зчепленню величин.

Аналіз досліджень показує, що застосування комбінованого способу управління дозволяє зменшити радіус повороту в порівнянні з кінематичним способом. На полі, підготовленому під посів комбінований спосіб управління забезпечує більш високе значення ω_{max} (менше $R_{2 min}$) в порівнянні з кінематичним. Застосування комбінованого способу управління на цьому ж полі дає зниження повороткості трактора ХТЗ-16131 на 10-35%, що суттєво впливає на кінцевий результат – продуктивність даного машинно-тракторного агрегату.

Список літератури:

1 Подригало, М.А. Маневренность и тормозные свойства колесных машин [Текст] М.А. Подригало, В.П. Волков, В.И. Кирчатый, А.А. Бобошко; под общ. ред. М.А. Подригало. – Харьков: Изд-во ХНАДУ, 2003. 403 с.

2. Тракторы. Ч. III. Конструирование и расчет [Текст]: учеб. пособие / В.В. Гуськов, И.П. Ксенович, Ю.Е. Атаманов, А.С. Солонский; под общ. ред. В.В. Гуськова. – Минск: Вышэйшая школа, 1981. – 383 с.

3. Метлюк, Н.Ф. Динамика пневматических и гидравлических приводов автомобилей [Текст]. – Н.Ф. Метлюк, В.П. Авгушко. – М.: Машиностроение, 1980. – 231 с.

4. Макаренко М.Г. Вплив перерозподілу нормальних навантажень від агрегатуємих сільськогосподарських машин на тягові якості трактора // Вісник ХДТУСГ. Зб. наук. пр., вип.. 29. Харків, 2004. – С. 91-97.