

А. В. Саєнко,

А. А. Саєнко

Сумський національний аграрний університет

Стаття присвячена питанню вдосконаленню методики визначення техніко-економічних показників агрегатів для посіву озимої пшениці. Визначені техніко-економічні показники агрегатів з вітчизняними сівалками і посівними комплексами.

Ключові слова: Посів, комплекс посівний, сівалка, агрегат, техніко-економічні показники, методика розрахунку.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Проблема полягає в тому, щоб враховувати максимально можливу кількість факторів при розрахунку параметрів агрегатів з метою максимального наближення розрахункових показників до фактичних для подальшого аналізу, вибору оптимального складу агрегату, визначення режимів роботи агрегату, при яких буде найнижча собівартість робіт.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

У наукових дослідженнях Погорілого Л.В. [1], Натансона І.Й.[2], Губка В.Р.[3], Орманджи К.С. [5], та інших були глибоко досліджені питання комплектування машинних агрегатів для обґрунтування раціональних комплексів машин та машинного парку, розроблені методики обґрунтування раціонального складу комплексу машин для виробництва с.-г. культур з урахуванням різних критеріїв оптимізації, але дуже мало уваги приділено вибору оптимальних параметрів роботи конкретного агрегату.

Формулювання мети статті.

Метою даної статті є вдосконалення мето-

дики розрахунку техніко-економічних показників агрегатів для посіву озимої пшениці і порівняння різних машинних агрегатів за техніко-економічними показниками.

Виклад основного матеріалу. В сучасному сільськогосподарському виробництві при комплектуванні посівних агрегатів виникають питання, який трактор використовувати з конкретною сівалкою або посівним комплексом, і навпаки, яку сівалку використовувати з конкретним трактором. Найчастіше в умовах виробництва цю задачу вирішують методом спроб і помилок. Вирішити цю задачу допоможе попереднє визначення техніко-економічних показників розрахунковим шляхом.

Нами були проведені розрахунки чотирьох агрегатів з вітчизняними сівалками і посівними комплексами. При проведенні розрахунків враховували значення буксування рушіїв трактора, визначене розрахунковим шляхом в залежності від тягового зусилля та коефіцієнту зчеплення рушіїв трактора з ґрунтом.

Вихідні дані для розрахунків приведені в таблиці 1.

Таблиця 1 . Вихідні дані для розрахунків.

№ за/п	Марка трактора	Потужність двигуна, кВт	Сівалка або посівний комплекс	Ширина захвату, м	Ширина міжряддя, см	Робоча швидкість, км/год	Маса сівалки., кг	Об'єм бункера для зерна, м ³	Об'єм бункера для добрив, м ³
1.	МТЗ-82	60	Астра 4	4	15	12	2260	0,83	0,4
2.	МТЗ- 923	95,2	Астра 6	6	15	12	3050	1,2	0,6
3.	ХТЗ-17221	132,4	Златник	6	15	10	6000	3,0	2,0
4.	ХТЗ-243	177	Orion 9,6	9,6	20	12	15300	5,2	4,4

Розрахунок техніко-експлуатаційних показників агрегатів проводимо за наступним алгоритмом (рис. 1.)

Формули для реалізації алгоритму.

Дотична сила тяги трактора, кН;

$$P_D = \frac{9,74 \cdot N_n \cdot \eta_m \cdot i_{TP}}{n_n \cdot r_k}, \quad (1)$$

де N_n – номінальна потужність двигуна, кВт;

η_m – механічний ККД трансмісії трактора;

i_{TP} – передаточне число трансмісії трактора

на даній передачі;

n_n – номінальна частота обертання колінчастого вала двигуна трактора, хв⁻¹;

r_k – радіус кочення ведучого колеса трактора, м.

Радіус кочення ведучого колеса розраховується за формулою, м:

$$r_k = 0,0254(0,5 \cdot d + (0,8 \dots 0,85)b), \quad (2)$$

де d і b – відповідно посадочний діаметр і ширина профілю шини в дюймах ;

(0,8...0,85) - коефіцієнт деформування шини ведучого колеса.

Тягове зусилля на гаку трактора , кН;

$$P_T = P_D - G_T(f \cdot \cos \alpha \pm \sin \alpha), \quad (3)$$

де G_T – експлуатаційна вага трактора кН;

f – коефіцієнт опору коченню;

α - кут нахилу поля, градусів.

Теоретична швидкість руху трактора без врахування буксування рушіїв, км/год;

$$V_T = 0,377 \frac{n_n \cdot r_k}{i_{TP}}, \quad (4)$$

Вісник Сумського національного аграрного університету

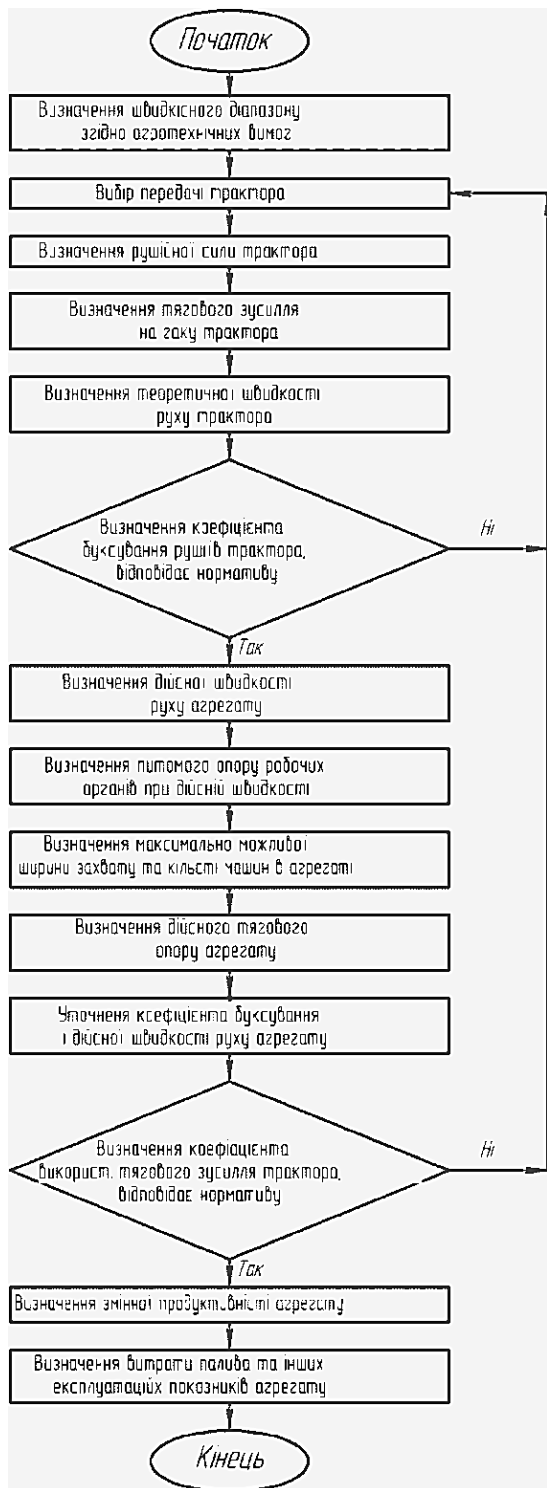


Рис. 1. Алгоритм розрахунку техніко-експлуатаційних показників агрегатів .

Питомий опір робочих органів при заданій швидкості визначається за формулою, кН/м:

$$K = K_1(1 + dK(V^c - V_1^c)), \quad (5)$$

де K_1 – питомий опір при $V_1 = 5$ км/год, кН/м;
 dK – коефіцієнт, що враховує збільшення питомого опору, $\text{год}^2/\text{км}^2$,
 c – показник ступеня модуля швидкості.
 Максимальна можлива ширина захвату агрегату, м:

$$B_{max} = (P_T - R_{сц})/K, \quad (6)$$

де P_T – крюкове (тягове) зусилля трактора на даній передачі, кН;
 $R_{сц}$ – опір зчіпки, кН;
 Опір зчіпки, кН:

$$R_{сц} = f \cdot G_{сц}, \quad (7)$$

де $G_{сц}$ – вага зчіпки, кН;
 f – коефіцієнт опору коченню.

Кількість машин в агрегаті:

$$n = B_{max}/b, \quad (8)$$

де b – ширина захвату однієї машини, м.

Дійсна ширина захвату агрегату, м:

$$B_{дійс} = n \cdot b, \quad (9)$$

Тяговий опір сівалок та зчіпки:

$$R = K \cdot B_k \cdot \beta + G_m \left(f + \frac{i}{100} \right) + G_{зч} \left(f - \frac{i}{100} \right), \quad (10)$$

де K – питомий опір, кН/м;
 B_k – конструктивна ширина захвату машини, м;
 β – коефіцієнт використання ширини захвату;

G_m – вага сівалок, кН;
 $G_{зч}$ – вага зчіпки, кН;
 f – коефіцієнт опору коченню;
 i – схил місцевості, %;
 Коефіцієнт використання тягового зусилля трактора:

$$t = R/P_T \quad (11)$$

де P_T – тягове зусилля трактора на заданій передачі, кН.

Відносна сила тяги трактора, яка визначається за формулою:

$$P = \frac{R}{\varphi \cdot \lambda_k \cdot G_m}, \quad (12)$$

де φ – коефіцієнт зчеплення рушіїв трактора з ґрунтом;
 λ_k – коефіцієнт використання зчіпної ваги трактора, для і колісних типу 4К4 $\lambda_k = 1$.

Коефіцієнт буксування:

$$\delta = a \cdot P + b \cdot P^c, \quad (13)$$

де a, b, c – безрозмірні коефіцієнти залежать від типу трактора і ґрунтових умов, для колісних тракторів приймали: $a=0,2$; $b=0,8$; $c=8$.

Дійсна швидкість руху трактора, км/год:

$$V_p = V(1 - \delta), \quad (14)$$

Робоча довжина загинки, l_p (м):

$$l_p = L - 2E, \quad (15)$$

де L – довжина поля, м;
 B – ширина поля, м;
 E – ширина поворотної смуги, м.
 для петльових поворотів:

$$E = 3 \cdot R_n + l, \quad (16)$$

Радіус повороту: $R_n = B_p$.

Довжина виїзду агрегату:

$$e = (0,5 - 0,75) \cdot l_k, \quad (17)$$

де l_k – кінематична довжина агрегату, м.

$$l_k = l_{тр} + l_{зч} + l_m, \quad (18)$$

де $l_{тр}, l_{зч}, l_m$ – кінематична довжина відповідно трактора, зчіпки, робочої машини, м.

Після визначення розрахункового значення ширини поворотної смуги E фактичне її значення приймається із умови:

$$E_{\phi} = n \cdot B_p \geq E, \quad (19)$$

де n – коефіцієнт кратності ($n = 2, 4 \dots i$)

Місця заправки технологічних місткостей

Запас робочого ходу агрегату, l_{px} (м):

$$l_{px} = \frac{10^4 \cdot V_{\delta} \cdot \gamma \cdot \lambda}{H \cdot B_p^3}, \quad (20)$$

де V_{δ} – об'єм бункера, м³;

γ – об'ємна маса матеріалу, кг/м³;

λ – наповненість бункера ($\lambda = 0,95$);

H – норма внесення матеріалу, кг/га;

B_p – робоча ширина захвату агрегату, м.

Кількість робочих проходів для вивільнення технологічних місткостей, n_b :

$$n_b = \frac{l_{px}}{l_p}, \quad (21)$$

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

$$\omega_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau, \quad (22)$$

де τ – коефіцієнт використання часу зміни:

$$\tau = \frac{T_p}{T_{зм}}, \quad (23)$$

де T_p – час чистої (основної) роботи, год.;

$T_{зм}$ – тривалість зміни, год.

Кількість циклів за зміну, $n_{ц}$:

$$n_{ц} = \frac{T_{зм} - \sum T_{нц}}{t_{ц}}, \quad (24)$$

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

$t_{ц}$ – тривалість циклу, год.;

Тривалість циклу для агрегатів, що завантажуються (розвантажуються) в загінці:

$$t_{ц} = t_p + t_x + t_{оч} + t_{зав}, \quad (25)$$

де $t_{оч}$ – тривалість очікування ($t_{оч} = 0,05$ год.);

$t_{зав}$ – тривалість завантаження (розвантаження), год;

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

t_x – час виконання холостого повороту, год.

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

$$T_p = t_p \cdot n_{ц}, \quad (26)$$

Час поворотів за зміну, T_x (год.):

$$T_x = t_x \cdot n_{ц}, \quad (27)$$

Час завантаження (розвантаження) технологічних місткостей за зміну, $t_{зав}$ (год.):

$$T_{зав} = t_{зав} \cdot n_{ц},$$

Витрати палива на одиницю площі, $G_{га}$ (кг/га):

$$G_{га} = \frac{G_p \cdot T_p + G_x \cdot T_x + G_3 \cdot T_3}{\omega_{зм} \cdot T_{зм}}, \quad (28)$$

де G_p, G_x, G_3 – годинна витрата палива, відповідно, при виконанні технологічного процесу, на поворотах, зупинках з працюючим двигуном, кг/год.;

T_p, T_x, T_3 – тривалість, відповідно, чистого часу зміни, поворотів, зупинок з працюючим двигуном, год.

$$G_p = \frac{\xi \cdot N_{ен}}{1000} \quad (29)$$

$$G_x = \frac{0,3 \cdot g \cdot N_{ен}}{1000} \quad (30)$$

$$G_3 = \frac{0,1 \cdot g \cdot N_{ен}}{1000} \quad (31)$$

де ξ – коефіцієнт завантаження двигуна приймаємо рівним коефіцієнту використання тягового зусилля трактора;

$N_{ен}$ – номінальна потужність двигуна, кВт.

Показники роботи агрегатів для посіву в залежності від довжини гонів представлені в таблиці 2.

Таблиця 2 . Показники роботи агрегатів для посіву в залежності від довжини гонів.

Довжина гону, м	Годинна продуктивність, га/год				Витрата палива, кг/га			
	МТЗ-82 +Астра 4	МТЗ- 923+ Астра 6	ХТЗ-17221+ Златник	ХТЗ-243+Н Orion 9,6	МТЗ-82 +Астра 4	МТЗ- 923+ Астра 6	ХТЗ-17221+ Златник	ХТЗ-243+ Orion 9,6
200	2,63	3,35	3,06	3,89	2,22	1,81	4,30	5,26
400	3,05	4,19	4,02	5,86	2,02	1,56	3,69	4,37
600	3,20	4,49	4,37	6,65	1,97	1,49	3,55	4,17
800	3,28	4,65	4,56	7,08	1,95	1,46	3,48	4,08
1000	3,32	4,75	4,67	7,35	1,93	1,45	3,44	4,03
1200	3,35	4,82	4,75	7,53	1,92	1,44	3,42	4,00
1400	3,38	4,87	4,81	7,67	1,91	1,43	3,40	3,98
1600	3,39	4,90	4,85	7,77	1,91	1,42	3,39	3,96
1800	3,41	4,93	4,88	7,85	1,91	1,42	3,38	3,95
2000	3,42	4,95	4,91	7,91	1,90	1,41	3,37	3,94
2200	3,43	4,97	4,93	7,97	1,90	1,41	3,36	3,93

Визначення експлуатаційних витрат.

Експлуатаційні витрати S визначали за загально прийнятою методикою без прив'язки до конкретного господарства,

$$S = S_a + S_{мо} + S_n + S_3 \quad (33)$$

де S_a – амортизаційні відрахування;

$S_{мо}$ – відрахування на поточний ремонт та

технічне обслуговування;

S_n – витрати на паливо;

S_3 – заробітна плата з нарахуваннями.

Результати розрахунків техніко- економічних показників посівних агрегатів для довжини гонів 1200 м представлені в таблиці 3.

Таблиця 3 . Результати розрахунків для довжини гонів 1200 м.

№ за/п	Трактор	Сівалка, або посівний комплекс	Робоча швидкість, км/год	Коефіцієнт використ. тягового зусилля трактора	Коефіцієнт використ. часу зміни	Годинна продукт. га/год	Витрата палива, кг/га	Експлуатаційні витрати, грн./га
1.	МТЗ-82	Астра 4	11,16	0,57	0,75	3,35	2,26	345,88
2.	МТЗ- 923	Астра 6	10,88	0,54	0,74	4,82	1,72	358,62
3.	ХТЗ-17221	Златник	9,7	0,63	0,81	4,75	3,89	1208,40
4.	ХТЗ-243	Orion 9,6	10,0	0,90	0,78	7,57	4,10	738,86

Висновки:

У статті приведено вдосконалення методики розрахунку техніко-економічних показників агрегатів для посіву озимої пшениці, а саме враховано буксування рушіїв трактора та коефіцієнт завантаженості двигуна, визначений через кое-

фіцієнт використання тягового зусилля трактора.

Так як машинний парк потребує постійного оновлення - результати аналізу можуть бути використанні сільськогосподарськими підприємствами для вибору раціональних машинних агрегатів для посіву озимої пшениці.

Список використаної літератури:

1. Погорелый Л. В. Применение методов системного анализа при испытаниях сельскохозяйственной техники / Л. В. Погорелый, В. В. Брей // Обзорная информация ЦНИИТЭИ В/О "Сельхозтехника". – М. : ЦНИИТЭИ В/О "Сельхозтехника", 1976. – 68 с.
2. Натанзон І. Й. Комплектування машинно-тракторного парку колгоспів і радгоспів різних зон УРСР. / Натанзон І. Й. – К. : Вид-во Укр. акад. с.г. наук, 1961. – 104с.
3. Губко В. Р. Питання методики і результати розрахунків машинно-тракторного парку на ЕОМ / В. Р. Губко, Е. А. Фінн, Л. М. Козакова ; голов. ред. В. С. Крамаров // Застосування математичних методів у дослідженнях складних процесів сільськогосподарського виробництва. – К. : Урожай, 1972. – С. 10–17.
4. Орманджи К.С., Киртбая Ю.К., Барабаш Г.И. Методика разработки операционной технологии механизированных полевых работ. – М.: Всесоюзный ордена трудового красного знамени научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 1982. – 190с.

Саенко А.В., Саенко А.А. Определение технико-экономических показателей агрегатов при посеве озимой пшеницы

Статья посвящена вопросу совершенствования методики определения технико-экономических показателей агрегатов для посева озимой пшеницы. Определены технико-экономические показатели агрегатов с отечественными сеялками и посевными комплексами.

Ключевые слова: посев, комплекс посевной, сеялка, агрегат, технико-экономические показатели, методика расчета.

Saienko A. V., Saienko A. A. Determination of technical and economic parameters of aggregates for winter wheat sowing

The article is devoted to the issue of improving the methodology for determining the technical and economic parameters of aggregates for winter wheat cropping. According to the improved technique, the technical and economic indices of aggregates with domestic seed drills and crop complexes are determined.

In modern agricultural production in the field of sowing aggregates, the following question arose: which tractor to use with a particular seed drill or sowing complex and vice versa. Most often, in the conditions of production, this problem is solved by the method of attempts and errors. To solve this task preliminary determination of technical and economic indicators by calculation could help.

The problem is that calculations of the parameters of aggregates for sowing consider the maximum possible number of factors in order to maximally approximate the calculated parameters to the actual for further analysis, the choice of optimal composition of the unit, determining the operating modes of the unit, which will be the lowest cost of work.

The purpose of this article is to improve the methodology of calculation the technical and economic parameters of aggregates for winter wheat crops in order to compare different machine aggregates by technical and economic indicators.

In scientific researches of Pohoriliy L.V. [1], Natanzona I.J. [2], Gong V.R. [3], Ormanji K. S. [5] and others the issues of manning machine assemblies for substantiation of rational systems of machines and machine park has been deeply studied, methods for substantiating the rational composition of a complex of machines for the production of agricultural cultures taking into account different criteria of optimization has been developed, but very little attention is paid to the choice of optimal parameters of the work of a particular aggregate.

We have carried out calculations of four units with domestic seeders and sowing complexes. In carrying out calculations, the value of hitching the tractor's engines, determined by calculation, depending on the

traction effort and the coefficient of coupling of the tractor's propulsion to the ground, was taken into account.

Keywords: seeding, sowing complex, seeder, aggregate, technical and economic indicators, calculation method.

Дата надходження до редакції: 27.09.2017

Рецензент: д.т.н., проф. Тарельник В.Б.

УДК 631

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ В СИСТЕМАХ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА ТА АГРАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ ЗАГАЛОМ

О. Г. Назаренко, аспірант

Сумський національний аграрний університет

Сьогодні у сільському господарстві України спостерігається масове використання технологій точного землеробства. Дана наукова концепція базується на новому погляді на сільське господарство, в якому поле має безліч неоднорідностей: по рельєфу, агрохімічному вмісту живильних речовин, складу ґрунту, тощо.

Застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) може бути не лише одним із елементів точного землеробства, а дозволяє вирішити цілий ряд проблем, з якими стикається сучасне аграрне виробництво.

Посівні площі вимагають постійного контролю. Але, зважаючи на те, що з поверхні неможливо оцінити весь масштаб ситуації на полях, тому для підвищення ефективності цього процесу необхідно використовувати аерофотозйомку.

БПЛА можуть показувати не лише картинку з висоти, а й виконувати точні заміри полів, збирати інформацію для розрахунку вегетаційних індексів, будувати електронні карти, багато у чому доповнювати інформацію, яка одержана за допомогою техніки чи супутників.

Ключові слова: аграрне виробництво, системи точного землеробства, безпілотні літальні апарати, аерофотозйомка, електронні карти, дрони.

Постановка задачі. Застосування систем точного землеробства в Україні стає все більш популярною з кожним роком. Але використання даних систем неможливе без вивчення неоднорідностей поля. Застосування дронів дозволяє не тільки отримати аерофотознімки для подальшого аналізу, а і вирішити цілий комплекс інших задач. У даній статті ми розглянемо основні можливості застосування БПЛА в сучасному аграрному виробництві.

Аналіз літературних даних. Дослідивши літературу з даної теми, можна стверджувати, що сьогодні існує багато можливостей для застосування безпілотних літальних апаратів в сільському господарстві.

Створювали передумови для широкого використання безпілотних літальних апаратів у новітніх технологіях землеробства в Україні такі дослідники як Адамчук В., Кобець М., Миронен-

ко В. [1, 3, 5]. Багато дослідників провели аналіз завдань технічного забезпечення, синтез технічних рішень, лабораторні та польові дослідження з визначення раціональних параметрів безпілотного літального апарата [1, 2, 4, 8]. Актуальним у наукових колах є також питання визначення основних характеристик та раціональні параметри безпілотного літального апарата для моніторингу стану посівів і внесення препаратів, а також ефективність його використання [6, 7].

Основний матеріал. Безпілотний літальний апарат (БПЛА) – різновид літального апарату управління яким не здійснюється пілотом на борту. Варіанти БПЛА наведено на Рис. 1.

Історично сформована аббревіатура – БПЛА; в останні роки в пресі використовується також аббревіатура БЛА. Розрізняють безпілотні літальні апарати:

- безпілотні некеровані;



Рис. 1. Варіанти безпілотних літальних апаратів