

ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ОЦІНКА ВИКОРИСТАННЯ ЧАСУ ЗМІНИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ ТА ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Д. Домуці, П. Устуянов, А. Ніколаєв

Одеський державний аграрний університет(Україна)

Актуальність дослідження визначається необхідністю виконання робіт зі збирання зернових колосових культур в оптимальні агротехнічні терміни для зменшення втрат зерна та збільшення врожайності зернових. Вирішується проблема збільшення продуктивності зернозбиральних комбайнів та транспортних засобів технологічних збирально-транспортних комплексів за рахунок дослідження часу зміни машин та зменшення простоїв технічних засобів з організаційних, технологічних та технічних причин. Представлені теоретичні залежності визначення показників продуктивності і часу зміни технічних засобів збирально-транспортних комплексів. Обґрунтовуються експлуатаційні показники часового впливу організаційного, технологічного та технічного виду, які впливають на зміну продуктивності зернозбиральних комбайнів та транспортних засобів.

Ключові слова: зернозбиральний комбайн, транспортний засіб, продуктивність, баланс часу зміни.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Основною проблемою технологічного процесу збирання зернових колосових культур – дотримання допустимих (з точки зору агротехнічних вимог) термінів виконання збирально-транспортних робіт [1]. Збільшення термінів виконання збиральних робіт збільшує втрати зерна і зменшує валовий збір зернової продукції. Забезпечити необхідні агротехнічні терміни збирання зернових колосових культур можливо за рахунок дотримання: правильної організації технологічного процесу збирально-транспортних робіт (технологічної дисципліни), високої продуктивності, необхідного кількісного складу і надійності технічних засобів (зернозбиральних комбайнів – ЗК, транспортних засобів – ТЗ – вантажних автомобілів, тракторних причепів, компенсацийних розвантажувальних місткостей) технологічних збирально-транспортних комплексів – ТЗТК, природно-виробничих умов та інших факторів [2,3].

Дотримання необхідного темпу виконання збиральних робіт в першу чергу залежить від кількісного складу технічних засобів ТЗТК та їх продуктивності [4]. Продуктивність – це один з основних і важливіших техніко-економічних показників використання машинних агрегатів, особливо збиральних і транспортних, від якого в значному ступені залежить ефективність виконання збирально-транспортних робіт і в загалі всього сільськогосподарського виробництва [5]. Тому виникає завдання дослідження складових, які впливають на величину продуктивності технічних засобів ТЗТК, а саме фактору часу зміни виконання збирально-транспортних робіт та розробка заходів для зменшення простоїв техніки з організаційних, технологічних та технічних причин.

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

Продуктивність агрегату (зернозбиральних комбайнів, транспортних засобів) – це кількість (обсяг) роботи (га, т, т·км), відповідної якості, виконуваної агрегатом за певний проміжок часу [6]. В розрахунках за продуктивність агрегату приймають кількість роботи виконуваної агрегатом за годину змінного часу. Всю роботу, що виконана агрегатом за інший період часу (за кілька годин, зміну, добу, місяць, рік і т. п.) прийнято називати його виробітком [7].

Залежно від виду роботи продуктивність зернозбиральних комбайнів вимірюють в гектарах зібраної площі або в тонах зібраного зерна (соломи). Продуктивність транспортних засобів у більшості випадках вимірюють в тонно-кілометрах (т·км), а навантажувальне-розвантажувальних – у тонах (т). В залежності від застосовуваного методу розрахунку розрізняють теоретичну (максимальну), технічну (розрахункову) та фактичну (дійсну) продуктивність агрегату [8].

Перспективні наукові рекомендації розробляються на основі технічної продуктивності – W_T , вираженою в функції параметрів технічних засобів і природно-виробничих факторів. Тому для різних

технологічних процесів, в тому числі і для збирально-транспортних, розробляються окремі методи визначення та розрахунку продуктивності машин.

Технічну змінну виробітку – $W_{ТЗМ}$, га/зм збиральних агрегатів визначають за формулою [7]:

$$W_{ТЗМ} = 0,36 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p, \quad (1)$$

де B_p – робоча ширина захвату збирального агрегату, м;

V_p – робоча швидкість руху збирального агрегату, м/с;

T_p – час основної (чистої, корисної) роботи, збирального агрегату (0,36 – коефіцієнт переведення розмірності в га/зм).

Якщо розділити залежність (1) на час зміни – $T_{зм}$, то отримуємо технічну, або експлуатаційну годинну продуктивність – W_T , га/год.:

$$W_T = W_{ТЗМ} / T_{зм} = 0,36 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau, \quad (2)$$

Тоді коефіцієнт використання часу зміни – τ визначають за формулою:

$$\tau = \frac{T_p}{T_{зм}}, \quad (3)$$

де T_p – час основної роботи машин технологічного збирально-транспортного комплексу, год.

$T_{зм}$ – тривалість зміни для машин технологічного збирально-транспортного комплексу, год.

Якщо треба визначити продуктивність збирального агрегату в кількості зібраного технологічного матеріалу (зерна, соломи) за годину змінного часу – $W_{ту}$, т/год., тоді залежність (2) треба помножити на врожайність сільськогосподарської культури – U , т/га [8]:

$$W_{ту} = W_T \cdot U = 0,36 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau \cdot U = 0,1 \cdot \Pi \cdot U \cdot \tau, \quad (4)$$

де $\Pi = B_p \cdot V_p$ – чиста продуктивність збирального агрегату м²/с.

Час роботи машин ТЗТК розглянемо через баланс часу зміни. Тривалість зміни на збиральних роботах, як правило допускається збільшувати до 10 годин роботи. Баланс часу зміни характеризує розподіл загального часу зміни на окремі складові або доданки. Необхідність такого розподілу слідує з прийнятого в сільському господарстві поелементного методу нормування праці, при якому весь процес праці розчленовується на простіші складові елементи з послідовним вивченням кожного окремого елемента. Повний баланс часу зміни – $T_{зм}$, год. при роботі збиральних і транспортних агрегатів включає суму тривалості всіх окремих елементів процесу праці від початку до кінця зміни [8]:

$$T_{зм} = T_{щто} + T_{он} + T_{пер} + T_{хх} + T_{тех} + T_{ув} + T_{хп} + T_{оп} + T_{нп} + T_p, \quad (5)$$

де $T_{щто}$ – тривалість щозмінного технічного обслуговування агрегату, год.;

$T_{он}$ – втрати часу на отримання наряду, год.

$T_{пер}$ – час переїзду до основного місту роботи і назад, год.;

$T_{хх}$ – час холостого ходу агрегату, год.;

$T_{тех}$ – час технологічного обслуговування агрегату, год.;

$T_{ув}$ – втрати часу на усунення технічних і технологічних відмов, год.;

$T_{хп}$ – втрати часу на холостий переїзд з одного поля на інше, год.;

$T_{оп}$ – час на відпочинок та особисті потреби, год.;

$T_{нп}$ – втрати часу на метеорологічні, організаційні та інші непередбачувані причини, год.

Визначення дійсної продуктивності агрегатів необхідно, як для оцінки праці механізаторів, так і для перевірки дійсності наукових розробок, пов'язаних з технічною продуктивністю машинних агрегатів і оцінкою фактичного економічного ефекту від застосування наукових рекомендацій.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Окремі складові залежності (5) для більш якісного аналізу і дослідження доцільно розкласти на більш мільки складові, а саме на три групи. Перша група – T_1 , год. складові, які не залежать від параметрів агрегатів:

$$T_1 = T_{он} + T_{оп} + T_{нп} \quad (6)$$

Втора група – T_2 , год. складові, які залежать від параметрів агрегатів, але не залежать від фактичної наробітки агрегатів:

$$T_2 = T_{\text{што}} + T_{\text{пер}}, \quad (7)$$

Третя група – T_3 , год. складові, які виникають тільки у процесі роботи агрегатів:

$$T_3 = T_{\text{хх}} + T_{\text{тех}} + T_{\text{ув}} + T_{\text{хп}}, \quad (8)$$

Для підвищення продуктивності збиральних і транспортних агрегатів необхідно розглянути третю групу тривалості елементів балансу часу зміни.

Складові балансу часу зміни зернозбиральних комбайнів визначилися внаслідок хронометражних спостережень. Як додаткову інформацію були використані дані попередніх спостережень за роботою зернозбиральних комбайнів. При проведенні спостережень методом «суцільних спостережень» проводився повний хронометраж робочого часу зернозбиральних комбайнів та обслуговуючих машин, причому спостерігачі фіксували всі витрати та втрати робочого часу. Комбайни розрізняли за господарськими номерами.

Число спостережень – n_H визначалося за формулою [9]:

$$n_H = \left(\frac{t_S V}{\alpha_H} \right)^2 \quad (9)$$

Визначаючи t_S з таблиці [10] при $P = 0,95$, отримуємо кількість спостережень сукупності $n_H = 31 - 100$. Або кількість спостережень, можна визначити за графіками обсягу вибірки, розроблені Оуэном [11]. Під час спостережень визначалися такі елементи часу зміни: основна робота, усунення технологічних відмов, повороти, переїзди з одного поля на інше в період зміни, усунення технічних відмов, періодичні та щозмінне ТО, простой в очікуванні розвантаження, підготовчі операції, простой з інших причин. В результаті обробки даних спостережень визначався сумарний час перерахованих елементів балансу часу зміни. Експлуатаційні показники визначалися за такими формулами.

Коефіцієнт технологічного обслуговування – $\tau_{\text{тех}}$ визначався за формулою:

$$\tau_{\text{тех}} = \frac{T_P}{T_P + t_{\text{тех}}}; \quad (10)$$

де $t_{\text{тех}}$ – витрати часу на технологічне обслуговування машин технологічного збирально-транспортного комплексу, год.

Коефіцієнт технічного обслуговування – $\tau_{\text{ТО}}$ визначався за формулою:

$$\tau_{\text{ТО}} = \frac{T_P}{T_P + t_{\text{ТО}}}. \quad (11)$$

де $t_{\text{ТО}}$ – витрати часу на технічного обслуговування машин технологічного збирально-транспортного комплексу, год.

Коефіцієнт порушення технологічного процесу (технологічні відмови) – $\tau_{\text{нт}}$, визначався за формулою: (12)

$$\tau_{\text{нт}} = \frac{T_P}{T_P + t_{\text{нт}}};$$

де $t_{\text{нт}}$ – витрати часу на відновлення працездатного стану машин технологічного збирально-транспортного комплексу з технологічних відмов (несправностей), год.

Коефіцієнт технічної надійності – $\tau_{\text{тн}}$ визначався за формулою: (13)

$$\tau_{\text{тн}} = \frac{T_P}{T_P + t_{\text{в}}};$$

де $t_{\text{в}}$ – витрати часу на відновлення працездатного стану машин технологічного збирально-транспортного комплексу з технічних відмов, год.

Коефіцієнт експлуатаційної надійності - $\tau_{ен}$ визначався за формулою:

$$\tau_{ен} = \frac{T_p}{T_p + t_{тех} + t_{то} + t_{нт} + t_{в}}, \quad (14)$$

Визначення складових балансу часу зміни та експлуатаційних показників транспортних засобів проводилося за методикою аналогічною методикою, застосованою для зернозбиральних комбайнів.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою експериментальних досліджень також було дослідження використання часу зміни комбайнами та транспортними засобами на збиранні зернових культур.

В результаті обробки даних хронометражних спостережень отримано кількісні оцінки складових балансу часу роботи ЗК і ТЗ (Таблиця 1). Встановлено, що складові балансу часу зміни ЗК та ТЗ мають випадковий характер.

Таблиця 1. Баланс часу зміни зернозбиральних комбайнів та транспортних засобів (ГОСТ 24055-80)

Складові балансу часу зміни	Загальний час роботи, год.					
	Зернозбиральних комбайнів			Транспортних засобів		
	m_t	σ	γ	m_t	σ	γ
Час основної роботи	5,2	2,2	0,42	5,9	1,5	0,25
Час на допоміжні роботи (повороти холості та переїзди)	0,3	0,1	0,33	-	-	-
Час технологічного обслуговування	0,6	0,3	0,5	1,7	0,2	0,12
Час на усунення технологічних відмов	0,3	0,2	0,67	-	-	-
Час на ЩТО	0,2	0,1	0,5	0,2	0,1	0,5
Змінний час	6,6	2,5	0,37	7,8	1,3	0,1
Час усунення технічних відмов	2,3	1,4	0,6	0,5	0,3	0,60
Експлуатаційний час	8,9	3,5	0,39	8,3	1,2	0,14
Час очікування транспортних засобів для розвантаження	0,7	0,3	0,43	1,4	0,3	0,21
Час простоїв за іншими причинами	0,2	0,1	0,5	0,2	0,1	0,5
РАЗОМ	9,8	0,7	0,07	9,9	0,7	0,07

Аналіз балансу експлуатаційного часу ($T_{експ}$) ЗК показав, що основна робота виконується протягом 5,2 год. Середня тривалість простоїв з технічних і технологічних причин становила 2,6 год. З них на усунення технічних відмов припадало 2,3 год, що дорівнює 25,8% $T_{експ}$.

Простої на очікування транспортних засобів для розвантаження зерна склали 0,7 години, або 7,2% від загального часу зміни. Зменшення часу на усунення технічних відмов та на очікування транспортних засобів - один із шляхів підвищення часу основної роботи ЗК.

Аналіз балансу $T_{екс}$ ТЗ показав, що основна робота виконується протягом 5,9 год, що становить 71,1% від $T_{експ}$. На усунення технічних відмов та проведення щоденного технічного обслуговування (ЩТО) витрачено 0,7 години або 8,4 % від $T_{екс}$. На технологічне обслуговування – навантаження та розвантаження зерна довелося 1,7 год, що становить 20,5 % від $T_{експ}$. У той же час простої, пов'язані з очікуванням комбайнів для навантаження, склали 1,4 години або 14,1% від загального часу зміни. Дані досліджень показали, що втрати часу на взаємне очікування здебільшого пояснюються неузгодженістю в роботі та невідповідністю їх кількості в ТЗТК.

ВИСНОВКИ

Підвищення продуктивності збиральних і транспортних агрегатів ТЗТК можливо досягти тільки при дотриманні всіх основних діючих факторів технологічного процесу. На самперед треба забезпечити вже на першому етапі проектування машин: високу надійність техніки ТЗТК, закласти прогресивні принципи високопродуктивної роботи агрегатів, вибрати оптимальні параметри технологічного процесу, створити сприятливі умови роботи для обслуговуючого персоналу та ін..

В процесі роботи в виробничих умовах, підвищення продуктивності збиральних агрегатів забезпечується такими складовими: високим рівнем технічного, технологічного та інших форм обслуговування, застосування прогресивних форм групової роботи збиральних і транспортних агрегатів, забезпечення швидкої доставки трудових, матеріальних ресурсів і резервів до міста роботи та ін..

Результати балансу часу зміни зернозбиральних комбайнів та транспортних засобів можуть бути використані у розрахунках щодо визначення оптимального складу та структури ТЗТК, а також при обґрунтуванні оптимальних параметрів системи експлуатаційного забезпечення надійної роботи техніки ТЗТК.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Домущі Д. П. Молчанюк Є. В. (2022). Обґрунтування оптимальної тривалості збирання зернових культур. Аграрна наука: стан та перспективи розвитку: матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції (Одеса, 24-25 листопада 2022р.)/ Одеський державний аграрний університет. Одеса: ОДАУ, 2022. С.45-47.
2. Множина основних подій та особливості їх планування у проектах збирання ранніх зернових культурю. Сидорчук О.В., Днесь В.І., Скібчик та ін.. Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвід. темат. наук зб.. Глеваха, 2011. Вип.95. С.365-374.
3. Домущі Д.П., Новаковський М.А. Особливості організації технологічного процесу збирання зернових культур. Аграрний вісник Причорномор'я: Зб. наук. пр. Одеського ДАУ/ Технічні науки. Одеса: 2013. № 65. С.157–161.
4. Нормативи витрат живої та уречевленої праці на виробництво зернових культур / В.В. Вітвицький, П.М. Музика, М.Ф. Кисляченко, І.В. Лобастов. К.: НДІ "Укргропромпродуктивність", 2010. 352 с.
5. Сосновська О.О. Техніко-економічне обґрунтування господарських рішень в рослинництві. О.О. Сосновська, П.П. Ярошенко, М.В. Іванюка. К.: Центр навчальної літератури, 2006. 384 с.
6. Довідник з експлуатації машинно-тракторного парку. В.Ю. Ільченко, П.І. Карасьов, А.С. Лімонт та ін... К.: Урожай, 1987. 368 с.
7. Експлуатація машин і обладнання. І.М. Бендера, В.П. Грубий, П.І. Роздорожнюк та ін.; За ред. І.М. Бендери, В.П. Грубого, П.І. Роздорожнюка. Каменець – Подільський: ФОП Сисин Я.І., 2013. 566с
8. Машиновикористання в землеробстві. В.Ю. Ільченко, Ю.П. Нагірний, П.Д. Джолос та ін.; За ред. В.Ю. Ільченко і Ю.П. Нагірного. К.: Урожай, 1996. 382 с.
9. Краус Н. М. Методологія та організація наукових досліджень. Полтава: Оріяна, 2012. 180 с.
10. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теорія випадкових процесів та її інженерний додаток. К.: Освіта, 1991. 384 с.
11. Оуэн Д.Б. Збірник статистичних таблиць. К.: Освіта, 1973. 596 с.

PRODUCTIVITY IMPROVEMENT AND EVALUATION OF SHIFT TIME UTILIZATION OF COMBINE HARVESTERS AND VEHICLES

D. Domushchi, P. Ustuianov, A. Nikolaev
Odesa State Agrarian University (Ukraine)

The relevance of the study is determined by the need to carry out work on harvesting grain ear crops in optimal agrotechnical terms to reduce grain losses and increase grain yield. The problem of increasing the productivity of grain harvesters and vehicles of technological harvesting and transport complexes is solved by studying the time of changing machines and reducing the downtime of technical means for organizational, technological and technical reasons. The theoretical dependences of determining productivity indicators and the time of

change of technical means of collection and transport complexes are presented. The operational indicators of the time influence of the organizational, technological and technical type, which affect the change in the productivity of grain harvesters and vehicles, are substantiated.

Key words: *combine harvester, vehicle, productivity, shift time balance.*