

ЗАЛЕЖНІСТЬ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА ВІД РЕЖИМІВ ЙОГО РОБОТИ

Барабаш Григорій Іванович

кандидат технічних наук, доцент
Сумський національний аграрний університет
ORCID: 0000-0003-1075-479X
e-mail: grinya45@ukr.net

Зубко Владислав Миколайович

кандидат технічних наук, доцент
Сумський національний аграрний університет
ORCID: 0000-0002-2426-2772
e-mail: zubkovladislav@ukr.net

Саржанов Богдан Олександрович

асистент
Сумський національний аграрний університет
ORCID: 0000-0001-9796-9499
e-mail: arhimag0@gmail.com

В запропонованій статті наведені методичні підходи стосовно визначення основних техніко-експлуатаційних показників зернозбирального комбайна в залежності від режимів його роботи, що дає можливість встановити вплив цих чинників на техніко-експлуатаційні показники його роботи.

Ключові слова: комбайн, збирання, жатка, ширина захвату, швидкість, продуктивність, витрата палива.

DOI: <https://doi.org/10.32845/msnau.2020.2.6>

Постановка проблеми. Проблема полягає в тому щоб встановити залежності показників використання зернозбирального комбайна від швидкості руху комбайна та робочої ширини захвату жатки - хедера шляхом математичного моделювання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Загально відомо, як визначаються показники використання зернозбиральних комбайнів при відомих технічних характеристиках та величини врожайності різних зернових культур. Однак аналітичних досліджень стосовно того, як впливає рівень врожайності озимої пшениці на показники ефективності роботи конкретної марки комбайна нами виявлено не було.

Формування цілей статті та мета досліджень. Надати методичні підходи по визначенню основних техніко-експлуатаційних показників використання зернозбиральних комбайнів, які суттєво впливають на ефективність їх використання.

Теоретичні передумови визначення техніко-експлуатаційних показників використання комбайнів

1. Продуктивність збирального агрегату за одну годину основного часу:

* по намолоту зерна, ω^H (т/год.):

$$\omega^H = \frac{3,6 * q_M}{1 + \delta_C}, \quad (1)$$

q_M – можлива пропускна здатність молотарки комбайна в реальних умовах роботи, кг/с;

δ_C - соломісткість хлібної маси (відношення маси соломи до маси зерна).

* по зібраній площі, ω^P (га/год.):

$$\omega_0^H = \frac{10 * \omega_O^H}{Y_3}, \quad (2)$$

де Y_3 - урожайність зерна, ц/га.

$$q_M = 0,6 * q_H * \left(1 + \frac{1 - \varepsilon}{\delta + \varepsilon}\right) * K_W, \quad (3)$$

де q_H – номінальна пропускна здатність молотарки в еталонних умовах збирання, кг/с.

ε - забур'яненість рослинної маси;

K_W - поправочний коефіцієнт до пропускної здатності, що враховує вологість незернової частини врожаю.

2. Робоча швидкість комбайна V_{P^q} (км/год.), визначена через пропускну здатність молотарки:

$$V_{P^q} = \frac{360 * q_M}{B_p * Y_3 (1 + \delta_C)}, \quad (4)$$

де B_p – робоча ширина захвату жатки, м;

$$B_p = \beta B_k \quad (5)$$

де β – коефіцієнт використання ширини захвату жатки; $\beta = 0,9 \dots 0,95$.

3. Продуктивність за 1 год. змінного часу, ω_{3M} (га/год., т/год.):

$$\omega_{3M} = \omega_0 T, \quad (6)$$

де T – коефіцієнт використання часу зміни;

$$T = \frac{T_P}{T_{3M}}, \quad (7)$$

де T_P - тривалість чистої (основної) роботи за зміну, год.;

T_{3M} – тривалість зміни, год. $T_{3M} = 7$ год.

4. Кількість циклів за зміну, $n_{ци}$:

$$n_{\text{ц}} = \frac{T_{\text{ЗМ}} - \sum T_{\text{нц}}}{t_{\text{ц}}}, \quad (8)$$

де $\sum T_{\text{нц}}$ – сума поза циклових простоїв за зміну, що включає підготовчо – заключний час, час на виконання технічного і технологічного обслуговування агрегатів, час на власні потреби (задається нормативно). $\sum T_{\text{нц}} = 0,42$ год.;

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

Тривалість циклу дорівнює:

$$t_{\text{ц}} = t_p + t_x + t_{\text{оч}} + t_{\text{роз}}, \quad (9)$$

де t_p – тривалість чистої роботи, год.;

t_x – тривалість холостих поворотів, год.;

$t_{\text{оч}}$ – тривалість очікування транспортного засобу,

год.;

$t_{\text{роз}}$ – тривалість розвантаження, год.

$$t_p = L_p / V_p \quad (10)$$

де L_p – довжина поля, км;

V_p – робоча швидкість комбайна, км/год.

$$t_x = L_x / V_x \quad (11)$$

де L_x – довжина холостого повороту комбайна, м.

V_x – швидкість руху комбайна на поворотах,

км/год.

Мінімальна довжина холостого ходу при русі вкругову буде при попередньому виконанні прокосів по «конверту». Тоді

$$L_x = 1,4 B_k \quad (12)$$

При русі «по конверту» $V_x = V_p$.

Тривалість очікування транспортних засобів складається з тривалості під їзду до комбайна та від їзду від нього. При раціональній організації праці

$t_{\text{оч}} = 1,5 \dots 2,0$ хв = 0,03 год.; $t_{\text{роз}} = 3$ хв = 0,05 год..

Чистий час роботи агрегату за зміну, T_p (год.):

$$T_p = t_p \cdot n_{\text{ц}}, \quad (13)$$

Час поворотів за зміну, T_x (год.):

$$T_x = t_x \cdot n_{\text{ц}}, \quad (14)$$

Тривалість очікування транспортних засобів за зміну, $T_{\text{оч}}$ (год.):

$$T_{\text{оч}} = t_{\text{оч}} n_{\text{ц}}. \quad (15)$$

Тривалість розвантаження зернових бункерів за зміну, $T_{\text{роз}}$ (год.):

$$T_{\text{роз}} = t_{\text{роз}} n_{\text{ц}}. \quad (16)$$

5.Змінна продуктивність комбайна, $W_{\text{ЗМ}}$:

$$W_{\text{ЗМ}} = \omega_{\text{ЗМ}} \cdot T_{\text{ЗМ}}. \quad (17)$$

6.Максимально можлива потужність двигуна при виконанні технологічного процесу обмолоту пшениці та самопересування, N_e (кВт):

$$N_e = \frac{R_M \cdot v_p}{3,6 \cdot \eta_{\text{ТР}} \cdot \eta_{\delta} \cdot \eta_{\text{ПП}}} + \frac{N_{\text{ПП}} \cdot q_M + N_{\text{ВОМ}}^{\text{ХХ}}}{\eta_{\text{ВОМ}}}, \quad (18)$$

де R_M – загальний опір комбайна, кН;

$N_{\text{ВОМ}}^{\text{ХХ}}$ – питомі затрати потужності на холостий привід робочих органів, кВт, $N_{\text{ВОМ}}^{\text{ХХ}} = 2,0$ кВт*с/кг;

$N_{\text{ПП}}$ – питома потужність на технологічний процес, кВт*с/кг;

$N_{\text{ПП}} = 5$ кВт*с/кг.

$\eta_{\text{ВОМ}}$ – ККД передач, $\eta_{\text{ВОМ}} = 0,95$;

$\eta_{\text{ТР}}$ – ККД трансмісії, $\eta_{\text{ТР}} = 0,85$;

η_{δ} – коефіцієнт буксування, $\eta_{\delta} = 0,97$;

$\eta_{\text{ПП}}$ – ККД пасової передачі, $\eta_{\text{ПП}} = 0,95$.

$$R_M = G_M \cdot (f+i/100), \quad (19)$$

де G_M – вага комбайна з урахуванням ваги зерна в бункері, кН;

f – коефіцієнт опору коченню, $f = 0,1$;

i – схил місцевості, %, (для подальших розрахунків прийmemo $i = 3\%$).

$$G_M = G_K + G_3, \quad (20)$$

де G_K – вага комбайна, кН;

G_3 – вага зерна в бункері, кН.

$$G_3 = V_B \cdot \gamma_3 \cdot \lambda \cdot 9,81/1000, \quad (21)$$

де V_B – місткість бункера, м³;

γ_3 – об'ємна маса зернового вороху в бункері, т/м³, $\gamma_3 = 700$ кг/м³;

λ – коефіцієнт заповнення бункера, $\lambda = 0,95$.

Коефіцієнт завантаженості двигуна, $\eta_{\text{де}}$.

$$\eta_{\text{де}} = N_e / N_e^H \quad (22)$$

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

$$\eta_e = \tau \cdot \eta_{\text{де}} \cdot \beta \quad (23)$$

8.Витрата палива на одиницю площі, $G_{\text{за}}$ (кг/га):

$$G_{\text{за}} = \frac{G_p T_p + G_x T_x + G_{\text{оч}} T_{\text{оч}} + G_{\text{роз}} T_{\text{роз}}}{\omega_{\text{ЗМ}} T_{\text{ЗМ}}}, \quad (24)$$

де $G_p, G_x, G_{\text{оч}}, G_{\text{роз}}$ – годинна витрата палива, відповідно, при виконанні технологічного процесу, на поворотах, під час очікування транспорту, під час розвантаження, кг/год.;

$$G_p = \frac{g_e \cdot N_{\text{ен}} \cdot \xi_p}{1000}, \quad (25)$$

$$G_x = \frac{0,4 \cdot g_e \cdot N_{\text{ен}}}{1000}, \quad (26)$$

$$G_{\text{роз}} = \frac{0,2 \cdot g_e \cdot N_{\text{ен}}}{1000}, \quad (27)$$

$$G_{\text{оч}} = \frac{0,1 \cdot g_e \cdot N_{\text{ен}}}{1000}, \quad (28)$$

$$T_{\text{пер}} = \frac{L}{V_{\text{пер}}}, \quad (29)$$

де L – довжина поля, км.

$V_{\text{пер}}$ – швидкість руху на переїздах, км/год. Можна прийняти $V_{\text{пер}} = 20$ км/год.

Витрата палива на 1 т намолоченого зерна, G_m (кг/т):

$$G_m = 10 G_{\text{за}} / \gamma_3. \quad (30)$$

9.Необхідна кількість комбайнів, n_k .

$$n_k = \frac{F}{D_p \cdot w_{3M} \cdot T_{3M} \cdot K_{3M}} \quad (31)$$

де F – площа поля, га;
 D_p – кількість робочих днів (агрострок);
 K_{3M} – кількість змін за робочий день.

Результати розрахунків по визначенню ефективності використання зернозбирального комбайна з різною шириною захвата жатки

Вихідні дані.

За даними статистики для умов Лісостепу Сумської області в господарствах середня площа, яка зайнята під ранніми зерновими, складає близько 1000-1500 га, в тому числі під пшеницею зайнято близько половини цих площ.

Розміри полів коливаються в межах від 50 до 300 га. Врожайність зернових культур знаходиться в межах 30-70 ц/га.

Для розрахунків приймаємо:

- розміри поля: лоща $F = 200$ га, довжина $L = 2000$ м; ширина $B = 1000$ м.

- рівень врожайності пшениці, прийнятої для розрахунків: $U_3 = 50$ ц/га;

- характеристика хлібної маси: солонистість хлібною маси $\delta_c = 1,2$;

забур'яненість відсутня; вологість соломи – кондиційна.

Марк комбайна: «Палессе GS 12»

Конструкційна ширина захвата жатки-хедера по варіантах: 1 – 5м; 11 – 7м; 111-9м.

Загальний вигляд комбайна наведений на рис.1.



Рис.1. Комбайн «Палессе GS 12» в роботі

Показники використання комбайна наведені в таблиці.1.

Таблиця 1

Техніко-експлуатаційні показники використання комбайна

Показники	Одиниці виміру	Варіанти		
		I	11	111
1	2	3	4	5
1.Можлива пропускна здатність молотарки комбайна, q_m	кг/с	13,2	13,2	13,2
- номінальна пропускна здатність, q_n	кг/с	12,0	12,0	12,0
2.Робоча ширина захвата жатки, v_p :				
- конструктивна ширина захвата, v_k	м	4,8	6,6	8,3
- коефіцієнт використання ширини захвату	м	5	7	9
	м	0,96	0,94	0,92
3.Продуктивність комбайна за 1 год. основного часу по намолоту зерна, ω_0^m :	т/год.	21,8	21,8	21,8
4.Продуктивність комбайна за 1 год. основного часу по зібраній площі, ω_0^p	га/год.	2,9	2,9	2,9
5.Робоча швидкість, V_p	км/год.	9,1	6,6	5,2
- врожайність зерна, U_3	ц/га	50	50	50
6.Тривалість одного робочого проходу, t_p	год.	0,22	0,30	0,38
7.Довжина холостого повороту, L_x	км	0,007	0,010	0,012

Показники	Одиниці виміру	Варіанти		
		I	II	III
1	2	3	4	5
8.Тривалість холостого повороту, t_x	год	0,001	0,002	0,003
9.Тривалість очікування розвантаження, $t_{оч}$	год	0,003	0,003	0,003
10.Тривалість розвантаження, $t_{роз}$	год.	0,005	0,005	0,005
11.Тривалість цикла, $t_{ц}$	год	0,229	0,310	0,390
12.Кількість циклів, $n_{ц}$		28,7	21,2	16,9
13.Тривалість чистої (основної) роботи, T_p	год.	6,31	6,36	6,42
14.Тривалість поворотів, T_x	год.	0,029	0,042	0,050
- швидкість холостого ходу, V_x	км/год.	9,1	6,6	5,2
15.Коефіцієнт використання часу зміни, t		0,90	0,91	0,92
16.Продуктивність комбайна за 1 год. змінного часу по намолоту зерна, $\omega_d^{п}$:	т/год.	19,62	19,83	20,06
17.Продуктивність комбайна за 1 год. змінного часу по зібраній площі, $\omega_d^п$	га/год.	2,61	2,64	2,67
Продовження таблиці 1				
18.Змінна продуктивність	га	18,3	18,5	18,7
19.Експлуатаційна вага комбайна	кН	209	215	221
20.Загальний опір комбайна	кН	27,2	28,0	28,7
21.Втрати потужності на самопересування	кВт	88,2	65,8	52,8
22.Втрати потужності на виконання технологічного процесу	кВт	97,3	97,3	97,3
23.Загальні втрати потужності	кВт	185,5	163,1	150,1
24.Коефіцієнт завантаженості двигуна		0,76	0,67	0,62
25.Годинна витрати палива під навантаженням, G_p :	кг/год.	37,1	32,6	30,0
- питоми витрати палива, g_e	г/кВт*год			
- номінальна ефективна потужність		200	200	200
двигуна, N_e	кВт	243	243	243
26.Годинна витрата палива при здійсненні холостих поворотів, G_x	кг/год.	19,4	19,4	19,4
27.Годинна витрата палива при очікуванні транспорту, G_z	кг/год.	4,8	4,8	4,8
28.Годинна витрата палива при вивантаженні зерна, $G_{роз}$	кг/год	9,7	9,7	9,7
29.Погектарна витрата палива, $G_{га}$	$\frac{кг}{га}$	12,9	11,3	10,1
30.Витрата палива на 1 т намолоченого зерна, G_m	кг/т	2,6	2,3	2,0
31.Коефіцієнт рівня використання комбайна, η_e		0,66	0,57	0,52
32.Необхідна кількість комбайнів, n_k	шт.	0,6(1)	0,6(1)	0,6(1)
- можлива тривалість роботи комбайнів на протязі доби, T_m		14	14	14
- тривалість збирання пшениці, D_m		10	10	10
- коефіцієнт технічної надійності комбайна, k_n	год. днів	0,92	0,92	0,92

ВИСНОВОК

Однозначно можна стверджувати, що з точки зору техніко-експлуатаційних показників більш вигідно в даних умовах комплектувати зернозбиральний комбайн Палессе GS 12 жаткою з конструктивною шириною захвата 9м. В даному випадку він має більшу продуктивність в порівнянні з іншими варіантами, через те, що більше часу перебуває при вико-

нанні технологічного процесу, витрачає менше палива на одиницю виконаної роботи (він менше витрачає енергії на самопересування через меншу швидкість руху).

Крім того із збільшенням рівня врожайності пшениці такий комбайн має можливість маневрувати і швидкістю руху і робочою шириною захвата жатки.

Список використаної літератури:

1. Методика розробки операційної технології механізованих польових робіт / Г. І.Барабаш, В. М. Зубко, О. Г. Барабаш, Т. В. Хворост. – Суми: ТОВ "Друкарський дім "Папірус", 2016. – 130 с.
2. Експлуатація машинно-тракторного парку / Діденко М.К. 5-е вид.,перероб. І доп.- К.: Вища школа. Головне видавництво, 1983.- 447 арк.
3. 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.
4. Бондаренко М.Г., Демещук В.А. Комплектування і використання машинно-тракторного парку в рослинництві. К.,Вища школа, 1995
5. Ільченко В.Ю.,Карасьов А.С. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві.К., Урожай, 1993
6. Ільченко В.Ю. ,Нагірний Ю.П. Машиновикористання в землеробстві. .К.,Урожай,1996
7. Орманджи К.С., Барабаш Г.И. и другие. Правила производства механизированных работ в полеводстве. М., Россельхозиздат, 1983

Barabash G.I., Sumy National Agrarian University (Ukraine)

Zubko V.M., Sumy National Agrarian University (Ukraine)

Sarzhanov B.O., Sumy National Agrarian University (Ukraine)

Dependence of technical and operating indicators of operation of the grain harvester on the modes of its operation

One of the characteristic trends in the development of world engineering in the field of grain production is a further increase in productivity and increase the technical level of equipment for harvesting grain.

The market of agricultural machinery is characterized by a variety of manufacturers of combine harvesters, which differ in capacity, productivity and quality. An important factor is their price and cost of service. In addition, the presence of service centers attracts considerable attention. Agricultural producers are faced with a difficult and difficult choice between expensive high-performance machines or cheaper and less productive. After all, in the conditions of modern agricultural production, grain harvesting equipment, which is mostly highly productive and expensive, brings different profits in different sized farms, is used differently during the year, and therefore has different economic effects. As harvesting machines are mostly expensive and can only pay for themselves in a few years, it is necessary to estimate and forecast the cash flows that will be received from the actual use of machines, to determine the absolute and relative economic efficiency,

In the offered article methodical approaches concerning definition of technical and economic indicators of the combine harvester depending on modes of its work that gives the chance to establish a level of efficiency of its use depending on these factors are resulted. The main factors influencing the technical and economic result are the cost of renovation, fuel costs, wage costs, maintenance costs, and others.

Key words: harvester, harvesting, header, grip width, speed, performance, fuel consumption.

Дата надходження до редакції: 02.09.2020 р.