УДК 631.3:477.7

ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТРАНСПОРТНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ З ПРИЧІПНИМИ СІЛЬГОСПМАШИНАМИ

А.М. Яковенко, канд. техн. наук, **Л.В. Дорошенко,** інж.
Ю.М. Марусяк, студент, **Ю.Ю. Смольянінов**, студент.
Одеський державний аграрний університет

Теоретично та експериментально доказана можливість використання автомобілів з причіпними сільгоспмашинами при виконанні малоенергоємних технологічних операцій у фермерських господарствах

Ключові слова: транспортно-енергетичний засіб, двигун, потужність, тягова характеристика, прикочування, боронування.

Вступ. Зараз в Україні у фермерських господарствах проводиться менше половина необхідних технологічних операцій, причому в агротехнічні терміни виконується тільки третина об’ємів польових механізованих робіт від числа тих, що виконуються взагалі.
Тому спільне використання тракторної і автомобільної техніки фермерськими господарствами є актуальним питанням для сільського господарства.
Проблема. Для власників сільськогосподарської техніки, колективних чи одноосібних, завжди проблемою є підвищення ефективності використання їх техніки за рахунок зменшення простоїв. У фермерських господарствах нами [1,2,3] обґрунтована доцільність спільного використання тракторної техніки, а застосування фермерських автомобілів, як тягових, з причіпними сільгоспмашинами при виконанні польових робіт дає можливість збільшити об’єми необхідних механізованих операцій при вирощуванні сільськогосподарських культур.
Аналіз останніх досліджень та публікацій. Використанню транспортно-енергетичних засобів в сільському господарстві присвячено багато наукових робіт, але автомобіль використовується в основному, як транспортний засіб – транспортування зерна, кормів, добрив та інших вантажів. Є пристрої на автомобілях для завантаження сівалок насінням, для перевезення ядохімікатів, палива, води та інших матеріалів. Відомі роботи про використання транспортних засобів як тягових у фермерських господарствах Німеччини [4]. Але у вітчизняній літературі, у фермерських формуваннях України подібних досліджень не було.
Мета досліджень. Експериментально і теоретично обґрунтувати доцільність використання транспортно-енергетичних засобів як тягових з причіпними сільгоспмашинами у фермерських господарствах, коли при спільному використанні техніки одного власника іншими користувачами потрібно

переїздити від однієї ділянки до ділянки іншого фермера одним і тим же агрегатом.

Результати досліджень. У фермерських господарствах Одеської області, де поводились дослідження спільного використання техніки, на малоенергоємних операціях застосували автомобілі Зил-130 та Зил-4331. Тягові показники автомобіля як тягового засобу визначили з тягової характеристики, яку будують, знаючи швидкісну характеристику двигуна.

Карбюраторний двигун автомобіля Зил-130 має ефективну потужність $N_e = 111$ кВт при номінальному числі обертів колінчастого вала 3200 хв$^{-1}$., питомій витраті палива g_e=324 г/кВт год і максимальному крутному моменті 410 Нм при 2000 хв$^{-1}$.

Швидкісна характеристика карбюраторного двигуна (рис.1) побудована, виходячи з даних таблиці 1.

Таблиця 1. **Величини обертів, потужностей, питомої витрати палива і крутного моменту.**

n,%	20	40	60	80	100	120
$n, хвил^{-1}$	640	1280	1920	2560	3200	3840
N_e,%	20	50	73	92	100	92
$N_e, кВт$	22,2	55,5	81,0	102,1	111,0	102.1
g_e,%	110	100	95	95	100	115
$g_e, г/кВт \cdot год$	356	324	308	308	324	373
$M_{кр}$, $Нм$	346,8	433,5	422,0	398,9	346,8	265,9

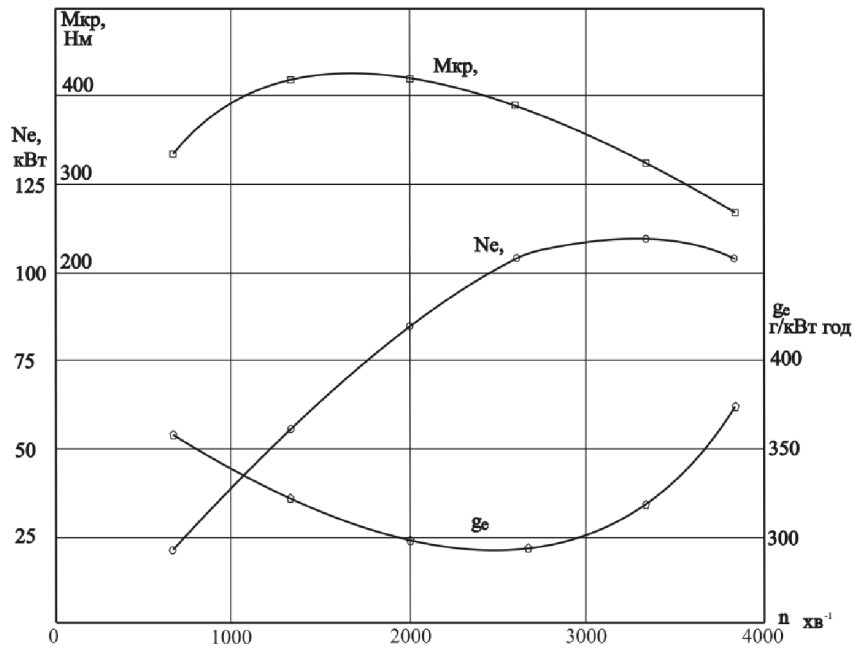

Рис. 1. Швидкісна характеристика автомобільного двигуна.

Як видно з швидкісної характеристики автомобільного двигуна, зі зменшенням обертів колінчастого валу крутний момент $M_{кр}$ збільшується і при обертах 1500-1600 хвил$^{-1}$ набирає максимальної величини 440 Н м. Крутний момент двигуна, який трансмісією передається на ведучі колеса і збільшується в декілька раз, дає можливість і збільшити дотикову силу, що виникає між колесами і ґрунтом. При достатньому зчепленні коліс з ґрунтом реалізується дотикова сила в тягову, крюкову.

Для виконання прикочування поля після посівів був використаний автомобільЗил-130 з котками ЗККШ-6.

Тягове зусилля транспортно-енергетичного засобу замірялось тяговим динамометром ДПУ-2 з межею вимірювань 2,0 - 20,0кН та ціною ділення шкали 0,2кН, швидкість руху через шлях 100м та час його проходження, а тиск коліс автомобіля на грунт – згідно методики польових дослідів.

Тягова характеристика автомобіля (рис. 2) побудована з використанням параметрів швидкісної характеристики автомобільного двигуна (рис.1) та результатів тягових випробувань. Параметри тягової характеристики автомобіля приведені в таблиці 2.

Таблиця 2. **Основні показники тягової характеристики автомобіля Зил**

Передача	Передаточне число трансмісії	Швидкість на холостому ході	При $N_{e\max}$				При $M_{кр\max}$			
			$P_к$, кН	$P_{кр}$, кН	$V_д$, км/год	$N_{кр}$, кВт	$P_к$, кН	$P_{кр}$, кН	$V_д$, км/год	$N_{кр}$, кВт
I	47,02	13,7	31,61	25,16	12,5	86,7	37,38	30,93	7,8	66,5
II	25,91	24,9	17,42	10,97	22,8	68,5	20,62	14,17	14,2	53,3
III	14,47	44,6	9,73	3,28	40,8	36,7	11,50	5,05	25,5	35,3

На четвертій та п’ятій передачах автомобіля сила опору кочення більше за дотикову силу, тому на цих передачах тягового зусилля, як і руху, не буде. На тягову характеристику нанесені зони опору сільськогосподарських машин, які можна приєднати до автомобіля, виконуючи польові механізовані роботи: прикочування в межах 5,4…8,2 кН, сівбу в межах 6,5…10,6 кН, суцільну культивацію в межах 9,6…13,6 кН, дискування в межах 23..26 кН.

З тягової характеристики видно, що можна використовувати автомобіль Зил-130 як тяговий засіб при виконанні прикочування поля на другій передачі без перевантаження двигуна, тобто ще до максимальної тягової потужності $N_{кр}^{II} = 68{,}5$ кВт, що підтвердили наші дослідження.

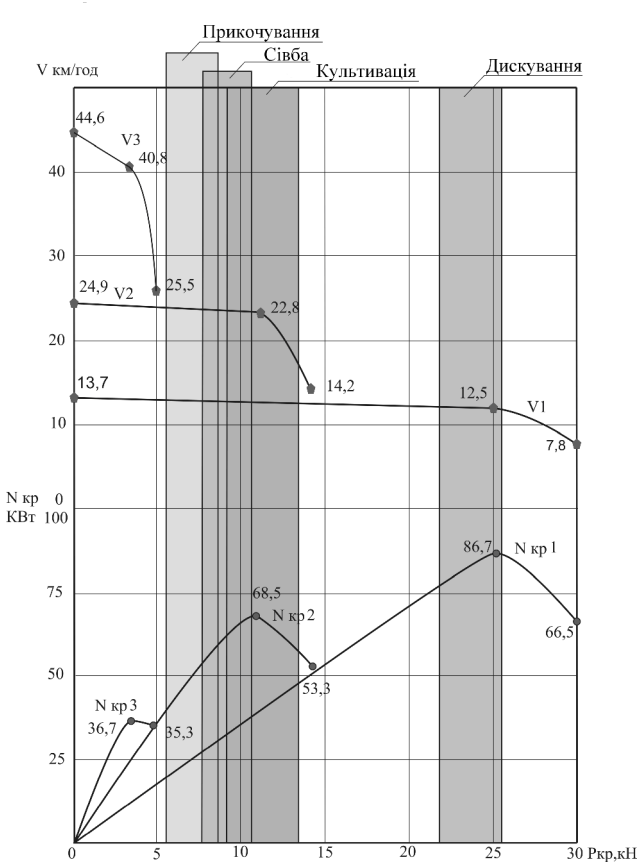

Рис.2. Тягова характеристика автомобіля Зил – 130

Тягове зусилля між автомобілем і котками ЗККШ-6 лежало в межах 5,4-8,2 кН, буксування автомобіля в межах 14-18%, а тиск на грунт задніх коліс середній 107кПа, а максимальний 144 кПа, тобто нижче, ніж у тракторів ЮМЗ-6Л (відповідно 120 і 180 кПа) і тракторів Т-150К (172 і 160 кПа).

Відсоток основної роботи автомобільного агрегату на прикочуванні в структурі добового робочого часу склав 70,5% проти середнього на шести операціях 52,9%, що виконувались тракторними агрегатами.

Якщо використовувати автомобіль на сівбі чи культивації, то тяги на другій передачі вже недостатньо, а на першій передачі автомобіль в основному використовується тільки для рушення з місця, або подолання короткочасних перевантажень. Тому застосування конструкції пристрою для підвищення тягових можливостей автомобіля згідно нашого патенту [5] дасть можливість використовувати автомобіль як на сівбі, так і на передпосівній культивації, а можливо і на дискуванні.

Сутність пристрою (рис.3) полягає в тому, що для зменшення буксування задніх коліс автомобіля встановлюється додаткове колесо вільного обертання, що дозволяє забезпечити підвищення тягово-зчіпних властивостей транспортно-енергетичного засобу, коли він тягне причіпну сільгоспмашину.

Кінематичний ланцюг передачі енергії від ведучого колеса 7 (рис.3) до колеса вільного обертання 11 здійснюється в пристрої через шківи 3 і 5 за допомогою гнучкої пружної передачі 13 і 15 через постійний контакт передавальних коліс 3 в точках А і В.

Завдяки пружним зв'язкам 2, 12, пружинам 6, 8 і відхилення вантажу 10 при буксуванні колеса 7 створюється додатковий момент, який сприяє вирівнюванню частоти обертання коліс 7 і 11, чим зменшується буксування автомобіля і збільшується тяга на його гаку.

Нами проведений багато-параметричний аналіз кінематичного ланцюга передачі енергії, сформульовані і визначені умови його рівноваги, показані шляхи приведення сил до єдиного центру мас всієї системи. Це дозволило розглядати весь

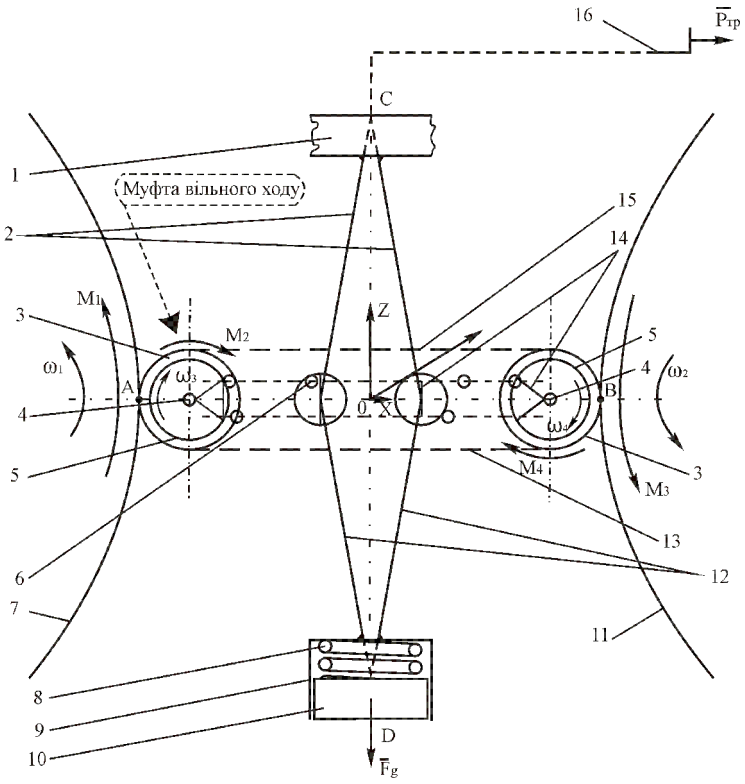

Рис.3. Схема кінематичного ланцюга передачі енергії (патент №28282, Україна) 1-рама, 2, 12 – пружні зв'язки, 3, 5- шківи, 6,8-пружини, 7-ведучі колеса, 9, 10 –корпус і вантаж, 11 – колесо вільного обертання, 13, 15 – пружна передача, 14 – натяжні елементи пружної передачі, 16 – фаркоп автомобіля

кінематичний ланцюг як довільний маятник з рухомою точкою підвісу з однією приведеною силою і одним демпфером, що дало можливість використати узагальнені координати і сили та визначити число ступенів свободи для отримання енергетичного балансу на основі рівнянь Лагранжа другого роду.

Розроблена математична модель робочого процесу кінема-тичного ланцюга передачі енергії, основана на балансі (збереження) координати центру мас, кількості руху (імпульсу) і енергії з урахуванням початкових, граничних і додаткових умов, що наближають математичну модель до реальних умов експлуатації автомобіля в полі.

Висновки. 1. Доказана можливість використання фермерських транспортно-енергетичних засобів з причіпними сільгоспмашинами на прикочуванні і боронуванні при тяговому зусиллі 5,4…8,2 кН і тиску на грунт задніх коліс 107…144 кПа.

2. Для роботи з культиваторами і сівалками з опором 9-13 кН запатентований пристрій, що дозволяє зменшити буксування автомобіля і збільшити тягу на гаку. Розроблена теорія і математична модель робочого процесу кінематичного ланцюга передачі енергії вільному колесу транспортно-енергетичного засобу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дорошенко Л.В. Обґрунтування доцільності спільного використання техніки у фермерських господарствах / Л.В. Дорошенко, С.В. Нікітін, А.М. Яковенко // Аграрний вісник Причорномор'я: Зб. наук, праць. – Одеса, 2002. - №19. - С. 39-48.

2. Дорошенко Л.В. Продуктивність машинно-тракторних агрегатів при їх спільному використані у фермерських формуваннях / Л.В. Дорошенко // Аграрний вісник Причорномор'я: Зб. наук. Праць . – Одеса, 2005. - № 28. - С.10-15.

3. Дорошенко Л.В. Яковенко А.М. Структура витрат часу використання техніки протягом доби при спільному її використанні у фермерських формуваннях / Л.В. Дорошенко, А.М. Яковенко // Матеріали міжнародного науково-практичного форуму 19-20 вересня 2006 року: Теорія і практика розвитку АПК.- Львів, 2006. - С. 91-94. 4.

4. UMS- Formen in Hessen//Landtechnik-#11/-1993/-S/ 613-615.

5. Патент на корисну модель № 28282 Україна, МПК (2006) B62D 61/00. Мобільний транспортно технологічний засіб "Bulldog" / Петров Л.Н., Яковенко А.М., Дорошенко Л.В. (Україна). - a200708650; заявл. 27.07.2007; опубл. 10.12.2007; Бюл. №20

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАНСПОРТНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ С ПРИЦЕПНЫМИ СЕЛЬХОЗМАШИНАМИ

А.М. Яковенко, Л.В. Дорошенко
Ю.М. Марусяк, Ю.Ю. Смольянинов.

Ключевые слова: транспортно-энергетическое средство, двигатель, мощность, тяговая характеристика, прикатывание, боронование.

Резюме

Теоретически и экспериментально доказана возможность использования автомобилей с прицепными сельхозмашинами при выполнении малоэнергоемких технологических операций в фермерских хозяйствах.

GROUND OF EXPEDIENCE OF THE USE OF TRANSPORT-POWER TOOLS WITH TOWED SELHOZMASHINAMI

A.M. Yakovenko, L.V. Doroshenko
I.M. Marusyak, Y.Y. Smolyaninov.

Keywords: transport-power tool, engine, power, hauling description, rolling up, harrowing.

Summary

Possibility of the use of cars with towed selhozmashinami at implementation of maloenergoemkih technological operations in the farmer economies is proved in theory and experimentally.