

УДК 631.173.2/075.8

С.Г. Фришев, д.т.н., проф.;
С.І. Козупиця, к.т.н., доцент (НУБіП України, Київ)**ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ
ПРИ ЗБИРАННІ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР**

АНОТАЦІЯ. Наведено методику визначення параметрів транспортного процесу із застосуванням міжопераційного мобільного компенсатора – тракторного причепа–перевантажувача під час збирання зернових культур. Його використання забезпечує зменшення простоїв зернозбиральних комбайнів.

Ключові слова: причеп–перевантажувач, зернові комбайни, автомобілі, простої, вантажопідйомність.

АННОТАЦИЯ. Приведена методика определения параметров транспортного процесса с применением междуоперационного мобильного компенсатора – тракторного прицепа-перегрузателя во время уборки зерновых культур. Его использование обеспечивает уменьшение простоев зерноуборочных комбайнов.

Ключевые слова: прицеп-перегрузатель, зерновые комбайны, автомобили, простои, грузоподъемность.

ANNOTATION. The method of determination of parameters of transport chain with using of the interoperation mobile compensator – the tractor with trailer-overloading is resulted during harvest of corn cultures. This using provides reduction of stoppage of combine harvesters.

Key words: trailer-overloading, corn combines, cars, stoppage, carrying capacity.

Вступ

Сучасний технологічний процес збирання урожаю для підвищення ефективності передбачає застосування міжопераційних мобільних компенсаторів різних типів, серед яких найбільше розповсюдження знайшли спеціалізовані тракторні «причепи-перевантажувачі» (ПП). Цей процес характеризується взаємодією всіх складових технологічного ланцюга «комбайни – причеп-перевантажувач – автотранспортні засоби».

Технологічна схема транспортування зерна забезпечує підвищення ефективності як збирання зерна, так і його перевезення за рахунок зменшення простоїв техніки [1]. При цьому група комбайнів рухається по полю у напрямку розвантажувальної магістралі, на якій в очікуванні знаходиться трактор з ПП. Зерно з бункера чергового комбайна перенавантажувється в ПП без зупинки комбайна. Трактор вивозить ПП на край поля, де зерно перевантажується до кузова великовантажного автомобіля або автомобільного причепа.

Найефективніше використання техніки забезпечується при поточних безперервних

(без зупинок) технологічних процесах [1-3]:

$$m_K W_K = W_{II} = n_A W_A, \quad (1)$$

де W_K, W_{II}, W_A — продуктивність за 1 год. змінного часу, т/год. відповідно комбайна, ПП, автомобіля (автопоїзда).; m_K, n_A — відповідно кількість комбайнів, автомобілів (автопоїздів).

При розрахунку складу комплексу машин для збирання і транспортування зерна необхідно враховувати їх продуктивності, тривалість рейсу транспортних засобів, кількість машин, що входять в кожну ланку. В роботах з даної тематики розглянуті окремі елементи технологічного ланцюга, такі як ємність ПП та інтенсивність потоку бункерів комбайнів, з позиції імовірного підходу відсутній системний підхід, при якому була би врахована взаємодія кожного з елементів, в системі транспортного ланцюга [4-5].

Мета роботи – розробити методику визначення параметрів транспортного ланцюга, який функціонує під час збирання зернових культур із застосуванням міжопера-

ційного мобільного компенсатора – тракторного причепа–перевантажувача.

Виклад основного матеріалу

Розглянемо взаємодію ланцюга «Зернозбиральні комбайни - ПП – автотранспортні засоби». Виходячи з даних попередніх досліджень [3], продуктивність комбайна за годину змінного часу під час використання технології із застосуванням перевантажувального причепа визначається як:

$$W_{КП} = (0,732 - \frac{t_{oe} n_{цк}}{T_{зм}}) W_{кч}, \quad (2)$$

де 0,732 – коефіцієнт який визначає частку часу від тривалості часу зміни, що залишається після виконання таких операцій: підготовчо-заклучної роботи комбайном, його технологічного позациклового обслуговування, переїздив з ділянки на ділянку, особисті потреби [2];

$W_{КП}$ – продуктивність комбайна за годину чистої (основної) роботи залежить від типу комбайна і урожайності;

$T_{зм}$ – тривалість зміни роботи комбайна, год;

$n_{цк}$ – кількість робочих циклів комбайна за зміну, яку розраховують за формулою:

$$n_{цк} = \frac{0,732 T_{зм}}{t_{\delta} + t_x + t_{oe}}, \quad (3)$$

де t_{δ} – тривалість заповнення зерном бункера комбайна, год;

$$t_{\delta} = \frac{\omega_k \cdot d_g}{W_{кч}};$$

де $t_x = 0,06$ год – тривалість холостих поворотів, яка припадає на один цикл роботи комбайна;

ω_k – об'єм бункера комбайна (бм^3);

d_g – об'ємна маса зерна, т/м^3 ($d_g=0,73 \text{ т/м}^3$ – для розрахунків);

t_{oe} – тривалість обслуговування комбайна «прицепом-перевантажувачем» яка визначається тривалістю простою комбайна під час очікування ним під'їзду ПП для розвантаження зерна в його кузов; знаходиться шляхом експериментальних спостережень.

Для визначення вантажопідйомності (вантажності) міжопераційного компенсатора – ПП використовують два методичних підходи:

- детермінований - вантажність кузова ПП розглядається з технологічних міркувань;

- імовірнісний – із застосуванням математичного апарату теорії масового обслуговування.

При застосуванні технологічного підходу число комбайнів, які обслуговуються одним ПП, повинно задовольняти наступні умови. По-перше, ємність кузова ПП повинна дорівнювати або бути більше сумарної ємності бункерів комбайнів, які ним обслуговуються. При цьому приймається варіант послідовного розвантаження в один ПП всіх комбайнів. По-друге, час їздки ПП повинен бути таким, щоб він встиг повернутися до першого розвантаженого комбайна, раніше ніж поповниться зерном бункер цього комбайна. Тобто час їздки ПП повинен дорівнювати або бути менше часу наповнення зерном бункера першого з групи розвантаженого комбайна.

Фактична вантажопідйомність (завантаження) ПП зерном згідно детермінованого підходу з технологічних міркувань визначається як

$$q_{П} = \omega_k m_k d_g, \quad (4)$$

де m_k – кількість комбайнів, що обслуговує ПП.

Вантажність ПП згідно імовірнісного підходу визначається на підставі математичного апарату теорії масового обслуговування. Збирально-транспортна ланка розглядається як система масового обслуговування з втратами (простій комбайна з повним бункером в очікуванні розвантаження дорівнює втраті заявки).

Фактичне завантаження ПП визначають виходячи з таких умов. Заявки поступають до ПП з імовірністю, яка дорівнює n_{δ} заявкам (бункерам комбайнів) у випадкові моменти часу, що розподілені за пуассоновським законом з параметром λ . Автомобілі звертаються до компенсатора також у випадкові моменти часу; час

обробки автомобілями кількості заявок випадковий і розподілений за показовим законом. З урахуванням даних Зязева В.А. і Каплановича М.С. [4-5], вантажність ПП за заданої надійності обслуговування $P = 1 - P_{\text{від}}$ визначається як:

$$q_{\text{П}} = \frac{\omega_k d_g \lg P_{\text{вд}}}{\lg a - \lg(a+1)}, \quad (5)$$

де $a = \lambda \cdot t_{\text{роз}}$;

$P_{\text{від}}$ – імовірність втрати заявки - зупинка комбайна через неможливості вивантаження зерна в ПП, внаслідок його заповнення;

λ — інтенсивність потоку заявок (бункерів зерна) від групи комбайнів, бунк/год.; вона дорівнює кількості робочих циклів комбайнів за годину, яку розраховують за формулою:

$$\lambda = \frac{m_k}{t_{\text{б}} + t_x + t_{\text{оє}}}, \quad \text{шт/год}, \quad (6)$$

де m_k – кількість комбайнів в групі;

$t_{\text{б}}$ – час заповнення бункера комбайна, який визначається наступним виразом :

$$t_{\text{б}} = \frac{\omega_k \cdot d_g}{W_{\text{кч}}}, \quad \text{год}. \quad (7)$$

де d_g — об'ємна маса вантажу, т/м³ (для розрахунків $d_g = 0,73$ т/м³);

t_x - тривалість холостих розворотів комбайна, який припадає на один цикл збиральних робіт; $t_x = 0,06$ год;

$t_{\text{роз}}$ – час вивантаження середнього числа заявок (бункерів зерна), що знаходяться в кузові ПП, год.

$$t_{\text{роз}} = m_k \frac{\omega_k d_g}{W_{\text{ун}}} + t_{\text{пер}}, \quad (8)$$

де $t_{\text{пер}}$ - тривалість переїзду ПП до чергового кузова автомобіля (причепа) для розвантаження (0,03 год);

Залежність інтенсивності потоку заявок (λ) для різної продуктивності комбайнів та їх кількості m_k приведена в нижньої частині номограми визначення вантажності причепа-перевантажувача $q_{\text{П}}$, що дана на рис. 1. В верхньої його частині приведена залежність вантажності $q_{\text{П}}$ для ПП від інтенсивності потоку заявок (λ) для різної імовірності втрати заявки

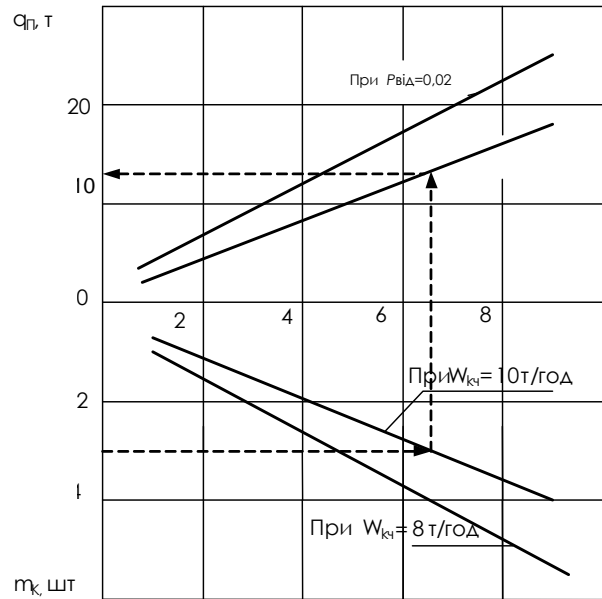


Рис. 1. Номограма визначення вантажності причепа-перевантажувача $q_{\text{П}}$

Представлені на номограмі графічні залежності дозволяють визначити вантажність ПП для певної кількості комбайнів із визначеною продуктивністю, які працюють із заданою надійністю обслуговування. Так три комбайна з продуктивністю кожного $W_{\text{кч}}=10$ т/год працюють з мінімальними простоями при надійності їх обслуговування $P = 1 - P_{\text{від}} = 0,95$ (час простою комбайнів із-за відсутності можливості розвантаження, дорівнює не більше 5% від робочого часу) з боку ПП, який має вантажопідйомність $q_{\text{П}} \geq 13$ т (наприклад, причеп-перевантажувач ПБН-20) забезпечує роботу 3-х комбайнів з продуктивністю кожного $W_{\text{кч}}=10$ т/год.

При розрахунку складу комплексу машин для збирання і транспортування зерна за технологічною схемою з перенавантаженням, до якої входять ланка комбайнів, ПП і ланка транспортних засобів (АТЗ), необхідно враховувати їх продуктивності, тривалість рейсу транспортних засобів, кількість машин, що входять в кожну ланку. Розглянемо взаємодію ланцюга «ПП – АТЗ».

Загальна вантажопідйомність одного АТЗ або групи автомобілів, що забезпечує транспортний процес, визначається із умови поточності всіх ланок збирально-

транспортного процесу з урахуванням рівняння (1)

$$\sum q_A = m_k W_{KЧ} T_A \quad (8)$$

де, T_A – тривалість їздки (одного обороту) автомобіля, що визначається як

$$T_A = \frac{t_3 + t_{пyx} + t_{роз} + t_{пер}}{1 - \mu / m_k}, \quad (9)$$

де $t_{пyx}$ - час руху автомобілів (автопоїздів) до току і назад;

$t_{роз}$ - тривалість зважування зерна, розвантаження на току і оформлення документів (0,2 год.);

$$t_3 = \frac{q_{II}}{W_{шп}} - \text{тривалість завантаження зерном АТЗ із ПП};$$

$W_{шп}$ – продуктивність шнекового розвантажувача ПП, (130 т/год);

$t_{пер}$ – час переїзду ПП при завантаженні автомобілів ($t_{пер} = 0,03$ год.);

μ - частка часу простою автомобіля, що витрачається на очікування завантаження за традиційною технологією ($\mu = 0,36$);

$$t_{пyx} = \frac{l}{\beta \cdot v_A}, \quad (10)$$

де l - відстань, між полем де працюють комбайни і током, км;

β – коефіцієнт використання пробігу, $\beta = 0,5$;

v_A – середня технічна швидкість, для ґрунтових доріг після грейдерування $v_A = 40$ км/год;

На підставі отриманого значення виконується вибір автотransпортних засобів. Повне завантаження автомобілів зерном досягається у випадку рівності їх вантажності і причепів. Продуктивність вибраних автомобілів визначається як:

$$W_A = \frac{q_A \gamma}{T_A} \quad (11)$$

де q_A , γ – вантажність та коефіцієнт статичного використання вантажності вибраного автомобіля.

Висновки

Запропонована методика дозволяє визначити параметри транспортного ланцюга в технології збирання зернових культур, новим елементом якого є мобільний комплексатор (тракторний причіп – перевантажувач), застосування якого на практиці забезпечить зменшення простоїв зернозбиральних комбайнів і збільшення їх продуктивності до 30%.

Література

1. *Измайлов А. Ю.* Технологии и технические решения по повышению эффективности транспортных систем АПК.– М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007.– 200 с.
2. *Льченко В.Ю., Нагірний Ю.П., Джолос П.А.* Машиновикористання в земліробстві.– К.: Урожай, 1996.– 384 с.
3. *Фришев С.Г., Докуніхін В.З.* Основи транспортного процесу в АПК.– К.: ДАКК, 2009.– 420 с.
4. *Капланович М.С.* Справочник по сельскохозяйственным транспортным работам.– М.: Россельхозиздат, 1982.– 315 с.
5. *Зязев В.А., Капланович М.С., Петров В.И.* Перевозки сельскохозяйственных грузов автомобильным транспортом.– М.: Транспорт, 1979.– 253 с.

Рецензент: І.І. Мельник, к.т.н., проф.
(НУБіП, Київ)

Отримано: 12.11.2010 р.