

УДК 631.37

## ПЕРСПЕКТИВИ РОБОТИЗАЦІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

Пульянов В.П., магістрант

Кувачов В.П., к.т.н., доцент

e-mail: kuvachoff@mail.ru

Таврійський державний агротехнологічний університет

*В роботі обґрунтована необхідність розробки спеціалізованого транспортного засобу, що пристосований для механізації технологічних процесів в системі колійного землеробства. Розрахована необхідна вага транспортного засобу і його потужність при виконанні технологічних операцій в рослинництві із різною шириною захвату.*

**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].

В традиційному обробітку ґрунту, де використовуються агрегати різної ширини захвату та з різною колією, відсоток покриття площі поля слідами коліс рушіїв становить більше 80%. 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% [2].

Якщо реалізувати принципи колійної технології землеробства мостовими тракторами, типу Доулера, BIOTRAC та ін., то площа від слідів їх коліс зменшується до 7-10% [2]. Відмінною особливістю мостових тракторів від інших енергозасобів є те, що вони пересуваються по постійній технологічній колії (ПТК), яка розташована на відстані, рівному їх прольоту, в зоні якій і розміщуються сільськогосподарські знаряддя.

Повне виключення негативного впливу ходових систем на ґрунт можна досягти використанням агромотів, які представляють собою сільськогосподарський агрегат, що базується на парі рушіїв, і який переміщається по напрямниках, прокладених уздовж поля.

Нині умови для створення мостових агрегатів повністю дозріли, що створює потужну основу для переходу до широкого розвертання конструкторських робіт по їх розробці та виробничій перевірці.

**Аналіз останніх досліджень.** Світовою практикою вже накопичений певний досвід в напрямку вивчення та практичної реалізації системи колійного землеробства. Роботи ведуться в США, Ізраїлі, Австралії, Англії, країнах Західної Європи, в Росії та Україні. Досить часто агрегати комплектуються або на основі модифікованих с.-г. енергетичних засобів, або на базі самохідних агромотів з шириною захвату 6-10 м.

Вітчизняна наука намагається реалізувати технологію вирощування сільськогосподарських культур із застосуванням ПТК на основі використання як перспективних, так і серійних енергетичних засобів. Так, Українським НДІ ґрунтознавства та агрохімії разом з Харківським СГП проводилися дослідження по визначенню ефективності застосування постійної технологічної колії на вирощуванні просапних культур [1].

З 1989 року дослідження по застосуванню ПТК у сільськогосподарському виробництві проводить Південний філіал ІМЕСГ. Досліджувані МТА склались як на базі серійних тракторів Т-150 та ЮМЗ-6, так і на основі перспективного модульного енергетичного засобу перемінного тягового класу 2-4 (МЕЗ-200) [1].

**Мета 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.

**Основні матеріали дослідження.** Науковцями Таврійського державного агротехнологічного університету розроблений мостовий електрифікований енерготехнологічний засіб сільськогосподарського призначення (науковий керівник – к.т.н. Кувачов В.П.) (рис. 1).

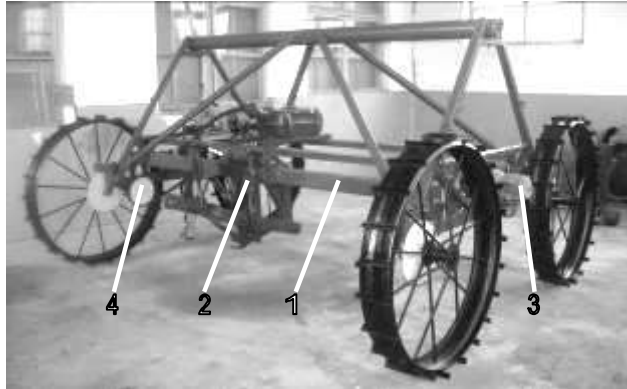


Рисунок 1 - Самохідний мостовий енерготехнологічний засіб ТДАТУ [3]

Мостовий енерготехнологічний засіб (рис. 1) має ширину прольоту 2,8 м і може бути використаний, перш за все, в технологіях овочівництва. Мостовий засіб складається із самохідного електрифікованого шасі 1 із гідронавісним механізмом 2 для агрегування 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.

Вага агромоста  $G_{ам}$  (кН) визначається за умови зчеплення його рушіїв з ґрунтом. Зчеплення повинно бути достатнім для того, щоб агроміст на горизонтальній ділянці змог розвинути задане номінальне тягове зусилля при роботі на агрофоні нормальної вологості з буксуванням не більше допустимого:

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

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

$\lambda_k$  – коефіцієнт навантаження ведучих коліс;

$\varphi_k$  – коефіцієнт зчеплення;

$f_k$  – коефіцієнт опору перекошування.

Значення коефіцієнта  $\lambda_k$  навантаження ведучих коліс для енергозасобів з колісною формулою 4К2 приймають з урахуванням дії сили тягового опору -  $\lambda_k = 0,75 \dots 0,80$ . Для енергозасобів з колісною формулою 4К4 і гусеничних – приймають  $\lambda_k = 1$ .

Тягове зусилля  $P_{кр}$ , яке розвиває мостовий засіб, обумовлено питомим тяговим опором конкретного с.-г. знаряддя та його шириною захвату (в нашому випадку ширина захвату дорівнює ширині прольоту мостового засобу):

$$P_{кр.н} = k_0 \cdot \left( 1 + \frac{c_v}{100} (V_p - V_0) \right) \cdot B_k, \quad (2)$$

де  $k_0$  – питомий тяговий опір с.-г. знаряддя при швидкості руху  $V_0$ , кН/м;

$V_0$  – швидкість руху, яка дорівнює 5 км/год;

$c_v$  – темп зростання питомого тягового опору від збільшення швидкості руху, %;

$B_k$  – конструктивна ширина прольоту (ширина захвату) мостового засобу, м.

Вибір потужності енергоустановки є однією з найбільш складних і відповідальних задач будь-яких мобільних агрегатів і транспортних систем, у тому числі і агромостів на початковій стадії їх розробки.

Основною вимогою і критерієм правильного вибору енергетичної установки є відповідність його потужності і параметрів умовам технологічного процесу робочої машини.

Номінальну експлуатаційну потужність тягового двигуна агромоста  $N_{ам}$  (кВт) визначається за умови реалізації на заданому агрофоні номінального тягового зусилля при заданій

швидкості руху  $v_p$  по горизонтальній ділянці:

$$N_{ам}^e = \frac{(P_{кр.н} + P_f) v_p}{\eta_{mp} (1 - \delta_n)}, \quad (3)$$

де  $P_f$  – сила опору перекочування,  $P_f = f_k \cdot G_{ам}$ , кН;  
 $\eta_{mp}$  – механічний ККД трансмісії;  
 $\delta_n$  – коефіцієнт буксування рушіїв.

Виходячи за умов руху мостового засобу по твердому вирівняному ґрунту слідів технологічної зони поля значення показників для розрахунку прийняті наступні:  $f = 0,05$ ,  $\varphi_k = 0,7$ ,  $\delta_n = 14\%$ ,  $\lambda_k = 1$ ,  $\eta_{mp} = 0,941$ . Результат розрахунків потрібної ваги мостового засобу і експлуатаційної потужності його енергоустановки по (1 та 3) при виконанні конкретних технологічних операцій представлено в табл. 1.

Таблиця 1 - Результат розрахунків потрібної ваги мостового засобу і експлуатаційної потужності його енергоустановки при виконанні конкретних технологічних операцій

Технологічна операція	Сільськогосподарські машини	Питоми тяговий опір $K_0$ , $\frac{кН/м}{т}$	Частка приросту тягового опору $c_v$ , %	Агротехнічна швидкість $V_p$ , $\frac{км}{год}$	Розрахунок ваги $G_{ам}$ (кН) і необхідної потужності $N_{ам}$ (кВт) мостового енергозасобу для ширини його прольоту ( $B_p$ )																
					3 м		10 м		30 м		100 м										
					$G_{ам}$	$N_{ам}$	$G_{ам}$	$N_{ам}$	$G_{ам}$	$N_{ам}$	$G_{ам}$	$N_{ам}$									
Боронування	Борони зубові:																				
	важкі	0,4...0,7	5	7...12	4,1	12,6	13,6	41,7	40,8	125,2	136	417,3									
	середні	0,3...0,6			3,5	10,7	11,7	35,9	35	107,4	116,5	357,5									
	легкі	0,25...0,45			2,6	8	8,7	26,7	26,2	80,4	87,4	268,2									
	сітчасті та шлейф-борони	0,45...0,65			3,8	11,7	12,6	38,7	37,9	116,3	126,3	387,6									
	пружинні та лапчасті	1,0...1,8			10,5	32,2	35	107,4	104,9	321,9	349,6	1072,8									
	голчасті	0,45...0,65			3,8	11,7	12,6	38,7	37,9	116,3	126,3	387,6									
Борони дискові:																					
на дискуванні стерні	1,6...2,2	2	5...10	10,4	26,6	34,8	89	104,5	267,2	348,2	890,4										
на дискуванні оранки	3,0...6,0			28,5	72,9	95	242,9	284,9	728,5	949,6	2428,3										
на дискуванні луків	4,0...6,0			28,5	72,9	95	242,9	284,9	728,5	949,6	2428,3										
Культивація сучільна	Культиватори:																				
	паровий - глибина обробітку 6-8см	1,2...2,6	5	9...15	16,8	64,4	56,1	215,2	168,3	645,6	561,2	2152,7									
	паровий - глибина обробітку 10-12см	1,6...3,0			19,4	74,4	64,7	248,2	194,2	744,9	647,5	2483,7									
штанговий - глибина обробітку 10 - 12см	1,6...2,6	12,3			22	41,2	73,7	123,5	221,1	411,5	736,6										
Культивація міжрядна		1,2...1,8	5	7...10	9,7	24,8	32,4	82,9	97,1	248,3	323,7	827,8									
Глибоке рихлення	Глибокорозпушувачі	8,0...13,0	5	7...10	70,1	179,3	233,8	597,9	701,4	1793,6	2338,1	5979									
Обробіток плоскорізами	Плоскорізи	4,0...6,0	5	8...12	35	107,4	116,5	357,5	349,6	1072,8	1165,5	3576,5									
Луццання стерні	Луццильники:																				
	дисковий - глибина обробітку 8 - 10 см	1,2...2,6	2	7...12	12,8	39,3	42,6	130,7	127,9	392,5	426,5	1308,8									
	лемішний - глибина обробітку 10-14см	2,5...6,0			28,5	72,9	95	242,9	284,9	728,5	949,6	2428,3									
лемішний - глибина обробітку 14-18см	6,0...10,0	47,5			121,5	158,3	404,8	474,8	1214,2	1582,7	4047,3										
Рядковий посів зернових	Сівалки:																				
	дискова з міжряддям 0,15м	1,1...1,6	4	10...15	9,7	37,2	32,2	123,5	96,7	370,9	322,3	1236,3									
	вузькорядна	1,5...2,5			15,1	57,9	50,4	193,3	151,1	579,6	503,6	1931,7									
	зернопресова	1,2...1,8			10,9	41,8	36,3	139,2	108,8	417,3	362,6	1390,9									
сівалка-луццильник	1,2...2,8	16,9			64,8	56,4	216,3	169,2	649	564	2163,4										
Сівба буряків		0,6...1,0	4	6...7,5		4,7	9	15,8	30,3	47,5	91,1	158,3									
Сівба кукурудзи, соняшника		1,0...1,4	4	6...7,5		6,6	12,7	22,2	42,6	66,5	127,5	221,6									
Посадка овочевих та картоплі		2,5...3,5	4	5...9		5...9	17,5	40,3	58,4	134,4	175,3	403,5	584,2								
Коткування	Котки: гладкі водоналивні	0,55...1,2	2	4...8	4...8	5,5	11,3	18,3	37,4	54,9	112,3	183	374,4								
	кільцево-шпорові	0,6...1,0			6...12	4,9	15	16,4	50,3	49,2	151	164	503,3								
	кільчасто-зубчастими	0,6...1,0			4...9	4,7	10,8	15,5	35,7	46,6	107,2	155,4	357,7								

**Висновок.** Для реалізації системи колійного землеробства доцільно створювати спеціалізовані самохідні електрифіковані транспортні агрозасоби мостового типу (прикладом яких є транспортний засіб ТДАТУ).

Результати обчислення потрібної ваги та потужності енергоустановки мостового засобу при роботі на різних технологічних операціях дозволяє використовувати цінний науковий матеріал при проектуванні подібних засобів в рослинництві.

#### Список використаних джерел.

- Надикто В.Т. Колійна та мостова системи землеробства. Монографія / Надикто В.Т., Улексін В.О. – Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2008.-270 с.
- Улексін В.А. Мостовое земледелие. Монографія / Улексін В.А. – Днепропетровск: Пороги, 2008.-224 с.
- Кувачов В.П. Електрифікований агро модуль – ефективне рішення проблем механізації с.-г. виробництва / Кувачов В.П., Куценко Ю.М., Ковальов О.В. // Праці ТДАТУ.-2012. - Вип. 12, том 2.-С.86-92.