

## АНАЛІЗ ВЗАЄМОДІЇ ЗЕРНОВИХ КОМБАЙНІВ З ТРАНСПОРТНИМИ ЗАСОБАМИ

Фришев С.Г. д.т.н., Козупиця С.І. к.т.н.

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*Наведено аналітична залежність впливу параметрів зернового комбайна на кількість комбайнів в групі, об'єм причепа-перевантажувача та його продуктивність.*

**Постановка проблеми.** Досвід, який накопичено у країнах з розвинутими механізованими технологіями виробництва зерна, свідчить про доцільність застосування проміжної компенсаційної ланки в технологічному ланцюжку між комбайнами і автомобілями. Використання такої ланки дозволяє, в порівнянні з прямими автомобільними перевезеннями, підвищити продуктивність процесу збирання зерна за рахунок зменшення простою техніки. Простої комбайнів в очікуванні транспорту звичайно досягають 20%, а простої транспортних засобів – 30-36% часу зміни [1]. При використанні на прямих перевезеннях зерна великовантажних автомобілів КамАЗ втрати часу, пов'язані з очікуванням завантаження і переїздами по полю, зростають до 47% часу зміни. Таки компенсатори як причепа-перевантажувачі (перевантажувальні бункери-накопичувачі), забезпечують можливість зменшення простоїв комбайнів, а також вирішують проблему виключення ущільнення в полі ґрунту великовантажними автомобілями на перевезенні зерна.

**Аналіз останніх досліджень.** Деякі теоретичні закономірності застосування міжопераційних компенсаторів започатковано у працях [2-5], але зазначене завдання потребує вирішення питання стосовно забезпечення взаємодії комбайнів і причепа-перевантажувача (ПП) зерна.

**Мета досліджень.** Визначити аналітичні взаємозалежності параметрів технологічного ланцюга «зерновий комбайн – причеп-перевантажувач», які забезпечують їх взаємодію.

**Результати досліджень.** Збиральні роботи виконують потоковим способом на основі ефективного технологічного і транспортного обслуговування збиральних агрегатів.

Для технологічної схеми транспортування зерна при використанні ПП, яким зерно транспортується від комбайна до автомобілів, що здійснюють перевезення, комплекс збирально-транспортних агрегатів містить три ланки: зернові комбайни, ПП і автомобільні транспортні засоби (АТЗ).

Число комбайнів, які обслуговуються одним ПП, повинне задовольняти наступним умовам. По-перше, ємкість ПП повинна дорівнювати або бути більше сумарної ємкості бункерів комбайнів, які ним обслуговуються. При цьому приймається варіант розвантаження в один ПП всіх комбайнів. По-друге, час їздки ПП повинен бути таким, щоб він встиг повернутися до першого

розвантаженого комбайна раніше ніж заповниться зерном бункер цього комбайна. Тобто час їздки ПП –  $T_{in}$  повинен дорівнювати або бути менше часу наповнення зерном бункера першого з групи розвантаженого комбайна. Перелічені умови виразимо такими нерівностями:

$$V_n \geq m_k \omega_k, \quad (1)$$

$$t_{\bar{o}} \geq T_{in}, \quad (2)$$

де:  $V_n$  – ємкість ПП;  
 $m_k$  – кількість комбайнів в групі;  
 $\omega_k$  – об'єм бункера комбайна, м<sup>3</sup>.

Звідси в результаті відповідних перетворень одержимо:

$$m_k = \frac{\frac{\omega_k d_g (1 - \delta_n)}{W_{к.ч}} - \frac{1,35}{v_n} - t_{nep}}{\frac{0,5}{v_n} + \omega_k d_g \left( \frac{1}{W_{ш.к}} + \frac{1}{W_{ш.п}} \right)}, \quad (3)$$

де:  $W_{к.ч}$  – продуктивність комбайна за годину чистої роботи;  
 $d_g$  – об'ємна маса вантажу, т/м<sup>3</sup>;  
 $\delta_n$  – частка часу їздки, яку ПБН витрачає на очікування комбайнів і автомобілів;  
 $W_{ш.к}$  – продуктивність вивантажувального шнека бункера комбайна;  
 $W_{ш.п}$  – продуктивність вивантажувального шнека ПП;  
 $t_{nep}$  – тривалість переїзду ПП до чергового кузова автомобіля (причепи) для розвантаження;  
 $v_n$  – середня швидкість руху ПП по полю.

Об'єм ПП складає:

$$V_{II} = \omega_k m_k = \frac{\omega_k \left[ \frac{\omega_k d_g (1 - \delta_n)}{W_{к.ч}} - \frac{1,35}{v_n} - t_{nep} \right]}{\frac{0,5}{v_n} + \omega_k d_g \left( \frac{1}{W_{ш.к}} + \frac{1}{W_{ш.п}} \right)} \quad (4)$$

В той же час з урахуванням (1) маємо додаткову залежність:

$$m_k = INT \frac{V_n}{\omega_k}, \quad (5)$$

де  $INT$  – функція, яка повертає найближче менше значення.

Продуктивність ПП визначається як

$$W_n = \frac{INT(V_n / \omega_k) \omega_k d_b}{T_{in}} \quad (6)$$

Раціональна ємкість ПП, як видно з (4) прямо пропорційна об'єму бункера комбайна. Так для обслуговування групи 2, 3, 4 і 5 комбайнів з об'ємом бункера  $6 \text{ м}^3$  раціональна ємкість ПП дорівнює відповідно 12, 18, 24 і  $30 \text{ м}^3$ . При цьому досягається максимальний коефіцієнт статичного завантаження ПП.

Аналіз впливу ємності бункера комбайна та його продуктивності під час обслуговування одним ПП на кількість комбайнів в групі виконано за допомогою рівнянь (3) і (5) при  $\delta_{II} = 0,2$  (це значення отримано на підставі дослідів). Відповідні графічні залежності подано на рис. 1.

При збільшенні продуктивності кожного із комбайнів, що входять в групу, яка обслуговується одним ПП, продуктивність зібраного потоку зерна зростає. З ростом об'єму бункера комбайна потенціальна кількість комбайнів в групі збільшується, оскільки зростає обсяг одноразового завантаження в ПП і відповідно зменшуються втрати часу на його переїзди від комбайна до комбайна. Це зростання відбувається, наприклад при  $W_{к.ч} = 6 \text{ т/год}$ , таким чином – із збільшенням об'єму бункера з 3 до  $10 \text{ м}^3$  кількість комбайнів зростає з 3 до 6. Але таке зростання обмежено величиною певної продуктивності комбайна. Для комбайнів з продуктивністю  $W_{к.ч} = 10 \text{ т/год}$  кількість комбайнів, що обслуговуються, зростає з 1 до 3.

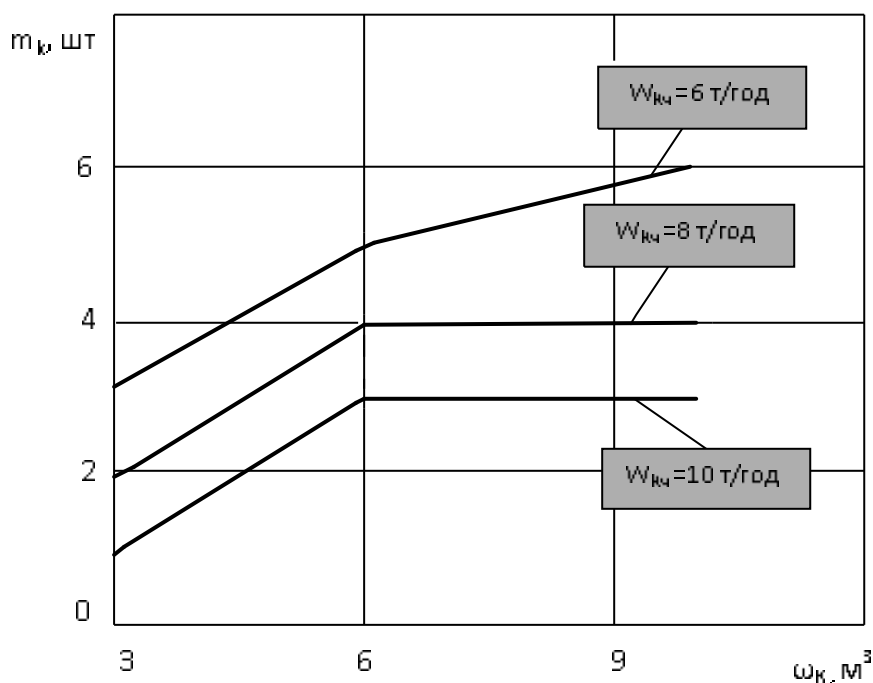


Рис. 1 – Вплив об'єму бункера комбайна та його продуктивності на кількість комбайнів в групі

Оскільки раціональний об'єм ПП пропорційний ємності бункера комбайна і кількості комбайнів в групі, а потенціальна кількість комбайнів в групі збільшується із зменшенням продуктивності комбайна, то об'єм ПП при

цьому також зростає. Вплив продуктивності комбайна і об'єму його бункера на об'єм ПП показано графічно на рис. 2. Так для комбайнів з  $\omega_k = 6 \text{ м}^3$  із зменшенням продуктивності з 10 до 6 т/год раціональний об'єм  $V_n$  збільшується з 18 (при  $m_k = 3$  шт) до  $30 \text{ м}^3$  ( $m_k = 5$  шт). Для обслуговування комбайна з  $W_{Kч} = 8$  т/год збільшення  $\omega_k$  з 3 до  $10 \text{ м}^3$  потребує зростання  $V_n$  з 6 до  $40 \text{ м}^3$ , що забезпечує збільшення кількості комбайнів в групі з 2 до 5 шт. А 4 комбайни з  $W_{Kч} = 8$  т/год з  $\omega_k = 6 \text{ м}^3$  можуть обслуговуватися одним ПП з об'ємом  $V_n = 24 \text{ м}^3$ .

Зростання продуктивності  $W_{Kч}$  призводить до зменшення об'єму ПП і навпаки збільшення ємкості бункера комбайна дає можливість зростання об'єму ПП. Це зростання відбувається, наприклад при  $W_{Kч} = 8$  т/год таким чином – із збільшенням об'єму бункера з 3 до  $10 \text{ м}^3$  кількість комбайнів зростає з 2 до 5. Таким чином великооб'ємні ПП доцільно застосовувати для комбайнів з високою продуктивністю.

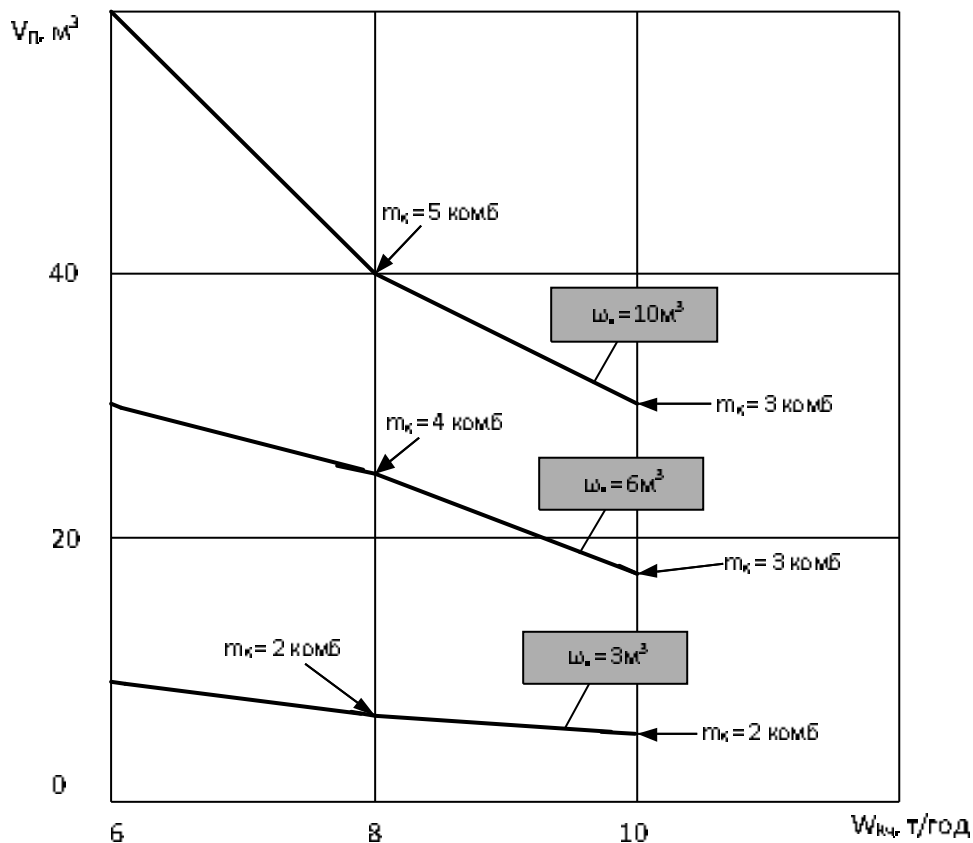


Рис. 2 – Вплив продуктивності комбайна і його об'єму бункера на об'єм ПП

Вплив частки часу їздки  $\delta_n$ , яку ПП витрачає на очікування комбайна і автомобіля, показано на рис. 3. Зростання величини  $\delta_n$  викликає зменшення продуктивності ПП і призводить до зменшення кількості комбайнів в групі, яка працює. При  $\delta_n = 0,2$  і  $W_{Kч} = 10$  т/год працює група з 3-х комбайнів, яка зменшується до 2-х для  $\delta_n = 0,4$ .

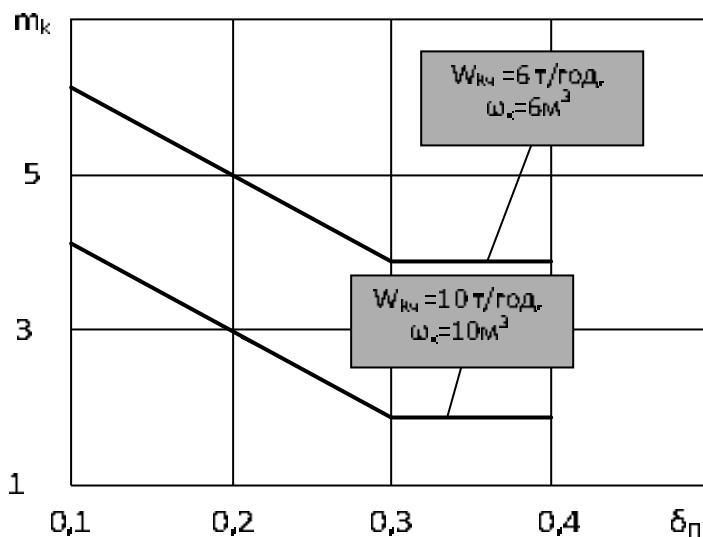


Рис. 3 – Вплив частки часу їдки  $\delta_n$  на кількість комбайнів в групі

Аналіз залежності продуктивності ПП на перевезенні зерна від техніко-експлуатаційних показників ланцюга «комбайни – ПП» виконано згідно рівняння (6). Графічно ця залежність подана на рис. 4. від об'єму бункера комбайна для різної продуктивності комбайнів. З ростом  $\omega_k$  з 3 до 10  $m^3$  для  $W_{kh} = 6$  т/год = const продуктивність ПП збільшується з 20,8 до 38,6 т/год за рахунок збільшення кількості комбайнів з 3-х до 6 і об'єму ПП з 9 до 50  $m^3$ .

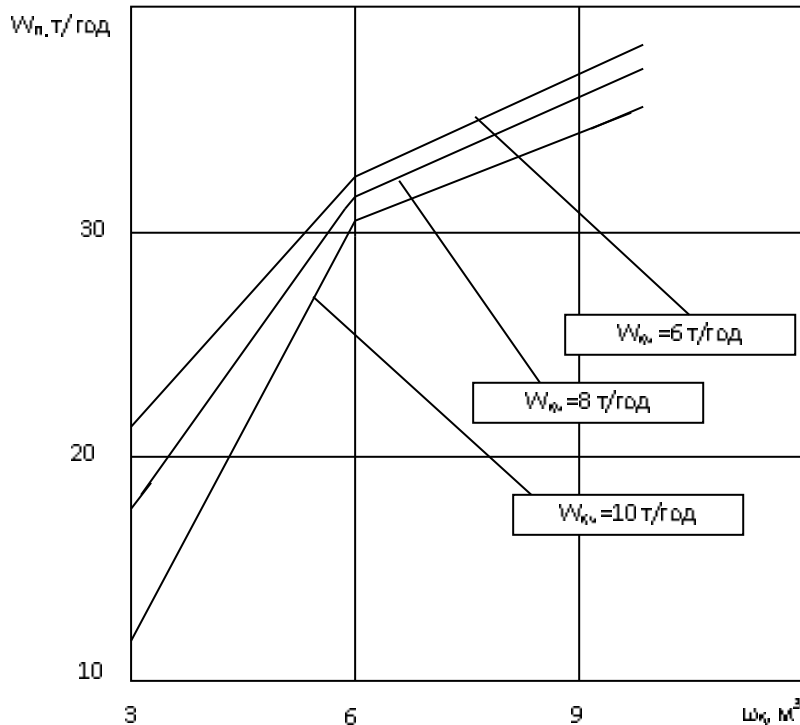


Рис. 4 – Залежність продуктивності ПП від об'єму бункера комбайна для різної його продуктивності

Зростання об'єму бункера комбайна дає можливість збільшити продуктивність ПП за рахунок: 1) збільшення кількості комбайнів, які

обслуговуються; 2) зменшення кількості переїздів ПП для завантаження. Оскільки ПП з  $V_{II}=50 \text{ м}^3$  є занадто громіздкий, то найбільш раціональним для обслуговування комбайнів з  $\omega_k \geq 10 \text{ м}^3$  є ПП з  $V_{II}=30$  або  $40 \text{ м}^3$  (промислове їх виробництво освоєно), який обслуговує відповідно 3 і 4 комбайна. Тому для високопродуктивних комбайнів, які мають бункери з  $\omega_k \geq 10 \text{ м}^3$ , доцільно формувати групи з 3-4-х одиниць з ПП об'ємом в  $30-40 \text{ м}^3$ .

## **Висновок**

Встановлена аналітична залежність впливу об'єму бункера комбайна та його продуктивності на кількість комбайнів в групі, об'єм причепа-перевантажувача та його продуктивність.

## **Список використаних джерел**

1. Измайлов А. Ю. Технологии и технические решения по повышению эффективности транспортных систем АПК. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. — 200 с.
2. Капланович М.С. Справочник по сельскохозяйственным транспортным работам. — М.: Россельхозиздат, 1982. — 315 с.
3. Зязев В.А., Капланович М.С., Петров В.И. Перевозки сельскохозяйственных грузов автомобильным транспортом. — М.:Транспорт, 1979. — 253 с.
4. Гоберман В.А. Автомобильный транспорт в сельскохозяйственном производстве. - М.:Транспорт, 1986. — 287 с.
5. Миронюк С.К. Использование транспорта в сельском хозяйстве. — М.: Колос, 1982. — 287 с.

## **Аннотация**

### **АНАЛИЗ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЗЕРНОВЫХ КОМБАЙНОВ С ТРАНСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ**

Фришев С.Г., Козупиця С.І.

*Приведены аналитические зависимости влияния параметров зернового комбайна на количество комбайнов в группе, об'єм прицепа-перезрузчика та его производительность.*

## **Abstract**

### **ANALYSIS OF CO-OPERATION OF CORN COMBINES WITH TRANSPORT VEHICLES**

S. Frishev, S. Kozypicya

*It are resulted the analytical dependences of influence for the parameters of a grain combine on quantity of combines in group, volume of the trailer-reloader and it's productivity.*