

СПЕЦІАЛІЗОВАНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ ДЛЯ КОЛІЙНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

Кувачов В.П., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

В роботі обґрунтована необхідність розробки спеціалізованого транспортного засобу, що пристосований для механізації технологічних процесів в системі колійного землеробства.

Постановка проблеми. Нині практично в усьому світі найбільш актуальною є проблема переущільнення ґрунтів ходовими системами енергетичних засобів та сільськогосподарських машин. Світові тенденції вирішення проблеми ущільнення ґрунту спрямовані на зменшення площі слідів рушіїв енергозасобів на полі [1]. Так, перехід до технологій мінімального обробітку (No-till) зменшує покриття слідами від рушіїв коліс на полі до 46%. Ще більшого ефекту в зменшенні ущільнюючої дії рушіїв коліс ходових систем агрегатів на ґрунт спостерігається в колійній системі землеробства, або як її називають закордонні науковці – Controled Traffic Farming - CTF «керований рух по полям». Керований рух по коліям дозволяє зменшити покриття площі слідів коліс на полі до 14%.

Землеробство з використанням постійної технологічної колії - це відокремлення зон руху від зон оброблення рослин. На практиці це означає, що для обробки ґрунту, посадки рослин, обприскування та збирання використовуються одні й ті самі колії для руху МТА. Тобто функціональне призначення площі поля розділяється на плодоносну (агротехнічну) та технологічну (інженерну) зони.

За ознакою тривалості використання технологічної колії науковцями південного філіалу ННЦ ІМЕСГ [2] запропоновано її класифікувати на періодичну, тимчасову, постійну, багаторічну і стаціонарну. Практичне використання останніх трьох вносить певні труднощі її реалізації традиційними тракторно-комбайновими засобами механізації. Оскільки головним критерієм задачі оптимізації комплексів машин для колійного землеробства виступає узгодженість параметрів ходових систем тракторів і сільськогосподарських машин параметрам технологічної колії. З іншого боку, узгодження машинних агрегатів за параметрами їх ходових систем може призводити до неповного завантаження енергетичних засобів на різних технологічних операціях в технологічному циклі вирощування сільськогосподарської культури на окремому полі з постійною технологічною колією, що зведе на нуль ефект від її реалізації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. З метою практичної реалізації концепції колійного землеробства світовою практикою запропоновано низку різних технологічних і технічних рішень: використання постійної колії

тракторів із збільшеною довжиною колісних осей, мостових тракторів типу Доулера з прольотом 12 м і шведського мостового трактору Biotrac з чотирма ведучими колесами та ін. [3]. Використання таких мостових тракторів певною мірою вирішує проблему зменшення ущільнення ґрунту, оскільки площа від слідів їх коліс зменшується до 7-10%. Але, ці машини не вирішують, наприклад, питання точності виконання технологічних параметрів, зниження залежності строків виконання сільськогосподарських робіт від погодних умов і енергоємності робіт, впровадження автоматизації і комплексу інших проблем сталого забезпечення рослинам усім комплексом факторів їх розвитку та росту з високою продуктивністю, а також збереження родючості ґрунтів і екології навколишнього середовища.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Пріоритетні подальші дослідження проблемних питань механізації рослинництва, на думку багатьох науковців, спрямовані на розробку машинних технологій і технічних засобів для системи точного землеробства; створення принципово нових способів виконання технологічних операцій; автоматизація і роботизація сільськогосподарських процесів [3]. Реалізувати такі принципи на новому технологічному і технічному рівні, на нашу думку, можна на основі повністю програмуємих роботизованих спеціалізованих самохідних електрифікованих транспортних агрозасобів мостового типу.

Формулювання мети статті. Обґрунтування доцільності створення та означення основних параметрів спеціалізованого транспортного засобу для колійного землеробства, який би дозволив механізувати з високим рівнем автоматизації технологічні процеси у межах поля.

Виклад основного матеріалу досліджень. Науковцями Таврійського державного агротехнологічного університету розроблений транспортний засіб сільськогосподарського призначення для колійної системи землеробства (науковий керівник – к.т.н. Кувачов В.П.) (рис. 1).

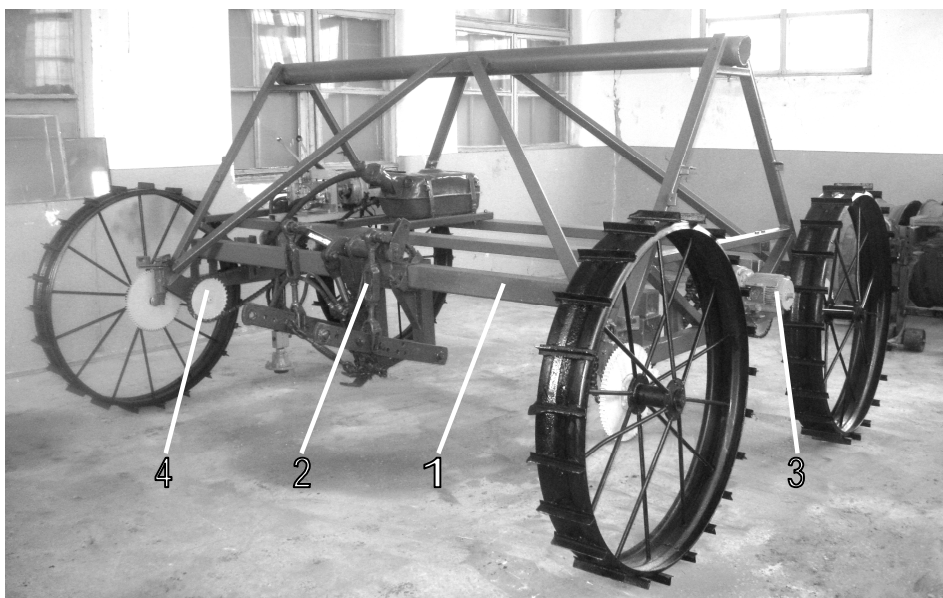


Рис.1 – Транспортний засіб ТДАТУ для колійної технології землеробства.

Транспортний засіб ТДАТУ (рис. 1) має ширину прольоту 2,8 м і може бути використаний, перш за все, в технологіях овочівництва. Складається транспортний засіб із самохідного електрифікованого шасі 1 із гідронавісним механізмом 2 для агрегативання сільськогосподарських знарядь, комплекту електрообладнання для приводу рушіїв та гідросистеми. На рамі електрошасі розміщені два мотор-редуктори 3, які через ланцюгову і циліндричну зубчасту передачі 4 приводять в обертання колеса агрозасобу.

Для практичної реалізації транспортного засобу в межах поля, безпосередньо на сільськогосподарських операціях, вирішити питання його розвороту, на нашу думку, можливо, шляхом його обертання на місці навколо центру повороту, який розміщений в центрі колії, по якій рухається машина [4]. Для чого транспортний засіб додатково оснащений механічними висувними опорами (рис. 2), прикріпленими до електрошасі для підйому одного із його бортів при розвороті, відносно вісі, яка співпадає з повздовжньою віссю опори. Такий принцип розвороту транспортного засобу з некерованими колесами на місці дозволяє здійснювати його переміщення на наступну позицію за мінімальний проміжок часу, що підвищує продуктивність роботи.

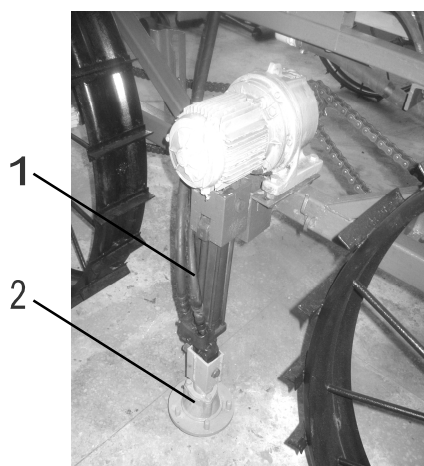


Рисунок 2 – Гідровисувна опора для реалізації бортового повороту транспортного засобу:
1 – гідроциліндр; 2 – опора.

Для запропонованого транспортного засобу, що у перспективі має бути автоматизованим, доцільно застосування електроприводу, який значно краще піддається автоматизації, ніж силові установки з двигунами внутрішнього згоряння [5].

Загальною проблемою впровадження електроприводу на транспортних засобах являється проблема передачі енергії мобільній машині [5]. Тому, найбільш доцільним є використання гібридного приводу, який повинний включати тяговий електродвигун з акумуляторним живленням, зарядний пристрій для підзарядки акумуляторів від електромережі та додатковий двигун внутрішнього згоряння невеликої потужності з генератором для підзарядки акумуляторних батарей при роботі у автономному режимі. Максимальну потужність гібридна установка розвиває при паралельній роботі двигуна внутрішнього згоряння та тягового електродвигуна, що забезпечує високі

динамічні якості транспортного засобу. Головною перевагою гібридної установки у порівнянні з традиційними приводами від двигунів внутрішнього згоряння полягає в тому, що спрощується трансмісія машини (відсутність зчеплення та коробки передач) та зручність керування машиною з можливістю повної автоматизації процесу керування.

У вирішенні задачі визначення енергонасиченості транспортного засобу складене рівняння балансу потужності [6], згідно якого потужність його енергоустановки (або енергоустановок) розподіляється між двома його бортами і, в певних випадках, можливий додатковий відбір потужності (через ВВП та інше):

$$N_e = \frac{V}{\eta_{mp}} \cdot f_k \cdot M_g \cdot g + \left(\frac{\delta_n}{1 - \delta_n} \right) \cdot \frac{V}{\eta_{mp}} \cdot f_k \cdot M_g \cdot g + \left(\frac{\delta_n}{1 - \delta_n} \right) \cdot \frac{V}{\eta_{mp}} \cdot M_g \cdot g \cdot (\lambda_k \cdot \varphi_k - f_k) + \frac{V}{\eta_{mp}} \cdot M_g \cdot g \cdot (\lambda_k \cdot \varphi_k - f_k) + \frac{N_{ВВП}}{\eta_{ВВП}}, \quad (1)$$

де N_e – потужність енергетична;
 $N_{ВВП}$ – додатковий відбір потужності (через ВВП та ін.);
 η_{mp} , $\eta_{ВВП}$ – ККД трансмісії приводу рушіїв та ВВП;
 V , δ_n – теоретична швидкість руху і буксування рушіїв;
 M_g – зчіпна маса;
 f_k – коефіцієнт опору перекошування;
 g – прискорення вільного падіння;
 λ_k – коефіцієнт навантаження ведучих коліс;
 φ_k – коефіцієнт зчеплення.

Отримане рівняння балансу потужності (1) враховує не тільки вплив тягового навантаження транспортного агрозасобу, додатковий відбір потужності і ґрунтові умови, але і особливості його конструктивної схеми.

Залежність енергонасиченості агрозасобу від швидкості по (1) апроксимована лінійним функціональним рівнянням [6]:

$$\frac{N_e}{M_g} = 2,3562 \cdot V + \frac{N'_{ВВП}}{M_g}, \quad (2)$$

де $N'_{ВВП} = N_{ВВП} / \eta_{ВВП}$ - додатковий відбір потужності (через ВВП та ін.).

Аналіз рівнянь (1) та (2) показав [6], що виходячи за умов руху транспортного агрозасобу по твердому вирівняному ґрунту слідів технологічної зони поля величина його енергонасиченості дорівнює 23,5 кВт/т для робочих швидкостей руху в межах 10 км/год. При цьому, на кожен тону експлуатаційної маси самохідний агрозасіб зможе розвивати тягове зусилля в 6,37 кН за умови достатнього зчеплення його рушіїв із ґрунтом.

Остаточне значення енергонасиченості по (2) буде залежати від величини додаткового відбору потужності $N'_{ввп}$, значення якого ще необхідно обґрунтувати.

З метою оцінки впливу розмірів транспортних засобів мостового типу та параметрів їх рухів на коефіцієнт землевикористання при облаштуванні поля транспортними технологічними доріжками розглянемо, як варіант, вид і спосіб руху мостового засобу (рис. 3), який за загальноприйнятою класифікацією можна віднести: за організацією території – загінний; за напрямом робочих ходів – гоновий; за схемою обробітку загінки – човниковий; за видом повороту – безпетльовий.

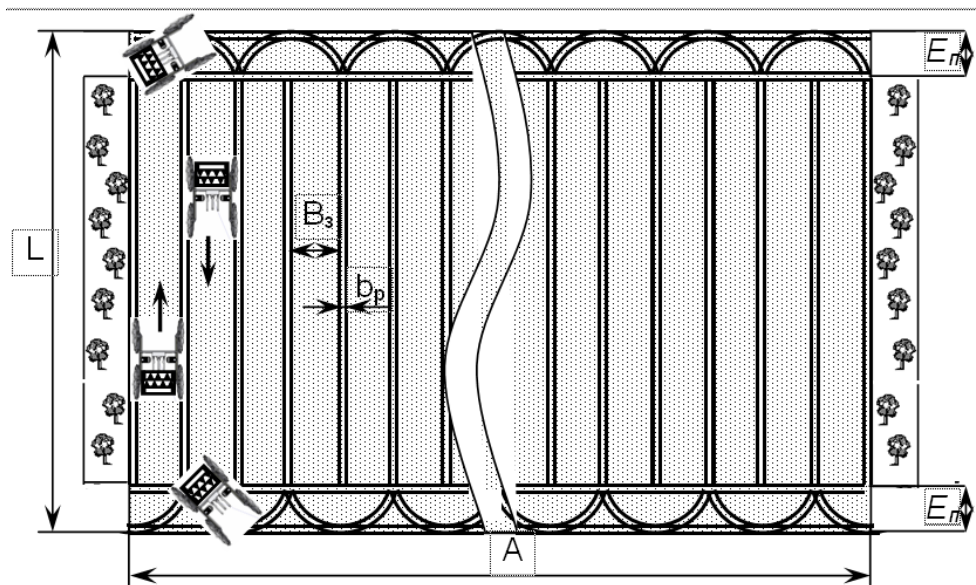


Рисунок 3 – Схема планування карти поля для роботи мостових агрозасобів: A та L – ширина та довжина поля; B_3 – ширина робочої смуги, E_n – ширина поворотних смуг; b_p – ширина транспортної технологічної доріжки.

З урахуванням прийнятого виду і способу руху мостового агрозасобу проведеними дослідженнями [4] було встановлено, що вплив його розмірів та параметрів рухів на втрати площі поля під інженерну зону можна оцінити відносною величиною коефіцієнту втрат w_i , що для представленого транспортного засобу ТДАТУ (рис .1) та прийнятого способу руху (рис. 3) дорівнює:

$$w_i = (b_c + c) \cdot ([L - 2(K + b_c + c)] \cdot [(A - b_c - c) / K + 1] + 4A + \pi \cdot (A - b_c - c)) / (L \cdot A), (3)$$

де: A та L – ширина та довжина поля;
 b_c - ширина сліду від рухів агрозасобу;
c - ширина охоронної зони (або технологічний допуск);
K - колія агрозасобу.

Аналіз рівняння (3) показав [4], що при прямокутній конфігурації ділянки поля використання мостових агрозасобів з відносно невеликими коліями (до 12

м) та вузькими рушіями (наприклад, шириною профілю шини 15,5R або 16,9R) зумовлюють величину втрат площі поля під інженерну зону в межах 7,5-12,5%, а з коліями більшими за 12 м і більш широкими рушіями (наприклад, шириною профілю шини 23,1R) - не більше 5% загальної площі.

Для експериментального зразку транспортного засобу ТДАТУ величина втрат площі поля під інженерну зону для означеного способу руху становить до 13%, якщо використовувати рушії з шириною 0,39 м [4].

На величину площі транспортної технологічної доріжки суттєво впливає технологічний допуск ϵ , який обумовлений, зокрема, амплітудами поперечних відхилень агрозасобу від прямолінійного руху, що суттєво впливає на втрати площі поля під інженерну зону [4]. Із збільшенням технологічного допуску до 0,3 м втрати площі під інженерну зону збільшуються в 1,5-1,75 разів. Тому, практичне використання транспортних агрозасобів мостового типу в системі колійного землеробства потребує обґрунтування принципів їх автоматичного водіння, що дозволить максимально зменшити амплітуду відхилень від заданої прямолінійної траєкторії руху, і, як наслідок, величину технологічного допуску.

Висновки. Для транспортного забезпечення системи колійного землеробства доцільно створювати спеціалізовані роботизовані самохідні електрифіковані транспортні агрозасоби мостового типу з розворотом у виваженому стані (прикладом яких є транспортний засіб ТДАТУ), що дає змогу зменшити втрати площі поля на організацію транспортної системи у межах поля.

В межах робочих швидкостей руху до 10 км/год енергонасиченість спеціалізованих транспортних засобів дорівнює 23,5 кВт/т.

Для експериментального зразку транспортного засобу ТДАТУ величина втрат площі поля під інженерну зону для означеного способу руху становить до 13% для ширини профілю рушіїв 0,39 м. Збільшенні колії транспортного засобу до 12 м і більше зумовлює величину втрат під інженерну зону не більше 5% загальної площі.

Список використаних джерел

1. Скуратович А. Развитие способов снижения давления на почву / А. Скуратович // Докучаевские чтения ТРИЗ-профи [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.trizminsk.org>.
2. Черепухін В.Д. Перспективи колійної системи землеробства / В.Д. Черепухін, В.Т. Надикто // Техніка АПК. - Київ, 1998. - №3.
3. Улексин В.А. Мостовое земледелие. Монография / Улексин В.А. – Днепропетровск: Пороги, 2008.-224 с.
4. Кувачов В.П. Землевикористання при облаштуванні поля для роботи енерготехнологічних засобів мостового типу / В.П. Кувачов // Науковий вісник ТДАТУ [Електронний ресурс]. – Мелітополь: ТДАТУ, 2013. – Вип.1, Т.3. Режим доступу: www.nbuv.gov.ua/e-journals/nvtdau.
5. Улексін В.О. Спеціалізований транспортний засіб для мостового землеробства / В.О. Улексін // Транспорт. Дорожні та будівельні машини.

Вісник КДПУ. Вип. 1/2007(42). Частина 1. – С.87-89.

6. Кувачов В.П. Обґрунтування енергонасиченості спеціалізованих самохідних енерготехнологічних засобів мостового типу / В.П. Кувачов // Праці ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2013.

Анотация

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ КОЛЕЙНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Кувачев В.

В работе обоснована необходимость разработки специализированного транспортного средства, которое приспособлено для реализации транспортных процессов в системе колеечного земледелия.

Summary

SPECIALIZED VEHICLE FOR AGRICULTURE RUT

V. Kuvachov

The necessity of developing the specialized vehicle which is adapted to the implementation of transport processes in the rut of agriculture.

УДК 631.372.004.952.8

ДОСЛІДЖЕННЯ КУТОВИХ ПЕРЕМІЩЕНЬ РАМИ ГРУНТООБРОБНОЇ МАШИНИ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ

**Пастухов В.І. д.т.н., проф., Скофенко С.М. к.т.н., доц.,
Фесенко Г.В., к.т.н., доц., Міленін А.М., к.т.н., доц., Зиков В.В.**

*Харківський національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка*

Приведені дослідження кутових переміщень ґрунтообробної машини при нестійкому русі машинно-тракторного агрегату в польових умовах за допомогою розробленого вимірювально-реєструючого комплексу.

Постановка проблеми. В роботах багатьох авторів [1,2,3] розглядається питання нестійкого руху машинно-тракторного агрегату (МТА), зокрема впливу начіпного пристрою на рух об'єктів ґрунтообробної системи – трактор або ґрунтообробну машину. Експериментальні дослідження кутової стійкості ґрунтообробної машини в поздовжньо-вертикальній площині безпосередньо під час виконання технологічної операції є досить складною та затратною частиною науково-пошукового комплексу досліджень нестійкого руху МТА.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Виходячи з теоретичних досліджень механічної системи «трактор-начіпка-плуг» в поздовжньо-