

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО СПОСОБУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

Семірненко Юрій Іванович

к.т.н., доцент

Кафедра транспортних технологій

Семірненко Світлана Леонідівна

к.т.н., доцент

Кафедра проектування технічних систем

Сумський національний аграрний університет, Україна

Анотація: У роботі досліджено ефективність застосування зерноперевантажувача під час обслуговування комбайнів у господарствах малої площі. Результати показали, що використання перевантажувачів дозволяє істотно скоротити простої та зменшити втрати врожаю, що підтверджує доцільність їх впровадження в агропідприємствах із ріллею до 500 га.

Ключові слова: зерно, агрологістика, транспортування, транспортний засіб, автомобілі, проміжна ланка, перевантажувач.

Вступ. При збиранні зернових культур основною умовою зменшення втрат врожаю є дотримання оптимальних термінів збирання. Для скорочення термінів збирання зернових необхідним фактором є мінімізація часу простою зернозбиральних комбайнів. Одним із способів вирішення даної проблеми є застосування перевантажувачів зерна, тобто, застосування технології обслуговування комбайнів із застосуванням проміжних ланок. Нашою метою є доведення доцільності застосування даної технології для агропідприємств малих форм господарювання третьої групи (з площею земельних угідь 100–500 га).

Слід також зазначити, що використання перевантажувачів, у більшості випадків, вирішують проблему зменшення ущільнення ґрунту за рахунок запобігання руху зерновозів із великим навантаженням на вісь по полях, що позитивно позначається на родючості ґрунту, а відповідно й на врожайності сільськогосподарських культур.

Методи досліджень. В дослідженнях для агропідприємств малих форм господарювання розглядалися два способи технологічного обслуговування комбайнів – прямі перевезення та застосування проміжних ланок.

Загальна методика досліджень передбачала обґрунтування раціонального способу технологічного обслуговування комбайнів для агропідприємств малих форм господарювання.

Аналітичні та експериментальні методи досліджень виконувались на основі загальноприйнятих методик із використанням вимірювальної апаратури, а також за допомогою застосування чисельних методів.

Обробка експериментальних результатів досліджень здійснювалася з використанням методів математичної статистики, теоретико-емпіричного та порівняльного.

Постановка проблеми. Для скорочення термінів збирання зернових культур обов'язковою умовою є мінімізація часу простою зернозбиральних комбайнів. Одним із способів вирішення даної проблеми для агропідприємств малих форм господарювання є вибір раціонального способу технологічного обслуговування комбайнів.

Результати досліджень. Останньою операцією при виробництві зерна сільськогосподарських культур є збирання врожаю. Основними завданнями під час збирання врожаю є мінімізація втрат зерна та збереження його якості.

Досягнення поставлених цілей ускладнюється необхідністю вирішення низки проблем, пов'язаних з проведенням організаційних заходів, вибором технологічної схеми та засобів для збирання й транспортування зерна з урахуванням їх пропускної здатності та вантажопідйомності.

Підбір та розрахунок раціонального збирально-транспортного комплексу повинен виконуватися для кожного агропідприємства окремо з урахуванням площ під посівами, урожайності, обмежень по терміну збирання та агрологістики.

Основними факторами, що впливають на склад транспортних засобів для перевезення зерна є урожайність культури, кількість та продуктивність комбайнів, об'єм бункера комбайнів, тип автомобільних доріг, відстань транспортування.

Саме правильний підбір і розрахунок транспортних засобів і забезпечує максимальну продуктивність роботи зернозбиральних комбайнів, що в свою чергу приводить до скорочення термінів збирання, а як наслідок – до зменшення втрат врожаю зернових культур в цілому.

На сьогодні в агропідприємствах малих форм господарювання переважають два способи технологічного обслуговування комбайнів: прямі перевезення та застосування проміжних ланок.

Прямі перевезення – це пряме транспортування зерна від комбайнів за допомогою різних транспортних засобів.

Даний вид перевезень можна представити у вигляді наступної блок-схеми (рис.1).



Рисунок 1. Збір зерна від зернозбиральних комбайнів за схемою прямих перевезень

У разі застосування цієї схеми зерно з бункера комбайна вивантажується безпосередньо в кузов або причіп транспортного засобу.

За такого способу організації, коли за комбайном закріплені певні транспортні засоби, останні очікують на вивантаження зерна з його бункера. Інколи даний час простою може доходити до 60% від змінного часу їх роботи [1].

Для підвищення ефективності використання цих транспортних засобів і

зменшення часу простою застосовують групову роботу комбайнів. У такому разі транспортний засіб (як правило, великої вантажності) може одночасно обслуговувати кілька зернозбиральних комбайнів.

Цей спосіб є найпростішим і поширеним. Він ґрунтується на використанні транспортних засобів великої вантажопідйомності та високої швидкості руху. Застосування цього способу є доцільним лише за умови оптимального співвідношення між зернозбиральними комбайнами та транспортними засобами, що далеко не завжди досягається в конкретних умовах господарювання.

Другий спосіб полягає у використанні проміжних ланок. Під час виконання робіт зі збирання зернових виникає низка організаційних проблем, що впливають на робочі цикли зернозбиральних комбайнів і транспортних засобів. Урахування цих чинників зумовлює необхідність застосування третього способу – використання мобільного причепа-перевантажувача, який виконує функцію додаткової ланки між комбайнами та автомобілями великої вантажопідйомності. При цьому він слугує резервним накопичувачем зерна, що дає змогу значно скоротити час простоїв, підвищити продуктивність збирально-транспортних комплексів і зменшити втрати зерна.

Схему перевезень зерна від комбайнів представлено у вигляді блок-схеми (див. рис. 2).



Рисунок 2. Збір зерна від зернозбиральних комбайнів із застосуванням проміжних ланок

Застосування мобільних перевантажувачів забезпечує завантаження зерна від комбайна в перевантажувач при відсутності транспортних засобів та подальше перевантаження зерна в транспортні засоби після їх прибуття. Це дозволяє уникнути простоїв як комбайнів, так і транспортних засобів завдяки роз'єднанню безпосередньої залежності між ними [2].

Визначення часу простою при технологічному обслуговуванні із застосуванням прямих перевезень. Дана схема є основною при збиранні зернових культур для агропідприємств малих форм господарювання.

Для прикладу розглянемо комбайн з фактичною продуктивністю 6,11 т/год, об'ємом бункера 4,2 м³, середній врожайності зернових культур 4,4 т/га.

Для обслуговування даних комбайнів розглянемо три варіанти використання транспортних засобів:

- двома автомобілями з об'ємом кузова 5,1 м³,
- одним автомобілем з об'ємом кузова 10,1 м³;
- одним автомобілем з об'ємом кузова 5,1 м³ та одним автомобілем з об'ємом кузова 10,1 м³.

При фактичній продуктивності комбайна 6,11 т/год бункер об'ємом 4,2 м³ намолюється за 33 хв. При повному циклі даного автомобіля – 48,6 хв для обслуговування одного комбайна потрібно 2 автомобілі.

Перший варіант. Проведений хронометраж показав, що фактичний намот за 12 годинну зміну комбайна становить 20 бункерів. При цьому, за даний час зміни один автомобіль з об'ємом кузова $5,1 \text{ м}^3$ може виконати 14 рейсів по перевезенню зерна. Відповідно, два автомобілі – 28 рейсів. Тобто, фактичний простій автомобілів становить 8 рейсів, або $8 \times 48,6 = 388,8 \text{ хв}$ (6,48 год).

При вивантаженні бункера під час руху комбайна визначаємо об'єм зерна, що буде додатково намолочений і вивантажений у кузов автомобіля $\Delta V \text{ (м}^3\text{)}$ за формулою:

$$\Delta V = t_k^B \times V_6 / t_k^6 \quad (1)$$

де t_k^6 – час намоту бункера комбайна, хв

$$\Delta V = 1,3 \times 4,2 / 33,0 = 0,165 \text{ м}^3$$

Таким чином, у кузов автомобіля буде завантажено зерна $\Sigma V, \text{ м}^3$:

$$\Sigma V = V_6 + \Delta V \quad (2)$$

$$\Sigma V = 4,2 + 0,165 = 4,365 \text{ м}^3.$$

Враховуючи не відповідність об'єму зерна, що завантажується в кузов автомобіля ($4,365 \text{ м}^3$) та об'єму кузова автомобіля ($5,1 \text{ м}^3$) визначаємо коефіцієнт фактичного використання об'єму кузова K_v :

$$K_v = \Sigma V / V_k \quad (3)$$

де V_k – об'єм кузова автомобіля, м^3 .

$$K_v = 4,365 / 5,1 = 0,856.$$

Тобто, при виконанні кожного рейсу автомобіль з об'ємом кузова $5,1 \text{ м}^3$ буде недовантажений (по об'єму) на 14,4%.

Другий варіант. Для обслуговування двох комбайнів з вказаною продуктивністю проводились дослідження по перевезенню зерна автомобілем з об'ємом кузова $11,0 \text{ м}^3$.

Приймаємо, що автомобілем із об'ємом кузова $10,1 \text{ м}^3$ буде обслуговуватися два комбайни. Відповідно, в кузов буде завантажуватися зерно із двох бункерів. Приймаємо, що середня швидкість даного автомобіля така, як із об'ємом кузова $5,1 \text{ м}^3$. Тоді, фактичний час повного циклу буде складатися із часу повного циклу автомобіля з об'ємом кузова $5,1 \text{ м}^3$ та додаткового часу на під'їзд до другого комбайна, часу вивантаження бункера другого комбайна та різниці в часі на вивантаження кузова: $48,6 \text{ хв} + 1,3 \text{ хв} + 6 \text{ хв} + 0,5 \text{ хв} = 56,4 \text{ хв}$.

Як показав хронометраж, за 12 годинну зміну фактично автомобіль із об'ємом кузова $10,1 \text{ м}^3$ виконує 12 рейсів по перевезенню зерна. Тобто, перевозить 24 бункери зерна при фактичному намоті двома комбайнами за 12 годинну зміну 40 бункерів.

Відповідно, автомобіль не може обслуговувати два комбайни продуктивністю $6,11 \text{ т/год}$. при заданих агротехнічних умовах, так як час простою комбайнів буде становити: $8 \text{ рейсів} \times 56,4 \text{ хв} = 451,2 \text{ хв}$ (7,5 год).

Обслуговування одного комбайна автомобілем із об'ємом кузова $10,1 \text{ м}^3$ недоцільне.

Визначаємо коефіцієнт фактичного використання об'єму кузова автомобіля з об'ємом кузова $10,1 \text{ м}^3$ (K_v) при перевезенні зерна, що вивантажене із двох бункерів:

$$K_v = 2 \times 4,365/10,1 = 0,864.$$

Тобто, при виконанні кожного рейсу автомобіль буде недовантажений (по об'єму) на 13,6%.

Третій варіант. При використанні автомобілів об'ємом кузова 10,1 м³ та 5,1 м³ сумарна кількість рейсів за 12 годинну зміну буде становити 14 + 24 (із об'ємом кузова 10,1 м³) = 38 рейсів, при намолоті двома комбайнами за цей час 40 бункерів.

Тобто, при використанні для обслуговування двох вказаних комбайнів автомобілями із об'ємом кузова 5,1 м³ та 10,1 м³, мінімальний час простою комбайнів буде рівним часу повного циклу автомобіля з об'ємом кузова 5,1 м³ і буде становити: першого комбайна – 56,4 хв, другого комбайна час простою буде більшим на час вивантаження бункера першого комбайна (1,3 хв) та на час переїзду від першого комбайна до другого (6 хв) і буде становити 56,4 + 7,3 = 63,7 хв. Таким чином, сумарний час простою комбайнів буде становити 120,1 хв (2 години), що недопустимо.

Дані експериментальних досліджень наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Дані досліджень по визначенню часу простою при технологічному обслуговуванні із застосуванням прямих перевезень (за 12 годинну зміну)

Час простою, год	Склад агрегату		
	1 комбайна + 2 автомоб. з об'ємом кузова 5,1 м ³	1 комбайна + 1 автомоб. з об'ємом кузова 10,1 м ³	2 комбайнів + 1 автомоб. з об'ємом кузова 10,1 + 1 автомоб. з об'ємом кузова 5,1 м ³
Автомобіля	6,48	-	-
Комбайна	-	7,5	2,0

Як видно із таблиці 1, при технологічному обслуговуванні із застосуванням прямих перевезень найбільш раціональним є використання збирального агрегату у складі комбайна продуктивністю 6,11 т/год та автомобіля з об'ємом кузова 10,1 м³ та автомобіля з об'ємом кузова 5,1 м³.

Визначення часу простою при технологічному обслуговуванні із застосуванням проміжної ланки. При даному технологічному обслуговуванні комбайнів розглядаємо застосування перевантажувача БНП-20 в агрегаті з трактором потужністю двигуна 111 кВт (150 к.с.). Об'єм бункера перевантажувача – 22 м³.

Визначений час повного циклу даного перевантажувача становить 1,01 год (60,5 хв). В цей час входить завантаження 5 бункерів в БНП-20, переїзд між комбайнами для завантаження, під'їзд до зерновоза, вивантаження зерна у зерновоз, під'їзд від зерновоза до комбайна на завантаження.

Час від'їзду перевантажувача від передостаннього вивантаження бункера комбайна до його під'їзду для завантаження становить 0,5 години (30 хв) при часі намолоту бункера 0,55 год (33 хв).

При об'ємі бункера комбайна 4,2 м³ перевантажувач БНП-20 зможе прийняти п'ять бункерів: 5 бункерів × 4,2 м³ = 21 м³ зернової маси.

При цьому, відповідно до формули (3) коефіцієнт фактичного використання

об'єму кузова перевантажувача буде становити: $21,82/22,0=0,99$, тобто завантаженість кузова є задовільною.

За 12 годинну зміну кожен комбайн при даних агротехнічних умовах намолочує 20 бункерів зерна, тобто за даний час агрегату у складі трактора потужністю двигуна 111 кВт та перевантажувача БНП-20 необхідно перевезти від двох комбайнів 40 бункерів зерна. Відповідно, кількість рейсів на перевезення даної продукції буде становити: $40/5 = 8$ рейсів.

Час простою перевантажувача між вивантаженнями 2, 3 та 4 бункерів буде визначатися як різниця між часом на наповнення бункера комбайна (33 хв) (намолоту зерна) та часом на переїзд від комбайна до комбайна (6 хв) та часом на вивантаження бункера (1,3 хв) і буде становити $33,0 - 7,3 = 25,7$ хв. Загальний час простою визначаємо, як суму простоїв при кожному циклі роботи перевантажувача: $25,7 \times 8 = 205,7$ хв (3,4 години).

Дані проведених досліджень по використанню перевантажувача зерна БНП-20 для обслуговування двох комбайнів з продуктивністю 6,11 т/год наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 - Дані досліджень по визначенню часу простою при технологічному обслуговуванні із застосуванням проміжної ланки (за 12 годинну зміну)

Час простою, год	Склад агрегату
	2 комбайни + (Трактор + БНП-20)
Перевантажувача БНП-20	3,4
Комбайна	-

Висновок. Проведені дослідження показали, що під час технологічного обслуговування двох комбайнів із застосуванням проміжної ланки (перевантажувача БНП-20) час простою становить 3,4 години при повному завантаженні комбайнів. Це підтверджує доцільність використання зерноперевантажувачів в агропідприємствах малих форм господарювання з площею ріллі до 500 га під час збирання зернових культур.

Список використаних джерел

- Музильов Д. О. Порядок формування комбінацій вихідних даних для визначення розмірів збирально-транспортного комплексу / Д. О. Музильов, А. Г. Кравцов, Н. Г. Бережна, О. І. Усков [Текст] // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2015. – Вип. 160. – С. 273-279. – Режим доступу : http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhdusg_2015_160_46.
- Яворська Т. Особливості визначення критеріїв малого бізнесу у сільському господарстві / Т. Яворська // Аграрна економіка. – 2009. – Т. 2, № 3-4. – С. 107–112.