



УДК 631.37

ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКА РЕЖИМУ ПОВОРОТКОСТІ ШИРОКОКОЛІЙНОГО АГРОЗАСОБУ ДЛЯ КОЛІЙНОЇ СИСТЕМИ ЗЕМЛЕРОБСТВА

Кувачов В.П., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел./факс (0619) 42-12-65. E-mail: kuvachoff@ukr.net

Анотація – в роботі виведено показник режиму повороткості ширококолійного агрозасобу для колійної системи землеробства і оцінено вплив його конструктивно-технологічних та кінематичних параметрів на нього.

Ключові слова: колійне землеробство, ширококолійний агрозасіб, повороткість, радіус повороту, режим повороту.

Постановка проблеми. При обґрунтуванні конструктивно-технологічних та кінематичних параметрів ширококолійних засобів механізації сільськогосподарського виробництва для колійної системи землеробства (далі по тексті – ширококолійні агрозасоби) [1,2] та способу їх повороту бажано, щоб на поворотній смузі непродуктивні витрати на переміщення першого і площа під інженерну зону останньої були мінімальними [2-4].

Здійснення повороту ширококолійного агрозасобу в оптимальному режимі сприяє організація його руху за координатно-транспортною системою [2-4] та зменшує непродуктивні витрати на поворот. Така постановка проблеми обумовлює актуальність даної роботи. В якій і розглянуто один з варіантів вирішення цього питання.

Аналіз останніх досліджень. Аналіз публікацій з питань використання ширококолійних агрозасобів в колійній системі землеробства показав, що найбільше поширення одержали схеми повороту з всіма керованими пневматичними мотор-колесами, які, як відомо, мають покращені показники керованості [1-8]. При цьому, можуть бути реалізовані наступні кінематичні способи їх повороту:

- 1) поворотом та обкочуванням всіх керованих коліс навколо центра повороту, розташованого в центрі симетрії шасі [1] (рис. 1а);
- 2) поворотом платформи шасі машини керованими колесами з одного борту навколо центра повороту, розташованого в середині мі-

жколісного простору з іншого боку (колеса останнього борту при повороті залишаються нерухомими) [8] (рис. 1б).

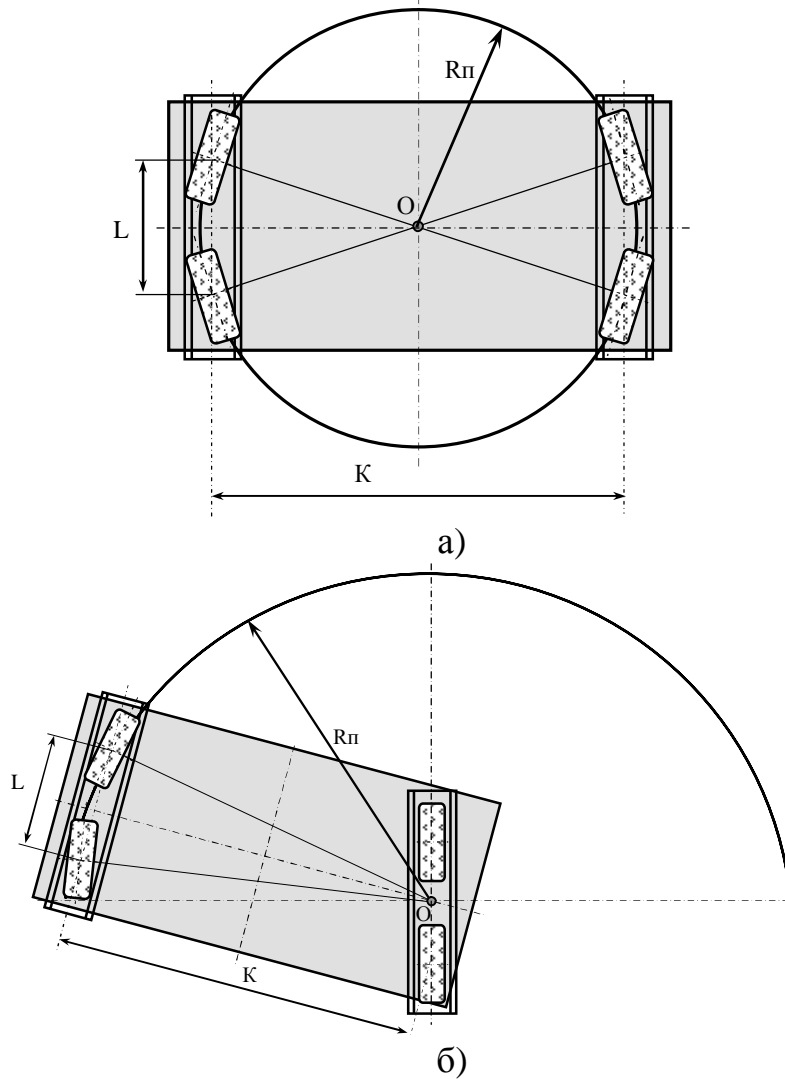


Рис. 1. Схеми кінематичного повороту ширококолійного агрегату навколо центра повороту, розташованого в центрі симетрії шасі (а) та в середині міжколісного простору (б).

З теорії експлуатації машинно-тракторного парку відомо, що для кожного виду повороту того чи іншого агрегату існує оптимальний радіус R_{opt} , при якому довжина його маневру на поворотній смузі буде найменшою [9]:

$$R_{opt} = \sqrt{\frac{L \cdot V_n}{2 \cdot \omega \cdot \varepsilon_{max}}}, \quad (1)$$

де L – колісна база енергетичного засобу;

V_n – швидкість руху агрегату на поворотній смузі;

ω – середня кутова швидкість повороту керованих коліс енергетичного засобу;



ε_{\max} —максимальний кут повороту агрегату у момент завершення входу в поворот.

Також відомо [9], що оптимальна поворотність агрегату матиме місце тоді, коли дійсна мінімальна значина радіуса повороту R_n , яка обумовлена схемою повороту та конструкцією конкретного агрегату, дорівнює $R_{\text{опт}}$.

Слід підкреслити, що взагалі питанню поворотності сільськогосподарських машинно-тракторних агрегатів присвячено велику кількість наукових досліджень, зокрема [10,11]. В останніх за критерієм поворотності розглядається показник K_n , суттю якого є відношення поступальної швидкості руху агрегату на поворотній смузі до кутової швидкості повороту керованих коліс трактора:

$$K_n = \frac{V_n}{\omega}. \quad (2)$$

Також дослідженнями [10,11] встановлено, що при виборі режиму руху агрегату на поворотній смузі слід керуватися наступними вимогами: середня швидкість руху на поворотній смузі повинна дорівнювати гранично допустимій в даних умовах експлуатації (зазвичай вона для більшості агрегатів не перевищує 2,5 м/с; середня кутова швидкість повороту керованих коліс трактора повинна приблизно складати 0,22 рад/с). З урахуванням цих вимог оптимальна значина показника режиму повороту, за даними [10,11], дорівнює $K_{\text{попт}}=2,5/0,22=11,4$ м/рад, максимальна $K_{\text{попт}}=25,0$ м/рад і мінімальна $K_{\text{попт}}=4,5$ м/рад.

Але, всі проаналізовані нами роботи направлені на вивчення цього питання стосовно традиційних колісних тракторів. У зв'язку з цим отримані науковцями залежності практично не можуть бути використані нами для аналізу поворотності ширококолісного агрозасобу. Причина полягає в принциповій різниці конструктивної схеми останнього та кінематичної схеми його повороту в координатно-транспортній системі руху. Тим більше, для спеціалізованих ширококолісних агрозасобів, які призначені для роботи в колійній системі землеробства, це питання науковцями взагалі не розглядалося.

Насамкінець, слід вивести такий показник режиму повороту ширококолісного агрозасобу K_n , який би забезпечував здійснення повороту останнього у оптимальному режимі.

Формулювання цілей статті. Метою даної роботи є обґрунтування кінематичного показника режиму повороту ширококолісного агрозасобу для колійної системи землеробства та дослідження впливу на нього конструктивно-технологічних та кінематичних параметрів останнього.



Основна частина. Спочатку встановимо зв'язок конструктивно-технологічних параметрів ширококолісного агрозасобу з його радіусом повороту за обома схемами із рис. 1.

Звернемо увагу на те, що для ширококолісних засобів одним із характеристичних параметрів є відношення колісної бази L до ширини колії R , що, як правило, не перевищує за 1 [8]:

$$\mu = \frac{L}{K} \leq 1. \quad (3)$$

Так, для першої схеми повороту ширококолісного агрозасобу (див. рис. 1а) радіус повороту $R_{п1}$ зв'язаний з його колісною базою L та колією K наступною залежністю:

$$R_{п1} = \sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + \left(\frac{K}{2}\right)^2} = 0,5K\sqrt{\mu^2 + 1}. \quad (4)$$

Для другої схеми повороту ширококолісного агрозасобу (див. рис. 1б) аналогічно знаходимо $R_{п2}$:

$$R_{п2} = \sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + K^2} = 0,5K\sqrt{\mu^2 + 4}. \quad (5)$$

Із спільного розв'язання рівнянь (1), (2) та (4), (5) слідує, що добитися рівності $R_{опт}$ і $R_{п}$ можна шляхом руху ширококолісного агрозасобу на поворотній смузі у певному режимі, показник $K_{п}$ якого для кожної схеми його повороту (індексом 1 позначена схема за рис. 1а і 2 – відповідно за рис. 1б) визначається конструктивними і кінематичними параметрами:

$$K_{п1} = \frac{K \cdot \varepsilon_{\max} \cdot (\mu^2 + 1)}{2\mu}, \quad (6)$$

$$K_{п2} = \frac{K \cdot \varepsilon_{\max} \cdot (\mu^2 + 4)}{2\mu}. \quad (7)$$

Отримані аналітичні залежності (6) та (7) дозволяють оцінити показник режиму поворотності $K_{п}$ будь-якого ширококолісного агрозасобу за розглядуваними схемами повороту (див. рис. 1) при відомих значеннях його колії K та характеристичного параметра μ . Зрозуміло, що вплив останнього на $K_{п}$ не є лінійним. До того ж, за однаковими вказаними параметрами, абсолютна величина $K_{п}$ для другої схеми повороту (див. рис. 1б) за (8) більша, ніж за першою схемою (див. рис. 1а) за (7).

В розглядуваних схемах повороту ширококолісного агрозасобу (див. рис. 1) величину максимального кута повороту у момент завершення ним входження в поворот можна прийняти $\varepsilon_{\max} = \pi/4$ [9].

Як показують розрахунки (рис. 2) із зменшенням характеристичного параметра μ показник $K_{п}$ має тенденцію до збільшення. Причому в діапазоні μ від 0,25 до 0,5 цей процес відбувається інтенсивно, і

за $\mu > 0,5$ – навпаки повільно. До того ж, для другої схеми повороту ширококолієного агрозасобу (рис. 1б) величина показника повороткості K_{π} за своїм абсолютним значенням майже в 4 рази більша, як і сама інтенсивність процесу, ніж для першої (рис. 1а). Пояснити це можна різною зміною величини R_{π} в залежності від його конструктивних параметрів L та K за рівняннями (4) та (5). Тобто, для розглядуваних схем повороту ширококолієного агрозасобу із збільшенням величини колії K , за постійною величиною μ , частка зміни R_{π} від збільшення L за (5) більша, ніж за (4). Тому і вплив конструктивних параметрів L та K ширококолієного агрозасобу на K_{π} за другою схемою повороту суттєво більший.

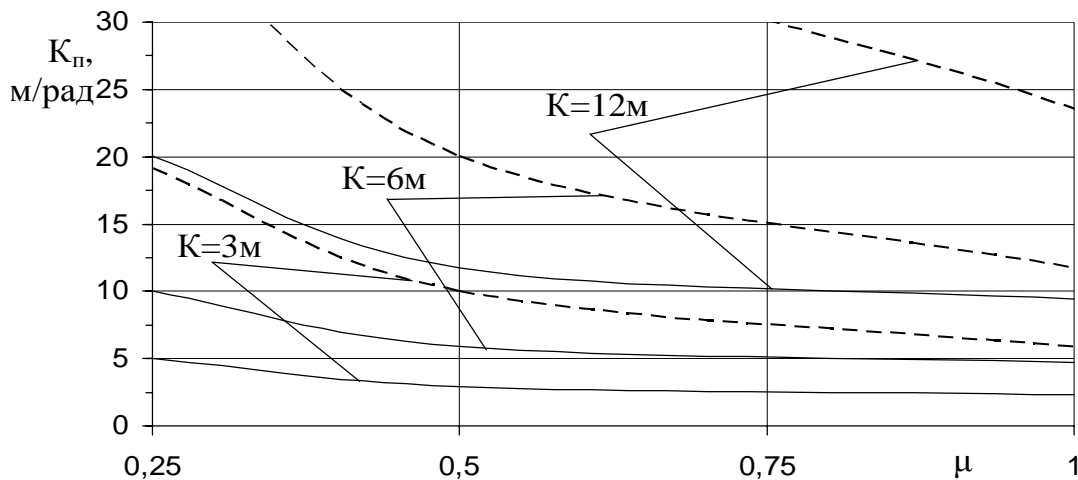


Рис. 2. Залежність показника режиму повороту ширококолієного агрозасобу від його характеристичного параметра ($\mu=L/K$) за першою (—) та другою (-----) схемами повороту (див. рис. 1) при різній величині колії ($K=3, 6$ та 12 м).

Але, з погляду на практичну цінність отриманих результатів досліджень, інтерес представляє інша річ, суть якої пояснимо далі.

Положимо, що для вказаних схем повороту ширококолієного агрозасобу справедливе твердження про деяке оптимальне значення показника повороткості $K_{\text{опт}}$. В такому випадку з рис. 2 цілком зрозуміло, що для кожної із розглядуваних схем його повороту із зміною величини колії K характеристичний параметр μ не залишається постійним, а також змінюється. Характер цього взаємозв'язку такий: із збільшенням величини колії K агрозасобу параметр μ збільшується і навпаки. При цьому сам зв'язок не є лінійним, а носить квадратичний характер.

Якщо, наприклад, прийняти оптимальне значення $K_{\text{опт}}=11,4$ м/рад, як це було сказано раніше, тоді для першої схеми повороту при величині колії ширококолієного агрозасобу $K=3$ м за рис. 2



досягти оптимальної поворотності неможливо, для $K=6\text{м}$ – значина колісної бази повинна становити $L=\mu \cdot K=1,5\text{м}$, і для $K=12\text{м}$ – відповідно $L=7,2\text{м}$. Аналогічно, для другої схеми повороту – при $K=3\text{м}$ значина колісної бази повинна становити $L=1,2\text{м}$, для $K=6\text{м}$ – відповідно $L=6\text{м}$, і для $K=12\text{м}$ – досягти оптимальної поворотності неможливо. Але ж, обґрунтувати оптимальне значення $K_{\text{опт}}$ для кожної схеми повороту можна тільки за результатами дослідження статичної та динамічної поворотності спеціалізованого ширококолісного агрозасобу для колійної системи землеробства. На що і направлені наші подальші наукові дослідження.

Висновки.

1. При виконанні ширококолійними агрозасобами поворотів за розглядуваними схемами, які є характерними для них, показник режиму їх здійснення суттєво залежить від характеристичного параметра, чисельно рівного відношенню колісної бази до ширини колії. Встановлено, що для отримання оптимального режиму поворотності ширококолієних агрозасобів зі збільшенням величини їх колії значення цього параметру також збільшується.

2. При реалізації схеми повороту шляхом обкочуванням всіх керованих коліс ширококолієного агрозасобу навколо центра повороту, розташованого в центрі симетрії його шасі, показник режиму поворотності в діапазоні значин колії $K_{\text{п}}=3-12\text{м}$ знаходиться в межах $K_{\text{п}}=2,3-20\text{ м/рад}$. При реалізації ним повороту навколо центра, розташованого в середині міжколієного простору $K_{\text{п}}$ змінюється від $5,8\text{ м/рад}$ і сягає більше за 30 м/рад .

Література

1. ASA Lift og brdr. Kjeldahls Wide span traktor til høst af løg og meget mere [Електронний ресурс]. – 2013. – Режим доступу до ресурсу: <http://ctfeurope.dk/2013/widespan/>.
2. Надикто В.Т. Колійна та мостова системи землеробства. Монографія / В.Т. Надикто, В.О. Улексін. – Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2008. – 270 с.
3. Улексін В.О. Автоматизація керування транспортним засобом у мостовому землеробстві / В.О. Улексін // Вісник Харківського НТУСГ ім. П.Василенко. Вип.10, т.2. – 2011. – С. 101 – 110.
4. Кувачов В.П. Землевикористання при облаштуванні поля для роботи енерготехнологічних засобів мостового типу / В.П. Кувачов // Науковий вісник ТДАТУ.– 2013. – Вип.1, т.3. – С.116 – 126.
5. Onal I. Controlled Traffic Farming and Wide Span Tractor / I. Onal // Journal of Agricultural Machinery Science. – 2012. – 8(4). – P. 353 – 364.



6. *Pedersen H.H.* User requirements for a Wide Span Tractor for Controlled Traffic Farming [Електронний ресурс] / Pedersen H.H. – 2013. – Режим доступу до ресурсу: <http://cigr.org/>.
7. Пат. 92174 Україна, МПК (2014.01) A01B49/00. Універсальне самохідне шасі для сільськогосподарської техніки / *Міхновський К.П., Корнейчук В.М.*; заявник і патентовласник Міхновський К.П., Корнейчук В.М. – № u201314879; заявл. 19.12.2013; опубл. 11.08.2014, Бюл. № 15.
8. *Кувачов В.П.* Кінематика повороту ширококолейних засобів механізації сільськогосподарського виробництва для колійної системи землеробства / В.П. Кувачов // Вісник Сумського НАУ. – Суми: Сумський НАУ, 2016. – Вип. 10/2 (30). – С. 46 – 49.
9. *Иофинов С.А.* Технология производства тракторных работ / С.А.Иофинов. – М.: Сельхозгиз, 1959. – 242 с.
10. *Масалабов В.М.* Визначення показника режиму поворотності двомашинного посівного МТА / В.М. Масалабов // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2012. – Вип. 2, Т. 5. – С.3 – 7.
11. Збирання зернових культур роздільним способом: монографія / *В.Т. Надикто, В.М. Кюрчев* [та ін.]. – Запоріжжя: Інтер-М, 2012. – 132 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ РЕЖИМА ПОВОРОТА ШИРОКОКОЛЕЙНОГО АГРОСРЕДСТВА ДЛЯ КОЛЕЙНОЙ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

В.П. Кувачев

Аннотація – В работе выведен показатель режима поворота ширококолейного агросредства для колёйной системы земледелия и оценено влияние его конструктивно-технологических и кинематических параметров на него.

DETERMINATION INDEX THE MODE OF AGILITY WIDE SPAN TRACTOR FOR CONTROLLED TRAFFIC FARMING

V. Kuvachov

Summary

The paper a index of the mode of agility wide span tractor for controlled traffic farming in its agility a presented and impact of its technological and kinematic parameters on it a estimated.