



УДК 631.37

МОСТОВЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО НА БАЗІ ДОЩУВАЛЬНИХ МАШИН

Кувачов В.П., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*Тел./факс (0619) 42-12-65, E-mail: kuvachoff@mail.ru

Анотація – В роботі представлено результат вдосконалення мостового землеробства шляхом використання серійних дощувальних машин в якості агротехнічних багатоцільових агрегатів, які здатні виконувати різні с.-г. роботи. Обґрунтовані первинні параметри мостового засобу, побудованого на базі самохідного електрошасі опорних та кінцевих візків фронтальної дощувальної машини «Дніпро» з колією 2,8 м і двома штатними мотор-редукторами.

Ключові слова – мостове землеробство, мостовий засіб, агро-мост, дощувальні машини, ефективність.

Постановка проблеми. Запровадження сучасних технологій у сільському господарстві з глибоким ступенем використанням механізації, автоматизації і роботизації відкриває широкі можливості для ресурсозбереження, покращення екологічного стану ґрунтів, підвищення якості виконання технологічних операцій, освоєння перспективної технології точного землеробства.

Реалізувати новий технологічний рівень можливо шляхом впровадження, так званого, мостового землеробства. На відміну від тракторно-комбайнової системи машин електрифіковані комплекси в рослинництві можуть забезпечити [1]:

- використання єдиного енергетичного модуля для виконання всього комплексу с.-г. робіт при вирощуванні і збиранні культури;
- можливість комплексної автоматизації виробництва в рослинництві;
- маршрутизацію руху с.-г. агрегатів і технологічного транспорту по постійним напрямним коліям протягом всього технологічного циклу вирощування і збирання культури;
- усунення негативного впливу ходових робочих органів машин на ґрунт;
- виконання з високою точністю агротехнічних прийомів у встановлені строки незалежно від рівня вологості і несучої здатності ґрунту;
- виконання операцій, які неможливо виконати тракторною технікою - ремонт посівів, оброблення проміжних культур та ін.;
- скорочення витрат матеріалів і продукції.

До того ж, впровадження такої системи дозволяє програмувати врожаї; зменшує пошкоджуваність рослин, питому витрату невідтворних ресурсів, витрати праці; підвищує престиж с.-г. праці, завдяки надання йому інтелектуального характеру. За орієнтовною оцінкою науковців [2], застосування мостової системи в порівнянні з тракторною забезпечить підвищення урожайності в 1,6...2,5 разів. Електрифіковані агрегати дозволяють розширити область використання електроенергії, відмовитися, або значно скоротити, застосування хімічних речовин для боротьби з бур'янами, добрив, що забезпечить отримання екологічно чистих продуктів.

Але, мостова система землеробства не набула широкого впровадження у с.-г. виробництві на цей час по причині складності, дороговизни і металоємності агромотів.

Реалізація технології мостового землеробства, на нашу думку, можлива, за принципами уніфікації і агрегування, тобто використання вторинних матеріальних ресурсів.

Так, основою агромотів можуть служити дощувальні машини. Як відомо, всі дощувальні мобільні агрегати при значних капіталовкладеннях мають низький річний коефіцієнт використання, який не перевищує 0,1. Тобто, в залежності від погодних умов вони експлуатуються не більше 1000 год на рік, а в інший час простоюють.

За принципами уніфікації і агрегування основна умова підвищення ефективності використання дощувальних машин - перетворення їх в агротехнічні багатоцільові агрегати, які здатні виконувати різні с.-г. роботи. А це дозволяє підвищити коефіцієнт їх використання в 5...7 разів [2].

Аналіз останніх досліджень. Відомо багато технічних рішень в напрямку створення електрифікованих польових систем на базі серійних дощувальних машин, наприклад "Кубань" [2-4]. Науковцями ВІЕСГ обґрунтована ефективність використання агромотів на основі дощувальних машин при виконанні усіх агротехнологічних процесів в рослинництві [2].

Але, таких дощувальних машин, як «Дніпро» та «Кубань» в Україні лишилися одиниці. Кількість дощувальних агрегатів ДДА-100МА скоротилась в 5,4 рази, «Фрегат» у 1,5 рази [5]. Сьогодні на полях українських господарств представлена дощувальна техніка світових фірм-виробників: «Zimatic» («Lindsay Manufacturing Co»), «Valley» («Valmont Irrigation») T-L («T-L Irrigation»), «Pierce» («Pierce Corporation»), США, «Centerliner», «Linerstar», «Centerstar» («Bauer», Австрія), «Western» («Western Irrigation», ОАЕ) [5]. За способом водозабору, технічною схемою поливу, приводу пересування, продуктивністю всі ці машини різняться. Але багато спільного мають в плані тех-

ніко-технологічних рішень в побудові конструкції основних вузлів. В більшості конструкцій дощувальних машин використовується електричний привод опорних візків. Старт-стопний режим роботи електродвигунів мотор-редукторів опорних візків зумовлює мале споживання енергії від генератора на свій привод.

Формування цілей статті. Метою роботи є вдосконалення мостового землеробства шляхом використання серійних дощувальних машин в якості агротехнічних багатоцільових агрегатів, які здатні виконувати різні с.-г. роботи.

Основна частина. Використовуючи елементи конструкції опорного візка (кінцевого або проміжного) серійної електрифікованої фронтальної дощувальної машини «Дніпро», науковцями ТДАТУ пропонується побудова конструкції мостового засобу для сільськогосподарських робіт (рис.1).

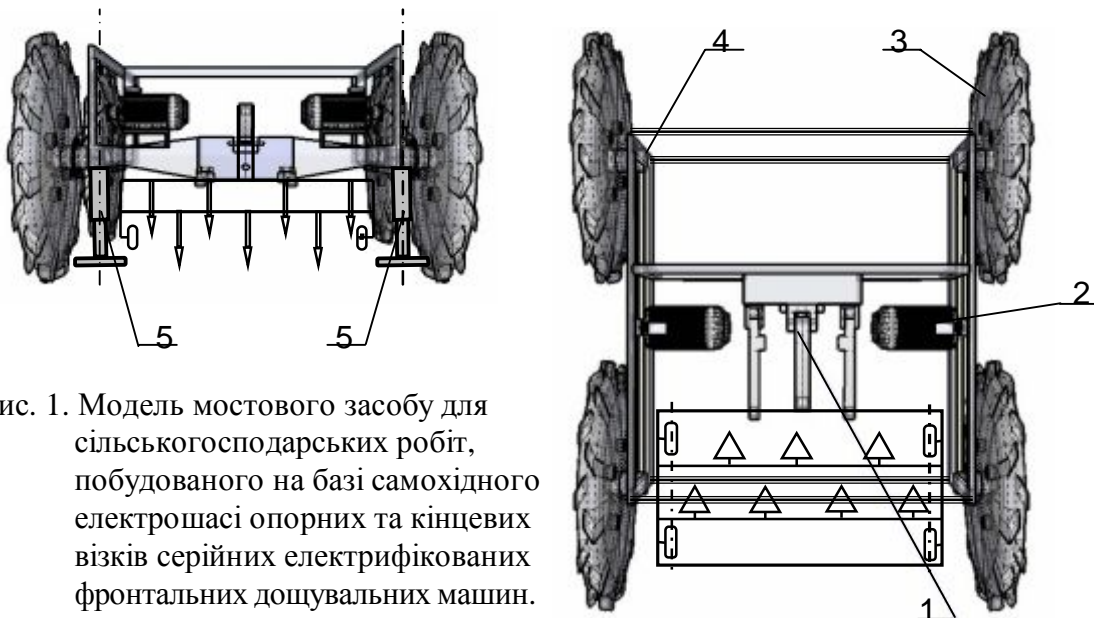


Рис. 1. Модель мостового засобу для сільськогосподарських робіт, побудованого на базі самохідного електрошасі опорних та кінцевих візків серійних електрифікованих фронтальних дощувальних машин.

Мостовий засіб для сільськогосподарських робіт (див. рис. 1) складається із самохідної електрифікованої машини з сільськогосподарським знаряддям 1, комплекту електрообладнання 2 для приводу рушіїв 3 самохідного електрошасі 4. На рамі електрошасі розміщені два мотор-редуктори, які через ланцюгову і циліндричну зубчасту передачі приводять в обертання колеса, і навісний механізм для агрегування сільськогосподарських знарядь.

Але для практичної реалізації мостового засобу безпосередньо на сільськогосподарських операціях необхідно вирішити проблемне питання його розвороту. Оскільки серійні фронтальні дощувальні машини (наприклад «Дніпро» та «Кубань») рухаються прямолінійно, з одного краю поля до іншого, переключаючи електропривід на прямий і зворотній хід [6]. А тому, для більшості серійних фронтальних дощу-

вальних машин, опорні та кінцеві візки мають некеровані колеса без можливості їх повороту. Для переїзду на іншу позицію рушії опорних та кінцевих візків вручну повертаються на 90 град. за допомогою домкратів і машина перетягується трактором на наступну позицію. Така складність здійснення розвороту представленого самохідного мостового засобу для сільськогосподарських робіт, побудованого на базі самохідного електрошасі опорних та кінцевих візків фронтальної дощувальної машини, збільшує втрати часу на його переміщення на наступну робочу позицію, що зменшує продуктивність сільськогосподарських робіт.

Технічно вирішити питання розвороту мостового засобу, на нашу думку, можливо, шляхом його обертання на місці навколо центру повороту, який розміщений в центрі колії, по якій рухається машина. Для чого мостовий засіб додатково оснащений механічними висувними опорами 5 (див. рис. 1), прикріпленими до електрошасі для підйому одного із його бортів при розвороті, відносно вісі, яка співпадає з повздовжньою віссю опори. Такий принцип розвороту мостового засобу з некерованими колесами на місці дозволяє здійснювати його переміщення на наступну позицію за мінімальний проміжок часу, що підвищує продуктивність роботи.

Засіб працює таким чином. При виконанні сільськогосподарських робіт самохідне електрошасі 4 з комплектом електрообладнання 2 і сільськогосподарським знаряддям 1 рухається прямолінійно по фронту. Для переміщення мостового засобу на наступну позицію самохідне електрошасі зупиняють, виключаючи живлення електрообладнання. За допомогою висувної опори 5 піднімають один із бортів електрошасі. Включають електрообладнання приводу рушіїв 3 електрошасі на прямий або зворотній хід. Самохідне електрошасі, опираючись на рушії одного борту і висувну опору робить обертання мостового засобу відносно вісі, яка співпадає з повздовжньою віссю опори. Це дозволяє здійснити розворот мостового засобу з одночасним його переміщенням на наступну позицію за мінімальний проміжок часу, що підвищує продуктивність сільськогосподарських робіт.

Якщо для приводу рушіїв електрошасі мостового засобу використовувати два штатних мотор-редуктора дощувальної машини «Дніпро» типорозміру 1МП₃2-40-35,5-110У3 [6] проведемо тяговий розрахунок запропонованої машини.

Характеристика мотор-редуктора 1МП₃2-40-35,5-110У3:

- номінальна частота обертання вихідного валу, хв. ⁻¹	35,5
- номінальний крутний момент на тихохідному валу, Н·м	293
- потужність електродвигуна, кВт	1,1
- маса мотор-редуктора, кг	38

Експлуатаційна вага мостового засобу $G_{мз}$ визначається за умови зчеплення рушіїв з ґрунтом. Зчеплення повинно бути достатнім для того, щоб машина на горизонтальній ділянці змогла розвивати задане номінальне тягове зусилля при роботі на агрофоні нормальної вологості з буксуванням не більше допустимого.

Експлуатаційна вага мостового засобу $G_{мз}$ розраховується за рівнянням [7]

$$G_{мз} = \frac{P_{кр.н}}{\lambda_k \varphi_k - f_k}, \quad (1)$$

де $P_{кр}$ – номінальне тягове зусилля, кН;

λ_k – коефіцієнт навантаження ведучих коліс;

φ_k – коефіцієнт зчеплення;

f_k – коефіцієнт опору перекочування.

Номінальне тягове зусилля $P_{кр}$ при заданій експлуатаційній потужності тягового електродвигуна мостового засобу $N_{мз}$ і швидкості руху $v_{ам}$ по горизонтальній ділянці розраховується за рівнянням [7]

$$P_{кр.н} = \frac{N_{мз}^e \cdot \eta_{тр} (1 - \delta_n)}{v_{ам}} - P_f, \quad (2)$$

де P_f – сила опору перекочування, $P_f = f_k \cdot G_{ам}$, кН;

$\eta_{тр}$ – механічний ККД трансмісії;

δ_n – коефіцієнт буксування рушіїв.

При розрахунках по (1) та (2) прийемо значення коефіцієнта навантаження $\lambda_k = 1$, оскільки всі колеса мостового засобу ведучі. Коефіцієнти φ_k та f_k в першому наближенні прийемо на рівні значень для колісних тракторів при роботі на полі, підготовленому під посів ($\varphi_k = 0,4-0,6$; $f_k = 0,16-0,18$) [7]. Результати тягового розрахунку та продуктивності роботи за годину основного часу представлено в таблиці 1.

Таблиця 1 -

Результат тягового розрахунку мостового засобу та продуктивності його роботи при використанні двох штатних мотор-редукторів типу 1МП₃2-40-35,5-110У3

Швидкість руху $v_{ам}$, м/с	Експлуатаційна вага $G_{мз}$, кН	Номінальне тягове зусилля $P_{кр}$, кН	Основна продуктивність роботи, га/год.
0,136*	22,2	9,7	0,13
0,5	6,0	2,6	0,50
1,0	3,0	1,3	1,00
1,5	2,0	0,8	1,51
2,0	1,5	0,6	2,01

*Примітка: паспортна швидкість руху дощувальної машини «Дніпро»

Аналіз таблиці 1 свідчить, що при збереженні механізму приводу коліс електрошасі запропонованого мостового засобу, як це у приводі опорного візка серійної дощувальної машини «Дніпро», швидкість його руху становить 0,136 м/с, при цьому можна розвивати тягове зусилля до 9,7 кН при його експлуатаційній вазі 22,2 кН. Але, основна продуктивність роботи машини при такій швидкості і ширині захвату 2,8 м становить лише 0,13 га/год. Для збільшення продуктивності роботи мостового засобу за годину основного часу до 1 га/год швидкість руху необхідно збільшувати до 1 м/с. При цьому тягове зусилля може бути реалізоване до 1,3 кН при експлуатаційній вазі 3 кН. Якщо збільшити швидкість мостового засобу до 2 м/с – реалізація тягового зусилля мала і становить близько 0,6 кН при експлуатаційній вазі 1,5 кН. Але ж, при цьому, основна продуктивність дорівнюватиме 2 га/год. Зрозуміло, що реалізація тягових зусиль буде залежати від умов технологічного процесу робочої машини.

Реалізація мостового землеробства шляхом використання серійних дощувальних машин в якості агротехнічних багатоцільових агрегатів нами запропоновано у такий спосіб (рис. 2). Для багатопрольотної фронтальної дощувальної машини її прольоти розміщують під постійну технологічну колію, яка додатково прокладена на ґрунті з відстанню між центрами колій 2,8 м. Сама ж дощувальна машина може виступати як агромот – технологічний засіб із сільськогосподарським знаряддям. Також, на площі агроугіддя працюють тягові машини – мостові засоби з сільськогосподарським знаряддям, які рухаються по слідах технологічної колії.

В процесі роботи багатопрольотна фронтальна дощувальна машина 1 рухається по постійній технологічній колії 2. Мостові засоби з сільськогосподарським знаряддям 3 виконують сільськогосподарські технологічні операції. В процесі робочого руху вони переміщуються по постійній колії 2. Для переміщення мостового засобу 3 на наступну позицію при досягненні кінця гону здійснюється їх розворот на 180 град. на місці. Розворот, як було сказано раніше, здійснюється обертанням мостового засобу за допомогою висувної опори на місці. Але центр повороту 4 повинен знаходитися в центрі колії 2.

Висновки. Вирішити проблему механізації рослинництва на новому технологічному рівні можливо за рахунок впровадження мостового землеробства. Мостові засоби, побудовані за принципами уніфікації і агрегування електрифікованих дощувальних машин та елементів їх конструкцій, можливо успішно реалізовувати на сільськогосподарських роботах. Побудова електрошасі мостового засобу на основі елементів конструкції опорних візків дощувальних машин із некерованими колесами робить можливим здійснювати розворот агромота,

шляхом його обертання на місці, навколо центру додатково встановленої опори. При використанні двох штатних мотор-редукторів опорного візка дощувальної машини «Дніпро» та штатного механізму приводу коліс електрошасі мостовий засіб на чотирьох металевих штатних колесах може розвивати тягове зусилля до 9,7 кН при його експлуатаційній вазі 22,2 кН. Але основна продуктивність роботи машини при такій швидкості і ширині захвату 2,8 м становить лише 0,13 га/год. Збільшити продуктивність роботи можливо перебудовою механізму приводу електрошасі та використання знарядь меншого тягового опору.

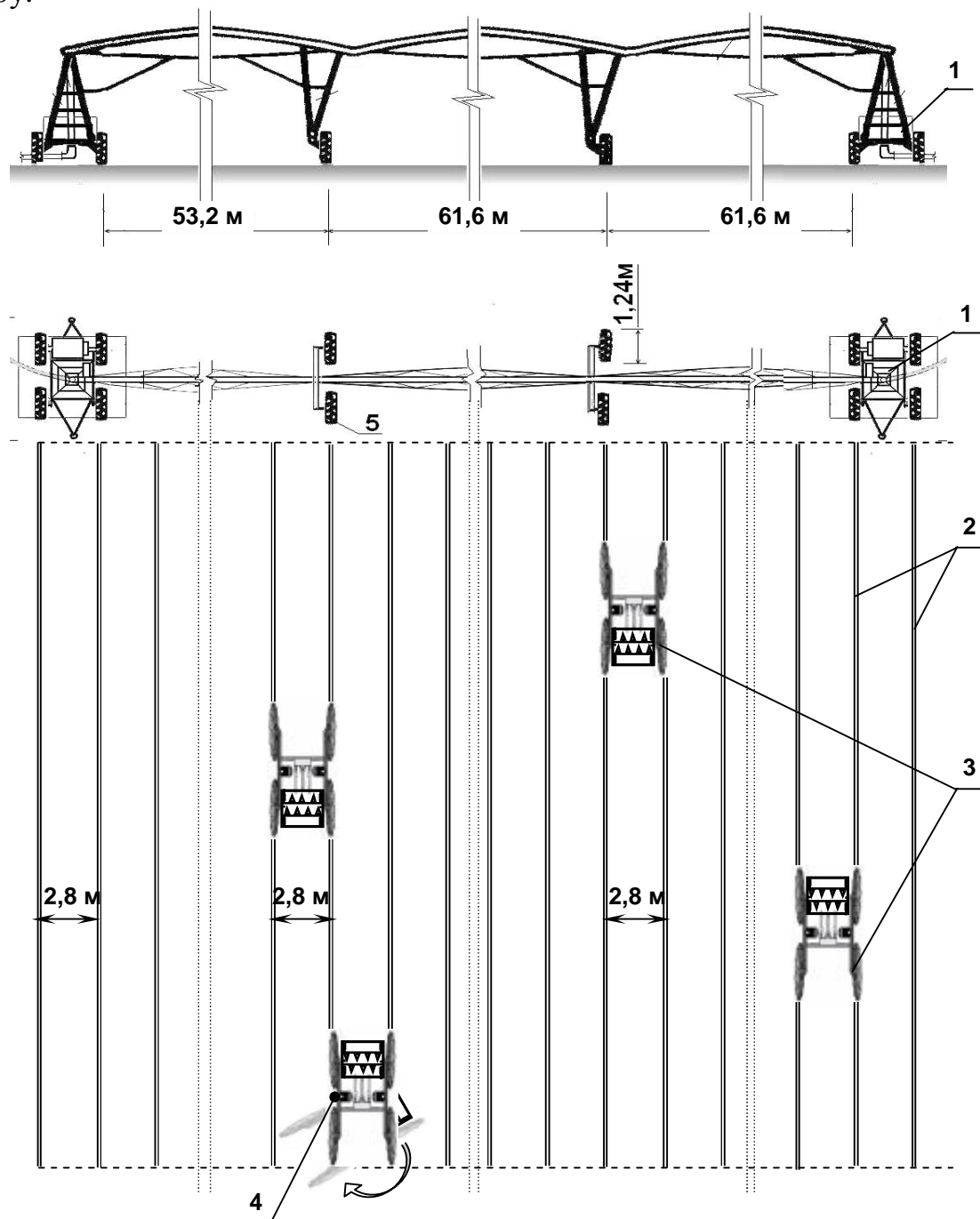


Рис. 2. Спосіб мостового землеробства.

Література.

1. *Надикто В.Т.* Колійна та мостова системи землеробства. Монографія / В.Т. Надикто, В.О. Улексін. – Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2008. – 270 с.
2. *Бойко И.Ф.* Система фермерского земледелия на базе дождевальных машин / Бойко И.Ф., Уссаковский В.М. // Техника в сельском хозяйстве, 1996, № 6, с.25-27.
3. Пат. 2175174 С2 Росія, МПК⁶ А01В49/00. Способ выполнения мостового земледелия / Майсов И.А.; опубл. 27.10.2001.
4. Пат. 2048717 С1 Росія, МПК⁶ А01В49/00. Мостовое устройство для сельскохозяйственных работ / Майсов И.А.; опубл. 27.11.1995.
5. Практика застосування нових широкозахватних дощувальних машин на існуючих зрошувальних мережах в господарствах півдня України / Митрофанов О.П., Мігальов А.О., Сидоренко В.В., Гончар П.А. [та ін.]. – Херсон: ПФ УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2010. – 79 с.
6. Дождеватель фронтальный с механизированным перемещением «Днепр». Техническое описание и инструкция по эксплуатации. – Киев: Реклама, 1986.
7. *Кутьков Г.М.* Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства: Учебн. пособ. / Кутьков Г.М. – М.: Колос, 2004. – 504 с.

МОСТОВОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ НА БАЗЕ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН

Кувачев В.П.

Аннотация – в работе представлен результат усовершенствования мостового земледелия путем использования серийных дождевальных машин в качестве агротехнических многоцелевых агрегатов, которые способны выполнять разные сельскохозяйственные работы. Обоснованы первичные параметры мостового средства, построенного на базе самоходного электрического шасси опорных или концевых тележек фронтальной дождевальной машины «Днепр» с колеей 2,8 м и двумя штатными мотор-редукторами.

BRIDGING FARMING BASED SPRINKLING MACHINES

V. Kuvachev

Summary

In the work is the output of the bridge improvement of agriculture through the use of serial sprinkling machines as agricultural multipurpose units that are capable of performing various agricultural activities. Substantiated primary parameters of the bridge means constructed on the basis of self-supporting chassis electric carts or front end sprinkler "Dnepr" with a track of 2.8 m and two motor-reducers.