



УДК 631.37

ОБҐРУНТУВАННЯ ЕНЕРГОНАСИЧЕНОСТІ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ САМОХІДНИХ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАСОБІВ МОСТОВОГО ТИПУ

Кувачов В.П., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

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

Анотація – в роботі представлена методика визначення енергонасиченості самохідних енерготехнологічних агрозасобів мостового типу.

Ключові слова – мостове землеробство, агрозасіб, енергонасиченість, баланс потужності.

Постановка проблеми. До пріоритетних напрямків розвитку галузі механізації, електрифікації і автоматизації сільськогосподарського виробництва можна віднести освоєння ґрунтоохоронних систем землеробства, енергозберігаючих технологій, створення принципово нових способів виконання технологічних операцій, які базуються на принципах мостової системи землеробства; автоматизація і роботизація сільськогосподарських процесів і т.д.

В багатьох наукових працях, наприклад [1-7], з розгляду проблем і перспектив розвитку сільського господарства сформульовані висновки про те, що сучасні технології вирощування культурних рослин, побудовані на традиційних, так званих, тракторно-комбайнових технологіях, вичерпали можливість подальшого вдосконалення. На думку багатьох учених всього світу постановка питання «обійтися без трактора» - є перспективою рішення проблем традиційних тракторно-комбайнових технологій.

Одним з технологічних і технічних рішень, запропонованих нами, як альтернативи традиційним тракторним технологіям, є використання спеціалізованих автоматизованих агромодулів – полеходів [8].

Постановка завдання. Практична реалізація самохідних енерготехнологічних засобів на сільськогосподарських роботах потребує обґрунтування як величини її маси, так і необхідної потужності енергоустановки. З цією метою в роботі обґрунтовується енергонасиченість агрозасобів такого типу.

Основна частина. Суть роботи самохідних енерготехнологічних засобів при виконанні сільськогосподарської технологічної операції зводиться до наступного.

Енерготехнологічний агрозасіб 1 (рис. 1), представляє собою автоматизоване ширококолейне шасі мостового типу, і включає, насамперед, силові агрегати 2 для привода самохідного шасі 3 з рушіями, навісний механізм 4 для агрегатування сільськогосподарських знарядь 5, прилади керування рухом машини тощо.

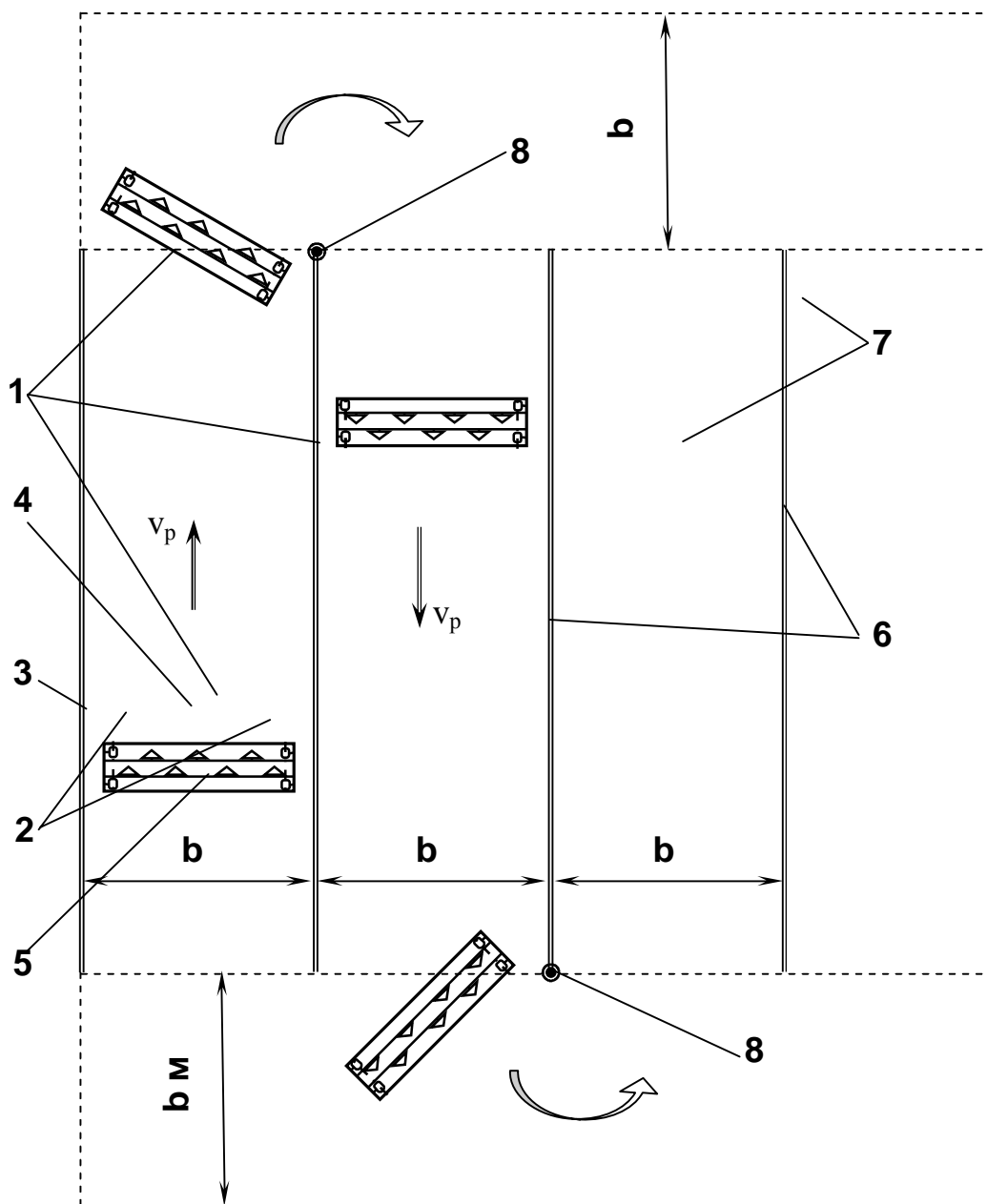


Рис. 1. Схема руху спеціалізованого автоматизованого агроходу-полеходу при його роботі на полі.

Агрозасіб рухається по інженерній зоні 6 і виконує технологічні операції на агротехнічній зоні 7 поля. При досягненні агрозасобом кінця робочого гону його розворот здійснюється шляхом обертання на місці навколо центру повороту 8. Технічно такий принцип повороту на місці мостового засобу з некерованими колесами можна реалізувати за рахунок підйому одного з його бортів. І, опираючись на рушії іншого борту при їх русі, можна здійснити обертання навколо опори – центру розвороту. При такому способі розвороту здійснюється переміщення агрозасобу на наступну позицію за мінімальний проміжок часу, що підвищує продуктивність роботи. А ширина поворотної смуги дорівнює ширині його колії b , що дорівнює кроку смуг інженерної зони 6.

В рішенні задачі визначення енергонасиченості самохідного енерготехнологічного засобу складене рівняння балансу потужності, згідно якого потужність його енергоустановки (або енергоустановок) розподіляється між двома його бортами і, в певних випадках, можливий додатковий відбір потужності (через ВВП та інше):

$$N_e = N_{лб}/\eta_{тр.лб} + N_{пб}/\eta_{тр.пб} + N_{ВОМ}/\eta_{тр.вом}, \quad (1)$$

де N_e – потужність енергетична;

$N_{лб}$, $N_{пб}$, $N_{ВОМ}$ – потужність на лівий і правий борта, додатковий відбір потужності (через ВВП і др.);

$\eta_{тр.лб}$, $\eta_{тр.пб}$, $\eta_{тр.вом}$ – ККД приводу лівого і правого бортів, ВВП.

Для сталого режиму руху агрозасобу зі швидкістю V необхідна потужність для лівого і правого бортів, визначається за рівняннями:

$$\begin{aligned} N_{лб} &= P_{f\ лб} \cdot V + P_{k\ лб} \cdot V_{т.лб} \cdot \delta_{лб} + P_{кр.лб} \cdot V; \\ N_{пб} &= P_{f\ пб} \cdot V + P_{k\ пб} \cdot V_{т.пб} \cdot \delta_{пб} + P_{кр.пб} \cdot V, \end{aligned} \quad (2)$$

де $P_{f\ лб}$, $P_{f\ пб}$ – сили опору перекочування рушіїв лівого і правого бортів;

$P_{k\ лб}$, $P_{k\ пб}$, $P_{кр.лб}$, $P_{кр.пб}$ – дотичні і крюкові сили тяги, які розвиваються рушіями лівого і правого бортів;

$V_{т.лб}$, $V_{т.пб}$, $\delta_{лб}$, $\delta_{пб}$ – теоретичні швидкості руху і буксування рушіїв лівого і правого бортів.

Приймаючи до уваги примірну рівність зчіпних і експлуатаційних мас повнопривідних енергетичних засобів, відповідно до теорії трактора, дотичні сили тяги, сили опору перекочування і теоретичні швидкості руху визначаються за рівняннями:

$$\begin{aligned} P_{k\ лб} &= P_{f\ лб} + P_{кр.лб}; & P_{f\ лб} &= f \cdot M_{лб} \cdot g; \\ P_{k\ пб} &= P_{f\ пб} + P_{кр.пб}; & P_{f\ пб} &= f \cdot M_{пб} \cdot g; \\ V_{т.лб} &= V/(1 - \delta_{лб}); & V_{т.пб} &= V/(1 - \delta_{пб}), \end{aligned} \quad (3)$$

де $M_{лб}$, $M_{пб}$ – зчіпна вага, яка приходить на лівий і правий борт;

f – коефіцієнт опору перекочування;

g – прискорення вільного падіння.

Виходячи за умов зчеплення рушіїв із ґрунтом, тягове зусилля агрозасобу, яке він може розвинути визначається за рівнянням:

$$P_{кр} = M_T \cdot g \cdot (\lambda_k \cdot \varphi_k - f), \tag{4}$$

де λ_k – коефіцієнт навантаження ведучих коліс;

φ_k – коефіцієнт зчеплення.

Механічний ККД привода лівого і правого бортів визначається за умови:

$$\eta_{тр.лб} = \eta_{тр.пб} = \eta_{цил}^n \cdot \eta_{кон}^m \cdot \eta_{цеп}^k \cdot \eta_{рем}^l, \tag{5}$$

де $\eta_{цил}$, $\eta_{кон}$ – ККД циліндричної і конічної пари шестірень;

$\eta_{цеп}$, $\eta_{рем}$ – ККД ланцюгової і ременної передачі;

n , m , k , l – відповідно кількість пар шестірень і передач.

Після підстановки рівнянь (2-4) в (1) та певних перетворювань рівняння балансу потужності прийняло наступний вид:

$$Ne = \frac{V}{\eta_{тр.лб}} \cdot g \cdot Me(f(1+\delta_H/(1-\delta_H)) + (\lambda_k \cdot \varphi_k - f)(\delta_H/(1-\delta_H)+1)) + N_{ВОМ}/\eta_{тр.вом}. \tag{6}$$

Отримане рівняння балансу потужності (6) враховує, таким чином, не тільки вплив тягового навантаження самохідного агрозасобу, додатковий відбір потужності і ґрунтові умови, але і особливості його конструктивної схеми.

Виходячи за умов руху самохідного енерготехнологічного засобу по твердому вирівняному ґрунту слідів технологічної зони поля значення показників для розрахунку рівняння (6) прийняті наступні: $f = 0,05$, $\varphi_k = 0,7$, $\delta_H = 14\%$, $\lambda_k = 1$, $\eta_{тр.лб} = \eta_{тр.пб} = 0,941$, $g = 9,81$ м/с².

Величину енергонасиченості представимо у функції від робочих швидкостей руху (рис. 2).

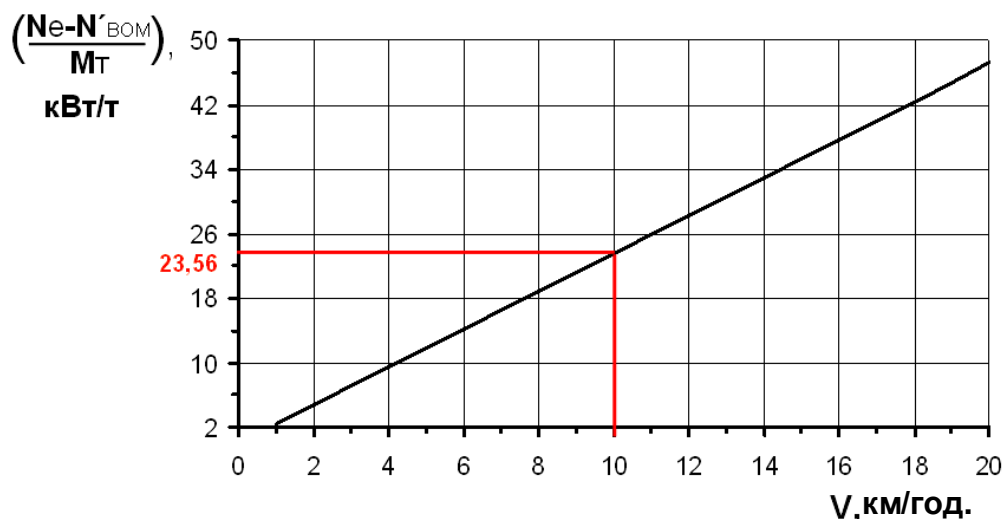


Рис. 2. Енергонасиченість агрозасобу без додаткового відбору потужності ($N'_{ВОМ} = N_{ВОМ}/\eta_{тр.вом}$) в залежності від швидкості руху.

По нашій прогностичній оцінці практична реалізація самохідних енерготехнологічних засобів буде відбуватися поетапно. На першому етапі, з енергетичної точки зору, робочі швидкості будуть не вище 10 км/год, що властиво більшості сучасних сільськогосподарських машин. Величина енергонасиченості, без урахування додаткового відбору потужності від енергоустановки, при цьому становить 23,5 кВт/т (див. рис. 2). Отримане значення вписується в концепцію прогностичного розвитку енергетичних засобів сільськогосподарського виробництва НАТІ [1], відповідно до якої ріст енергонасиченості енергозасобів буде спостерігатися при еволюційній зміні тракторів тягово-енергетичної концепції стаціонарними.

У недалекому майбутньому реальна можливість заміни робочих органів сільськогосподарських знарядь принципово новими, які здатні працювати на більш високих швидкостях, що потребує пропорційного збільшення енергонасиченості енергозасобів. Із цією метою залежність енергонасиченості агрозасобу від швидкості апроксимована лінійним функціональним рівнянням:

$$\frac{N_e}{M_T} = 2,3562 \cdot V + \frac{N'_{\text{ВОМ}}}{M_T} \quad (7)$$

Кінцеве значення енергонасиченості по (7) буде залежати від величини додаткового відбору потужності $N'_{\text{ВОМ}}$, значення якої ще необхідно обґрунтувати.

Представлена залежність (рис. 3) енергонасиченості від питомої величини додаткового відбору потужності на 1 т експлуатаційної маси агрозасобу має практичну цінність в розрахунках оптимальної маси самохідних енерготехнологічних засобів мостового типу.

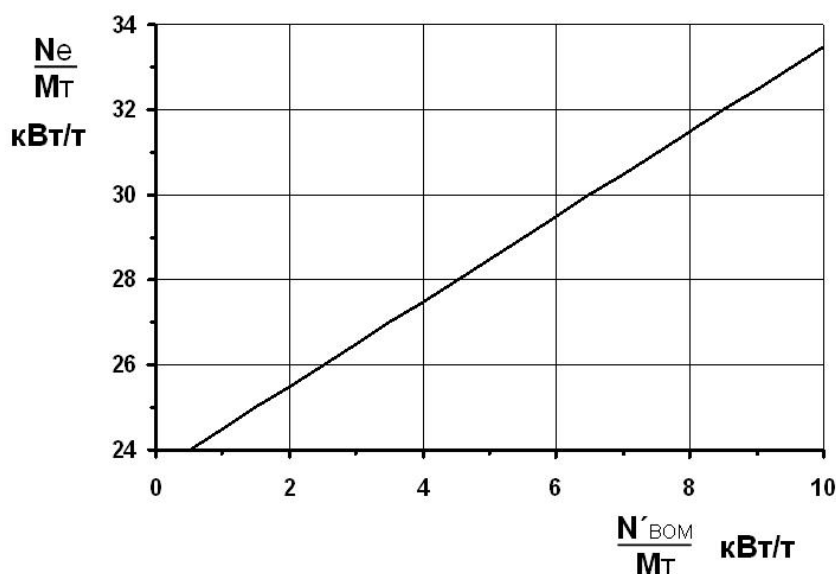


Рис. 3. Залежність енергонасиченості агрозасобу від величини додаткового відбору потужності на 1 т експлуатаційної маси для робочих швидкостей руху не більше 10 км/год.

Номінальне тягове зусилля, що при цьому розвиває агрозасіб, у функції від експлуатаційної маси представлено залежністю на рис. 4.

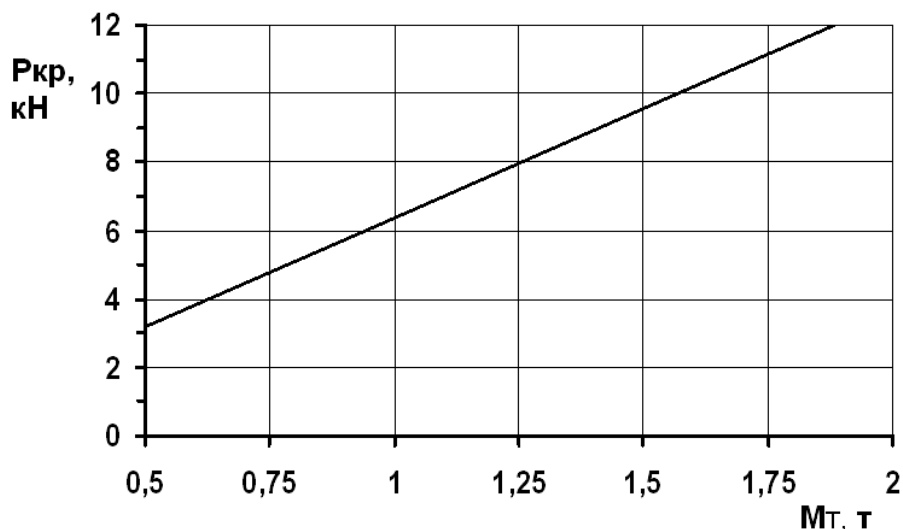


Рис. 4. Номінальне тягове зусилля, що розвиває енерготехнологічний засіб при достатньому зчепленні його рушіїв із ґрунтом і буксуванні не більше допустимого.

Науково-практична цінність функціональної залежності, яка представлена на рис. 4 показує, що на кожен тону експлуатаційної маси самохідний енерготехнологічний засіб зможе розвивати тягове зусилля в 6,37 кН.

Висновки. Отримане рівняння балансу потужності (6) враховує не тільки вплив тягового навантаження самохідного енерготехнологічного агрозасобу мостового типу, додатковий відбір потужності і ґрунтові умови, але і особливості його конструктивної схеми.

Виходячи за умов руху 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.

Література

1. Надикто В.Т. Колійна та мостова системи землеробства. Монографія / Надикто В.Т., Улексін В.О. – Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2008.-270 с.

2. Ксєневич І.П. Технологические основы и техническая концепция трактора второго поколения / Кутьков Г.М. // Тракторы и сельскохозяйственные машины, 1982. №12.

3. Скуратович А. Не давите мужики! Не давите!.../ Обзор: Как выращивать растения и не утаптывать почву. – Сайт

METODOLOG.RU. – Размещено на сайте 07.02.2008 <http://www.triz-profi.com>.

4. Дринча В.М. Стратегические вопросы развития аграрной инженерии / Дринча В.М. // Тракторы и сельскохозяйственные машины.-2002.-№1.-С.12-17.

5. Блюков О.Н. Проблемы повышения эффективности научно-технического прогресса в сельском хозяйстве / Блюков О.Н., Косачев Г.Г. // Механизация и электрификация сельского хозяйства.-1986.-№6.-С.17-20.

6. Улексин В.А. Мостовое земледелие. Монография / Улексин В.А. – Днепропетровск: Пороги, 2008.-224 с.

7. Подборка о машинах для мостового земледелия по страницам иностранных журналов // Тракторы и сельскохозяйственные машины.-1990.-№2.-С.51-54.

8. 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.

ОБОСНОВАНИЕ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННОСТИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ САМОХОДНЫХ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ МОСТОВОГО ТИПА

В.П. Кувачев

Аннотация – в работе представлена методика определения энергонасыщенности самоходных энерготехнологических агросредств мостового типа.

JUSTIFICATION POWER SATURATION IS AGRICULTURAL SELF-PROPELLED OVERHEAD TRAVELING MEANS

V. Kuvachov

Summary

The paper presents a method of determining the power saturation of agricultural self-propelled overhead traveling means.