

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ ОРНИХ АГРЕГАТІВ

В запропонованій статті наведені методичні підходи стосовно вивчення впливу типу ходової системи тракторів на техніко-експлуатаційні показники їх використання, що дає можливість правильно оцінити цей конструкційний фактор на роботу орного агрегату.

Ключові слова: оранка ґрунту, плуг, трактор, рушії, машинний агрегат, швидкість руху, питомий опір, швидкість руху, гаківі зусилля, завантаженість трактора, годинні та погектарні витрати палива.

The proposed article provides methodological approaches for studying the effect of the type of tractor tractor system on the technical and operational indicators of their use, which will make it possible to correctly evaluate this structural factor on the operation of the arable unit.

Key words: plowing of the soil, plow, tractor, propulsion, machine assembly, speed, specific resistance, force hook, tractor load, hourly hectare fuel consumption.

Постановка проблеми. Проблема полягає в тому щоб встановити залежності показників використання орних машинних агрегатів від типу рушіїв трактора шляхом математичного моделювання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналітичні дослідження стосовно залежності техніко-експлуатаційних показників орних машинних агрегатів від типу ходової системи останнім часом не проводились.

Формування цілей статті та мета досліджень. Надати методичні підходи по визначенню основних техніко-експлуатаційних показників орних агрегатів з різним типом ходової системи трактора, що дасть можливість оцінити роботу орного машинного агрегату за критеріями раціонального використання часу зміни, продуктивності агрегату, витрат енергетичних ресурсів.

Теоретичні передумови та результати досліджень

Вихідні дані:

Параметри поля: площа $F = 150$ га; довжина $L_n = 1500$ м; ширина $B_n = 1000$ м.

Склади агрегатів одного класу тяги:

1. Трактор колісний ХТЗ – 150К - 09 + плуг начіпний ПЛН – 5 – 35;
2. Трактор гусеничний ХТЗ – 181 – 21 + плуг начіпний ПЛН – 5 – 35.

Питомий опір ґрунту – 50 кН/м^2 . Глибина оранки – 25 см.

Напрямок руху – уздовж довжини поля.

Довідникові дані, що стосуються розрахунків, наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Довідкові параметри розмітки поля та кінематичні показники використання орних агрегатів

№ п/п	Показники	Одиниці виміру	Значення показників по варіантах	
			ХТЗ-150К-09 + ПЛН-5-35	ХТЗ-181-21+ ПЛН-5-35
2	Робоча ширина захвату агрегату	м	1,8	1,8
4	Робоча довжина гону	м	964	978
5	Оптимальна ширина загінки	м	64,8	61,2
6	Довжина холостого ходу	м	46,5	41,8
9	Загальна довжина робочих ходів	м	535984	543768
10	Загальна довжина холостих ходів	м	25808	23199

Послідовність визначення техніко-експлуатаційних показників орних агрегатів [1.2.3].

1. Діапазон оптимальної робочої швидкості плугів даної марки згідно технічної характеристики знаходиться в межах $V_p = 6 \dots 9$ км/год.

Фактична робоча швидкість визначається за формулою:

$$V_p = V_T \left(1 - \frac{\delta}{100} \right) \quad (1)$$

де δ - буксування рушіїв на вибраних передачах, %.

Величина робочої швидкості на вибраних передачах з урахуванням буксування буде відповідно дорівнювати:

ХТЗ-150К-09 +ПЛН-5-35: $V_p = 5,5; 6,6; 8,3$ км/год.;

ХТЗ-181-21+ПЛН-5-35 $V_p = 6,5; 7,7; 9,2$ км/год.

2. Фактичний питомий опір з урахуванням робочої швидкості, k , кН/ м²:

$$k = k_o [1 + 0,006 (V_p^2 - V_o^2)], \quad (2)$$

де V_o – початкова робоча швидкість, при якій ще не змінюється питомий опір, $V_o = 5$ км/год.

k_o – початковий питомий опір, кН/ м²; $k_o = 50$ кН/ м².

Фактичний питомий опір з урахуванням буксування відповідно буде дорівнювати:

ХТЗ-150К-09 +ПЛН-5-35: $k = 51,5; 55,6; 70,7$ кН/ м²;

ХТЗ-181-21+ПЛН-5-35 : $k = 55,2; 60,3; 68,0$ кН/ м².

3. Загальний опір плуга, R_m , кН:

$$R_m = k * b * a * n + G_m \left(f + \frac{i}{100} \right), \quad (3)$$

де b - ширина захвата одного корпусу, м; $b = 0,35$ м.

a – глибина оранки, м; $a = 0,25$ м.

G_m – вага плуга, кН; $G_m = 8,0$ кН.

f - коефіцієнт опору перекоченню; $f = 0,12$.

n – кількість корпусів, шт.; $n = 5$.

i -схил місцевості, %; $i = 0$.

Загальний опір плуга на вибраних передачах відповідно буде дорівнювати:

ХТЗ-150К-09 +ПЛН-5-35: $R_m = 23,5; 25,3; 31,9$ кН;

ХТЗ-181-21+ПЛН-5-35 : $R_m = 25,2; 27,4; 30,5$ кН.

4. Гакові зусилля P_z на вибраних передачах згідно технічної характеристики тракторів відповідно дорівнюють:

ХТЗ-150К-09 $P_z = 50, 43, 36$ кН; ХТЗ-181-21 $P_z = 48, 43, 33$ кН.

5. Коефіцієнт завантаження трактора по гаковому зусиллю на вибраних передачах, η :

$$\eta = R_m / P_z \quad (4)$$

За показником η , значення якого наближається до оптимального, вибирається робоча передача трактора. Коефіцієнт завантаження трактора по тяговому зусиллю на вибраних передачах відповідно буде дорівнювати:

ХТЗ-150К-09 +ПЛН-5-35: $\eta = 0,46; 0,59; 0,89$.

ХТЗ-181-21+ПЛН-5-35 : $\eta = 0,53; 0,64; 0,85$.

Потужність, що витрачається на пересування машинного агрегату, N_e , кВт:

$$N_e = G_m * f * V_p / 3,6 * \eta_{mp} + R_m * V_p / 3,6 \quad (5)$$

де G_m – вага трактора, кН.

ХТЗ-150К-09 $G_m = 80$ кН. ХТЗ-181-21 $G_m = 89$ кН.

η_{mp} – ККД трансмісії.

Для ХТЗ-150К-09 $\eta_{mp} = 0,92$; ХТЗ-181-21 $\eta_{mp} = 0,87$:

N_e^H - номінальна ефективна потужність двигуна:

Відповідно, $N_e^H = 132,4$ кВт та $157,0$ кВт.

Після підрахунків:

ХТЗ-150К-09 $N_e = 107$ кВт; ХТЗ-181-21 $N_e = 115$ кВт.

Коефіцієнт завантаження двигуна $\eta_{\partial\partial}$:

$$\eta_{\partial\partial} = N_e / N_e^H, \quad (6)$$

ХТЗ-150К-09 $\eta_{\partial\partial} = 0,81$; ХТЗ-181-21 $\eta_{\partial\partial} = 0,73$.

6.Продуктивність агрегату за 1годину основного часу, ω_o , га/год.:

$$\omega_o = 0,1 * B_p * V_p, \quad (7)$$

7.Продуктивність агрегату за 1 год. змінного часу, $\omega_{зм}$, га/год.:

$$\omega_{зм} = \omega_o * \tau, \quad (8)$$

де τ – коефіцієнт використання часу зміни.

$$\tau = \frac{T_p}{T_{зм}}, \quad (9)$$

де T_p – тривалість чистої роботи за зміну, год.;

$T_{зм}$ – тривалість зміни, год.

8.Кількість циклів за зміну, $n_{\text{ц}}$:

$$n_{\text{ц}} = \frac{T_{зм} - \sum T_{\text{нц}}}{t_{\text{ц}}}, \quad (10)$$

де $\sum T_{\text{нц}}$ – сума позациклових простоїв агрегату за зміну, що включає підготовчо-заклучний час, час на виконання технічного і технологічного обслуговування, час переїздів до місця роботи, час на власні потреби, год.; $\sum T_{\text{нц}} = 0,42$ год.

$t_{\text{ц}}$ – тривалість циклу, год.

$$t_u = t_p + t_x = \frac{L_p}{V_p} + \frac{L_x}{V_x}, \quad (11)$$

де t_p – час чистої роботи за один цикл, год.;

t_x – час виконання поворотів, год.;

L_p – робоча довжина гону, км;

L_x – довжина холостого повороту, км;

V_x – швидкість агрегату при виконанні повороту, км/год. $V_x = 7$ км/год.

$$T_p = t_p * n_u \quad (12)$$

13.Змінна продуктивність, $W_{зм}$, га:

$$W_{зм} = \omega_{зм} * T_{зм} \quad (13)$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни, год. $T_{зм} = 7$ год.

15.Витрата палива на одиницю роботи, $G_{за}$, кг/га:

$$G_{за} = \frac{G_p * T_p + G_x * T_x}{W_{зм}}, \quad (14)$$

де G_p, G_x – погодинні витрати палива під навантаженням, при поворотах, кг/год.

Погодинна витрата палива двигуном G визначається за формулою:

$$G = \frac{g * N_e'' * \eta}{1000}, \quad (15)$$

де g – питома витрата палива, г/кВт*год;

Для ХТЗ-150К-09 $g = 251$ г/кВт*год.; ХТЗ-181-21 $g = 253$ г/кВт*год.

При виконанні поворотів $\eta_{\partial\partial} = 0,4$.

16.Коефіцієнт експлуатації (рівень використання) агрегата, η_e :

$$\eta_e = \tau * \eta * \beta \quad (16)$$

Основні техніко-експлуатаційні показники використання орних агрегатів наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Показники використання орних агрегатів

№ п/п	Показники	Одиниці виміру	Значення показників по варіантах	
			ХТЗ-150К-09 + ПЛН-5-35	ХТЗ-181-21+ ПЛН-5-35
1	Робоча швидкість	км/год	8,3	9,2
2	Коефіцієнт завантаження трактора по гаковому зусиллю		0,89	0,85
3	Коефіцієнт завантаження двигуна		0,81	0,73
4	Продуктивність агрегату за 1годину основного часу	га/год.	1,49	1,66
5	Коефіцієнт використання часу зміни		0,887	0,890
6	Продуктивність агрегату за 1 год. змінного часу	га/год.	1,32	1,48
7	Змінна продуктивність	га	9,2	10,4
8	Витрата палива	кг/га	18,7	17,9
9	Коефіцієнт експлуатації		0,75	0,68

Висновки.

1. При однаковій робочій ширині захвату плуга (1,8 м) агрегат, в складі якого використовувався гусеничний трактор, рухався з більшою швидкістю (9,2 проти 8,3 км/год.). Тому він забезпечував більш високу продуктивність агрегату за одну годину основного часу – 1,66 проти 1,49 га/год., тобто більшу на 11%.

2. Коефіцієнт використання часу зміни у обох альтернативних агрегатів був практично однаковий, оскільки тривалість робочих і холостих ходів в сумі були майже однакові.

3. Продуктивність агрегату за одну годину змінного часу була дещо більшою там, де використовувався трактор з гусеничними рушіями (на 12 %),

4. Витрата в розрахунку на одиницю площі була меншою у гусеничного трактора на 0,8 кг/га, що пов'язано з меншою завантаженістю двигуна при виконанні технологічного процесу – оранкою ґрунту.

5.Отже, в даній ситуації перевагу слід віддати агрегату, де в якості енергетичного засобу використовується гусеничний трактор, оскільки в нього кращі техніко-експлуатаційні показники.

ДЖЕРЕЛА ТА ЛІТЕРАТУРА

1. Діденко М.К. Експлуатація машинно-тракторного парку. 5-е вид.,перероб. І доп..- к.: Вища школа. Головне видавництво, 1983.- 447 арк.
2. Оптимізація комплексів машин і структури машинного парку та планування технічного сервісу / [Мельник І.І., Гречкосій В.Д., Марченко В.В., Михайлович Я.М., Мельник В.І., Надточій О.В.]; за ред. І. І. Мельника. – Київ: Видавничий центр НАУ, 2004. – 85 с.
3. Мікуліна М.О. Аналітичне дослідження техніко-економічних показників орних агрегатів// Вісник Сумського Національного Аграрного Університету, серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів». – 2018, № 10-34 – 90 с.