

Виноградов М.С., к.т.н., Хребет В.Г., к.ф.-м.н., Котула Е.Л.

АДІ ДВНЗ «ДонНТУ», м. Горлівка

ВИЗНАЧЕННЯ МОЖЛИВИХ ВАРІАНТІВ ЗАКРІПЛЕННЯ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ ЗА КОМБАЙНАМИ ПРИ ЗБИРАННІ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Наведено методику визначення можливих варіантів закріплення вантажних автомобілів за комбайнами при збиранні зернових культур з урахуванням їх надійності обслуговування, що зроблена з метою корегування технології спільної роботи транспорту для забезпечення мінімальних простоїв автомобілів та комбайнів.

Вступ

Ключову роль у функціонуванні сільськогосподарських підприємств відіграє транспорт, який здійснює значні обсяги перевезень у період збирання зернових культур. Порівняно короткі терміни збирання зернових культур (10–15 днів) і значні обсяги робіт визначають великий попит транспортних засобів. Разом з тим, продуктивність транспортних засобів, що використовуються при збиранні зернових культур, низька. Пояснюється це, у першу чергу, складними умовами виконання збирально-транспортного процесу. Окрім цього, при збиранні зернових культур транспортний комплекс виконує транспортні операції з різними умовами реалізації. Під час здійснення перевезень зерна полем автомобіль рухається з достатньо великим коефіцієнтом опору руху й поганим зчепленням коліс із ґрунтом, а це призводить до збільшення часу його руху. У результаті зростає й час очікування автомобіля комбайном. Тому визначення можливих варіантів закріплення вантажних автомобілів за комбайнами під час збирання зернових культур з метою забезпечення мінімальних їх простоїв є актуальною задачею. Вирішення її буде сприяти узгодженості спільної роботи транспорту.

Аналіз публікацій

Як показує огляд сучасних літературних джерел [1, 2], найефективніше використання техніки забезпечується за поточних безперервних (без зупинок) технологічних процесах, які повинні відповідати наступній умові:

$$m_{\text{ком}} \cdot W_{\text{ком}} = n_{\text{авт}} \cdot W_{\text{авт}}, \quad (1)$$

де $W_{\text{ком}}$, $W_{\text{авт}}$ – продуктивність за 1 год. змінного часу, ($m/\text{год}$), відповідно, комбайна, автомобіля;

$m_{\text{ком}}$, $n_{\text{авт}}$ – відповідно, кількість комбайнів, автомобілів.

Використовуючи умову (1), визначають кількість автомобілів які потрібні для виконання транспортного процесу. Але такий розрахунок не пов'язує конкретну величину надійності роботи комбайнів без простоїв через відсутність можливості їх розвантаження. Тому доцільно врахувати цю надійність шляхом визначення кількості автомобілів у залежності від кількості комбайнів із застосуванням теорії масового обслуговування. А для цього потрібна методика.

Розробка методики визначення можливих варіантів закріплення вантажних автомобілів за комбайнами при збиранні зернових культур і складає **мету статті**.

Основний матеріал

Досягнути мети можна використовуючи теорію масового обслуговування, яка дає мо-

жливість врахувати надійність роботи комбайнів без простоїв.

У роботі [3] виконано аналіз впливу техніко-експлуатаційних показників комбайна на його продуктивність. Доведено, що на продуктивність комбайна суттєво впливає врожайність, а оскільки комбайни працюють з вантажними автомобілями, то це буде впливати й на продуктивність автомобілів.

При визначенні кількості комбайнів та автомобілів для збирально-транспортного процесу необхідно враховувати продуктивність і час циклу їх роботи та інші фактори.

При розрахунку величин, що складають рівність (1), необхідно спочатку визначити продуктивність комбайна, від якого залежить робота автомобіля. Розглянемо збирально-транспортний процес із застосуванням найбільш поширених останнім часом комбайнів типу «Дон-1500 Б».

Використовуючи залежність $W_{ком} = f(h)$ з [3], необхідно визначити сумарну вантажопідйомність автомобілів. Це робимо таким чином, щоб збирально-транспортний процес був безперервний. Тобто необхідно зв'язати конкретну надійність роботи комбайнів без простоїв через відсутність можливості їх розвантаження з роботою автомобілів, які обслуговуються. А для цього доцільно врахувати цю надійність шляхом визначення залежності необхідної вантажопідйомності автомобілів від параметрів збирально-транспортного процесу із застосуванням теорії масового обслуговування. Збирально-транспортний комплекс розглядається як система масового обслуговування з втратами (перестій комбайна з повним бункером, в очікуванні розвантаження, рівносильний втраті заявки).

Вантажопідйомність автомобілів (кількість бункерів комбайнів, що завантажуються) визначаємо виходячи з наступних умов: заявки поступають на автомобіль з вантажопідйомністю, яка дорівнює кількості (бункерів), у випадкові моменти часу, що розподілені за пуассонівським законом з параметром λ ; комбайни звертаються до автомобілів також у випадкові моменти часу; час обробки транспортним засобом кількості заявок випадковий і розподілений за показниковим законом. Кількість бункерів комбайнів (n), які завантажуються в автомобіль із заданою надійністю обслуговування $1 - P$ визначаємо за [2]:

$$n = \frac{\lg P}{\lg a - \lg(a+1)} \text{ од}, \quad (2)$$

де P – ймовірність втрати заявки (зупинка комбайна через неможливість вивантаження зерна в автомобіль, внаслідок його заповнення);

a – кількість бункерів зерна, які необхідно вивантажити відповідно існуючої інтенсивності потоку заявок:

$$a = \lambda \cdot t_g \text{ од}, \quad (3)$$

λ – інтенсивність потоку заявок (бункерів зерна) від групи комбайнів (од/год). Вона визначається як:

$$\lambda = \frac{m_{ком} \cdot W_{ком}}{\omega_k \cdot d_n \cdot \varphi} \text{ од/год}, \quad (4)$$

де φ – коефіцієнт заповнення бункера комбайна. Приймаємо $\varphi = 1,0$.

Згідно (4) побудовано залежність λ від кількості комбайнів (m_k), яку зображено у вигляді графіків і представлено у четвертому квадранті номограми (рисунок 1). Відповідно до розрахунків інтенсивності потоку заявок λ буде змінюватися в діапазоні від 2 до 10 бункерів за 1 годину.

Розрахунок залежності n від інтенсивності потоку заявок λ (бункерів зерна комбайнів типу «Дон-1500 Б», маса зерна в бункері дорівнює 4 т) виконуємо за двома варіантами надійності обслуговування $1 - P = 0,95$ і $0,98$. Графічно ця залежність представлена в першому

квадранті номограми (рисунок 1).

Підвищення надійності обслуговування до 0,98 дає змогу підвищити продуктивність комбайнів за рахунок зменшення простою на 2 % від усього робочого часу, але змушує збільшувати вантажопідйомність автомобіля. Так при інтенсивності потоку заявок (бункерів зерна) $\lambda = 5 \text{ од/год}$ необхідна сумарна вантажопідйомність q_a зростає з 8 до 10 m .

Кількість автомобілів, що потрібні для транспортування зерна на тік, визначається за умови поточності всіх ланок збирально-транспортного процесу з рівняння (1):

$$m_{\text{ком}} \cdot W_{\text{ком}} = n_{\text{авт}} \cdot W_{\text{авт}} = \frac{\sum q_a}{T_{\text{ц.а}}}, \quad (5)$$

де q_a – вантажопідйомність одного автомобіля;

$T_{\text{ц.а}}$ – тривалість циклу автомобіля, що визначена як:

$$T_{\text{ц.а}} = t_e + t_{\text{пух}} + t_p + t_{\text{оч}} \text{ год}, \quad (6)$$

де $t_{\text{пух}}$ – тривалість руху автомобіля до току і назад, год:

$$t_{\text{пух}} = \frac{l_{\text{іг}}}{\beta_i \cdot V_m} = \frac{L_m}{V_m}, \quad (7)$$

де $l_{\text{іг}}$ – відстань між полем, на якому працюють комбайни, і током, км;

β_i – коефіцієнт використання пробігу, $\beta_i = 0,5$;

V_m – середня технічна швидкість автомобіля, км/год;

L_m – довжина маршруту, км;

t_p – тривалість зважування, розвантаження й оформлення документів, $t_p = 0,2$ год;

$t_{\text{оч}}$ – час, який очікують автомобілі (автомобіль) до початку завантаження із комбайну, знаходять експериментальним шляхом і для цих розрахунків прийнято умовно $t_{\text{оч}} = 0,016$ год.

Під час руху автомобіль з пункту завантаження (поле) до пункту розвантаження (тік) проїжджає певний маршрут. Цей маршрут можна поділити на дві ділянки: рух по дорозі з твердим асфальтовим покриттям (L_1); рух по дорозі, яка має ґрунтове покриття (L_2).

Пробіг автомобіля з вантажем можна записати у вигляді:

$$L_m = L_1 + L_2. \quad (8)$$

Оскільки маршрут поділено на дві ділянки, з різними дорожніми умовами, то це буде впливати й на швидкість руху автомобіля, що суттєво відбивається на його продуктивності. Тому час руху автомобіля маршрутом будемо розраховувати за формулою:

$$t_{\text{пух}} = t_{\text{пух1}} + t_{\text{пух2}} = \frac{L_1}{V_{m1}} + \frac{L_2}{V_{m2}}, \quad (9)$$

де $t_{\text{пух1}}$ – час руху автомобіля по дорозі з твердим асфальтовим покриттям, год;

$t_{\text{пух2}}$ – час руху автомобіля по дорозі, яка має ґрунтове покриття, год;

V_{m1} , V_{m2} – відповідно, швидкість руху по дорозі з твердим асфальтовим покриттям та по дорозі, яка має ґрунтове покриття, км/год.

З рівняння (5) маємо:

$$\sum q_a = m_{\text{ком}} \cdot W_{\text{ком}} \cdot T_{\text{ц.а}} \text{ м}. \quad (10)$$

Залежність вантажопідйомності автомобілів (або автомобіля) від кількості комбайнів $m_{ком}$ і відстані $l_{іб}$ представлена графічно в другому квадранті номограми (рисунок 1).

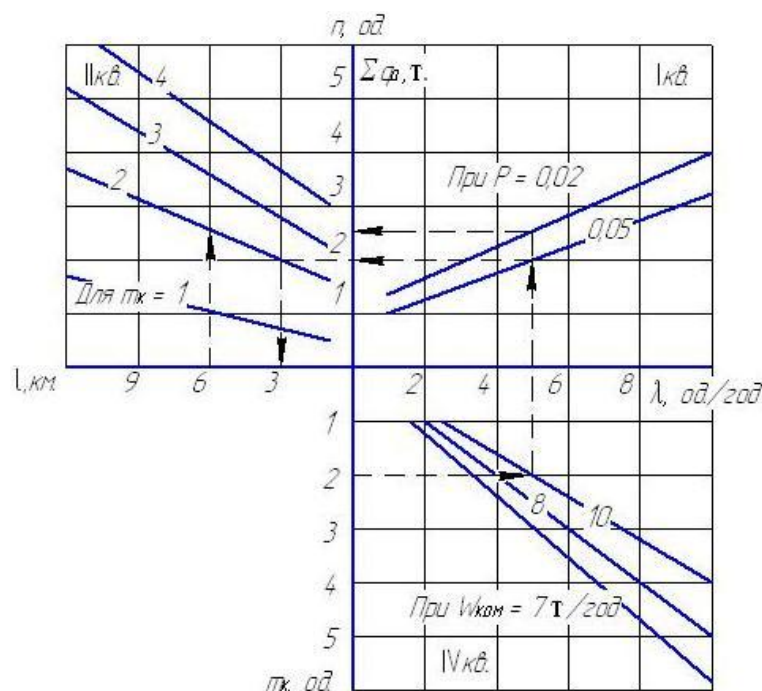


Рисунок 1 – Номограма визначення кількості автомобілів (n) в залежності від кількості комбайнів (m_k) та їх продуктивності

Представлені на номограмі графічні залежності дають можливість:

– по-перше, визначити сумарну вантажопідйомність автомобілів для певної кількості комбайнів, яка працює із заданою надійністю обслуговування. Так два комбайни з продуктивністю кожного $W_{ком} = 10 \text{ т/год}$ працюють з мінімальними простоями при надійності їх обслуговування 0,95 з боку автомобілів, які мають вантажопідйомність $\Sigma q_a \geq 8 \text{ т}$. Для підвищення надійності обслуговування комбайнів до 0,98 (час простою комбайнів через відсутність можливості розвантаження дорівнює не більше 2 % від робочого часу) необхідно збільшувати сумарну вантажопідйомність автомобілів до 10 т;

– по-друге, номограма дає можливість розрахувати раціональне забезпечення комбайнів автотранспортом. Так раціональний режим роботи двох комбайнів за надійності їх обслуговування 0,95 повинен забезпечуватися автотранспортом із сумарною вантажопідйомністю не менш 8 т при перевезенні зерна на відстань 3 км. При необхідності збільшення відстані перевезень, наприклад, до 6 км, їх вантажопідйомність потрібно збільшити до 10 т.

Таким чином, побудована номограма дає можливість визначити кількість автомобілів (n) в залежності від кількості комбайнів (m_k) та їх продуктивності.

Для забезпечення раціонального режиму збирально-транспортного процесу вантажопідйомність автомобіля має бути кратною масі зерна в бункері комбайна. Але в той же час найбільш повне завантаження автомобіля досягається при використанні автомобіля з вантажопідйомністю рівною або більшою за загальну кількість маси зерна, що міститься в групі комбайнів. Так для роботи з двома комбайнами ($m_b = 8 \text{ т}$), на відстані 3 км, раціонально використовувати один з двох варіантів роботи автомобілів-самоскидів: 1) два САЗ – 3507 з вантажопідйомністю 4 т кожний; 2) КамАЗ – 55102 з вантажопідйомністю 8 т. А для роботи групи комбайнів на відстані 6 км від току можна застосовувати, наприклад, один з двох наступних варіантів роботи автомобілів-самоскидів: 1) два ЗІЛ – 4502 з вантажопідйомністю 5,2 т; 2) КамАЗ – 55102 та САЗ – 3507 з сумарною вантажопідйомністю 12 т.

Висновок

Запропоновано методику визначення можливих варіантів закріплення вантажних автомобілів за комбайнами при збиранні зернових культур з урахуванням їх надійності обслуговування. Її використання дозволяє корегувати технологію спільної роботи транспорту з метою забезпечення мінімальних простоїв автомобілів та комбайнів.

Подальший розвиток, що планується

Запропоновану методику визначення можливих варіантів закріплення вантажних автомобілів за комбайнами необхідно використовувати для удосконалення технології спільної роботи цього транспорту при збиранні зернових культур.

Список літератури

1. Завора В.А. Основы технологии и расчета мобильных процессов растениеводства: учебное пособие / В.А. Завора, В.И. Толокольников, С.Н. Васильев. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2008. – 263 с.
2. Зязев В.А. Перевозки сельскохозяйственных грузов автомобильным транспортом / В. А. Зязев, М. С. Капланович, В.И. Петров. – М. : Транспорт, 1979. – 253 с.
3. Хребет В.Г. Аналіз впливу техніко-експлуатаційних показників комбайну на його продуктивність / В.Г. Хребет, М.С. Виноградов, Е.Л. Котула //Вісті Автомобільно-дорожнього інституту : науково-виробничий збірник. – 2011. – № 2(13).

Рецензент: к.е.н., доц. Т.Є. Висиленко, АДІ ДВНЗ «ДонНТУ».

Стаття надійшла до редакції 14.11.11
© Виноградов М.С., Хребет В.Г., Котула Е.Л., 2011