

кондитерских изделий и формирование требований к транспортным средствам с целью сохранения количества качества грузов, безопасности транспортного процесса, соблюдение требований охраны окружающей среды.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ЛОГИСТИКА, ТРАНСПОРТ, ИССЛЕДОВАНИЯ, ГРУЗ.

The work analyzes the logistic processes of delivery of small-tonnage cargoes, explored the features of transportation of confectionery products and the formation of requirements for vehicles in order to preserve the quantity of cargo quality, the safety of the transport process, and the requirements of environmental protection.

KEY WORDS: LOGISTICS, TRANSPORT, STUDIES, CARGO.

Фришев Сергій Григорович

д.т.н., професор
завідувач кафедри агроінженерії

ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»

Ільхом Ісакович Махмудов

к.т.н., старший викладач

УДОСКОНАЛЕННЯ ЗБИРАЛЬНО-ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Обґрунтовано напрям удосконалення збирально-транспортних процесів для зерна із застосуванням обігових напівпричепів.

Ключові слова: Зерно, збирання, транспортування, транспортні засоби, обігові напівпричепи, ефективність.

Постановка проблеми. Введення в технологічну лінію між зернозбиральними комбайнами (ЗК) і автотранспортними засобами (АТЗ) під час збирання урожаю проміжної перевантажувальної ланки – міжопераційного компенсатора дозволяє суттєво, порівняно з прямими автомобільними перевезеннями зерна, скоротити час збирально-транспортних операцій і в цілому підвищити ефективність збирально-транспортного комплексу (ЗТК) головним чином за рахунок зменшення простоїв ЗК під час очікування розвантаження зерна з бункера.

Роль таких мобільних компенсаторів виконують спеціалізовані тракторні причепи-перевантажувачі (ПП) (інша назва – перевантажувальні бункери-накопичувачі – ПБН, ПНБ) зі шнековими пристроями для розвантаження, а також автомобільні та тракторні універсальні причепи і напівпричепи [1-3] (рис.1).

Найбільш розповсюдженим типом міжопераційних компенсаторів, що застосовують у виробництві, є ПП, який у складі ЗТК під час збирання зернових культур виконує наступний технологічний процес. Група комбайнів рухається по полю, і по мірі заповнення їх бункерів, зерно розвантажується в кузови ПП, які транспортують його на край поля для перевантаження у великовантажні АТЗ (рис. 2-4), що здійснюють перевезення зерна у хлібоприймальний пункт (ХПП - тік або елеватор).

Застосування шин низького тиску у ПП виключає ущільнення ґрунту колесами великовантажних АТЗ, які транспортують зерно у приймальний пункт лише від краю поля. Підвищення продуктивності ЗК відбувається за рахунок зменшення часу їх простою для очікування розвантаження бункерів.

Аналіз технологічної схеми перевезення зерна від комбайнів з використанням ПП дозволяє виявити ряд недоліків, перешкоджаючих досягненню максимального ефекту, до числа яких можна віднести наступні:

- необхідність своєчасного під'їзду АТЗ до ПП обумовлює простої АТЗ (до 36% від часу зміни [4]);
- необхідність виконання додаткової операції (в порівнянні з технологією прямих перевезень) - перевантаження зерна із одного транспортного засобу (причепа-перевантажувача) в інший (великовантажний АТЗ); таке перевантаження зерна із використанням шнекових робочих органів потребує додаткових енерговитрат, витрат часу та не виключає механічне пошкодження зерна.

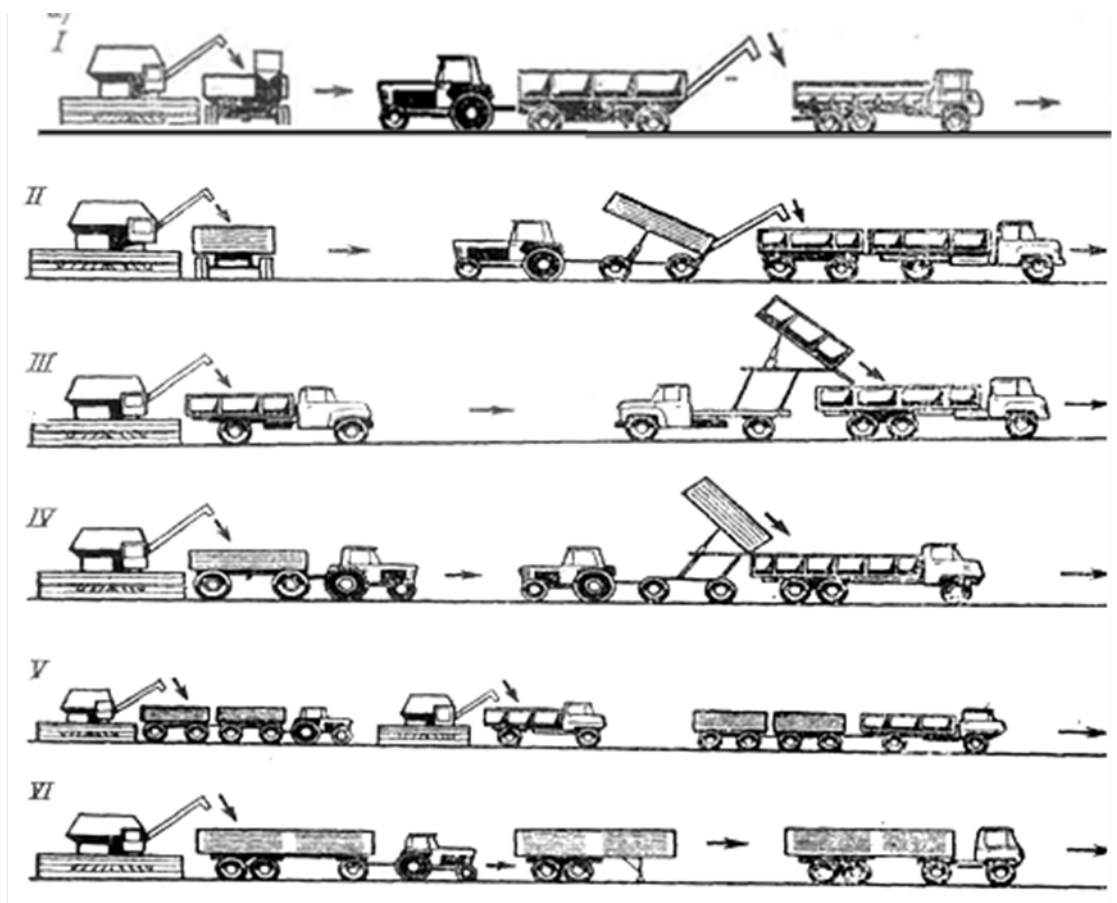


Рис. 17 - Схеми перевезення зерна від комбайнів з використанням мобільних міжопераційних компенсаторів



Рис. 18 Розвантаження зерна в ПП з бункера комбайна в ПП

Рис. 19 Транспортування зерна на край поля



Рис. 20 Вивантаження зерна на краю поля в кузов великовантажного АТЗ

Аналіз останніх досліджень. З метою пошуку раціональних схем транспортування продукції урожаю від комбайнів нами застосовані дані аналізу роботи компенсаторів, які виконано Каплановичем М.С. [2]. Оскільки на перевезенні зерна можливо застосування ТЗ різних вантажностей, то для порівняльної їх оцінки доцільно визначати питому тривалість ЗТО, яка віднесена до 1т перевезеного зерна:

$$t_{num} = \frac{T_n}{q \cdot \gamma} = \frac{t_n + t_{оч} + t_{п.ф.} + t_{рух} + t_{роз}}{q \cdot \gamma}, \quad (1)$$

де T_n – тривалість ЗТО, год.

t_n – тривалість переїздів ТЗ по полю та завантаження зерном автомобіля [1-2]:

$$t_n = 0,08 + 0,12\rho,$$

ρ - кількість бункерів зерна комбайна, яка розвантажується в кузов

ТЗ;

$t_{рух}$ - тривалість руху АТЗ від поля до ХПП і назад;

$t_{роз}$ - тривалість розвантаження зерна в ХПП;

$t_{оч}$, $t_{п.ф.}$ - тривалість відповідно очікування автомобілем завантаження зерном та переформування автотракторного поїзда (відчіплення – причіплення НП або причепів);

q – номінальна вантажність ТЗ, т;

γ - коефіцієнт статичного застосування вантажності.

На рис.5 представлено отримані залежності питомої тривалості ЗТО від вантажності ТЗ [2]. Введення в технологічну лінію між комбайнами і транспортними засобами проміжної ланки дозволяє значно (в 2-5 рази)

скоротити час збирально-транспортних операцій (ЗТО) порівняно з прямими автомобільними перевезеннями. Виробниче впровадження схеми V ускладнено реалізацією переформування багатоланкового автотракторного поїзда. Схеми I-IV, VI, мають практично однакові результати.

Метою дослідження є підвищення ефективності технології перевезення зерна від комбайнів шляхом обґрунтування перспективного напрямку удосконалення збирально-транспортних процесів

Результати досліджень. З урахуванням позитивних оціночних показників і наявності певного технічного забезпечення, яке дозволяє проводити удосконалення на сучасному етапі, нами прийнято до наступних досліджень схема VI. Одним із варіантів такого удосконалення є застосування для транспортування НП трактора із сідельним зчіпним пристроєм (СЗП). Такий трактор не тільки ефективно буксирує напівпричіп в полі та має мінімальний час на «причіплення-відчіплення» НП, але і зменшує ущільнення ґрунту, оскільки частка ваги НП з зерном сприймається задніми колесами трактора, кількість яких при цьому збільшується. Характеристика тракторів із СЗП подана в таблиці 1.

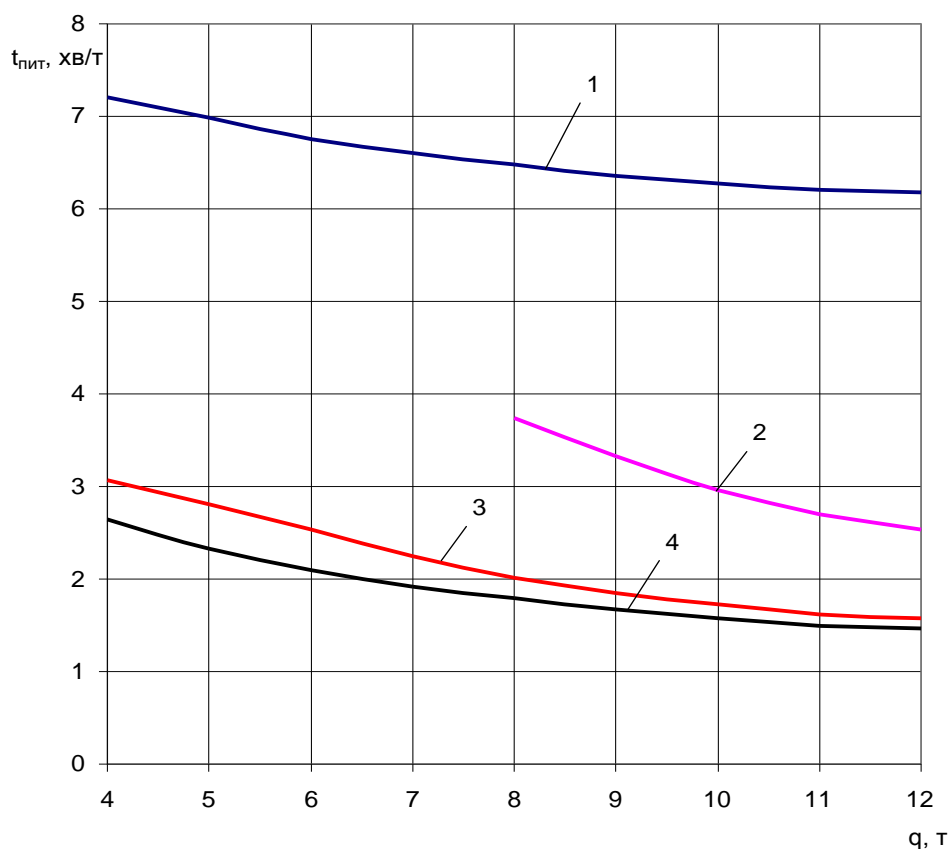


Рис. 21 Залежність питомої тривалості збирально-транспортних операцій: 1 – прямі автомобільні перевезення; 2 – перевезення по схемі V; 3 – перевезення по схемам I, II, III, IV; 4 – перевезення по схемі VI.

Таким чином, напівпричіп в поєднанні з трактором може виконувати функцію компенсатора - спеціалізованого транспортного засобу замість, наприклад причепів ПБН-30, ПБН-40, що дозволить знизити витрати на оренду або придбання необхідної техніки. Одночасно такі транспортні засоби використовуються як обігові НП та дозволяють організувати безперервну роботу АТЗ на ділянці «край поля – ХПП» шляхом застосування «складу на колесах»

Таблиця 10

Характеристика тракторів із сідельним пристроєм

Параметри трактора	Модель трактора	
	ХТА-200-5	К-703 МА-12-02
Номінальна потужність к.с. (кВт)	210 (154,4)	350 (257)
Максимальне навантаження на сідло (СЗП), т	5	11
Висота сідла від рівня дороги, мм	1600	1900-2000

НП в полі працює в складі тракторного транспортного агрегату, який містить трактор з сідельним зчіпним пристроєм (сідло - ідентичне з автотягачами) (рис. 6), а на дорозі від поля до ХПП - з автомобілем-тягачем, як транспортний засіб. Після заповнення зерном НП перевозиться на край поля, відчіпляється і замінюється на пустий для подальшої роботи, а завантажені НП перевозяться тягачами на ХПП.



Рис. 22. Трактори з сидельним зчіпним пристроєм: ХТА-200-5 та К-703МА-12-02

Прикладом НП для роботи по даної схемі є напівпричіп самоскид НПС 2150 (зерновоз промислової компанії «Пожмашина») та НП Langendorf Tipper (рис. 7, 8), які призначені для перевезення у складі автопоїзда з сидельним автотягачем зернових та інших насипних, навалочних сільськогосподарських вантажів: комбікормів, соломи, цукрових буряків та ін.



Рис. 23 Автомобільний напівпричіп-самоскид НПС 2150 (Україна) з автотягачем

Напівпричіп-самоскид НПС 2150 призначений для експлуатації з сидельними тягачами і обладнано гідравлічною системою для підйому кузова.

Місткість кузова - 50 м³; маса (номінальна) вантажу, - до 25,8 т.,



Рис.24 Автомобільний напівпричіп-самоскид Langendorf Tipper (Бельгія) (вантажність 24,4 т)

Для розрахунку параметрів ЗТК розглянемо ритмічність роботи першої ланки: «ЗК – НП з трактором». Виходячи з основної вимоги поточності для групи комбайнів та одного ТПП, маємо:

$$R_K = I_H, \quad (2)$$

де R_K - ритм роботи групи комбайнів, год.;

I_H - інтервал надходження НП до місця взаємодії з технологічною машиною – комбайном, год.

Ритм роботи групи комбайнів в кількості m_K , якщо в НП завантажуються ρ бункерів, тобто НП обслуговує ρ комбайнів ($\rho = m_K$), дорівнює

$$R_K = \frac{1,11t_B\rho}{m_K} = \frac{1,11\omega_K d_B}{W_{KP}}, \text{ год.}, \quad (3)$$

де t_B — час заповнення зерном бункера комбайна:

$$t_B = \frac{\omega_K d_B}{W_{KP}}, \text{ год.},$$

W_{KP} - продуктивність ЗК за 1 годину основного часу, т/год.;

ω_K — об'єм бункера комбайна, м³;

d_B — об'ємна маса зерна, т/м³;

Інтервал надходження НП до місця взаємодії з комбайнами:

$$I_H = t_{II} + t_{B-II} - \frac{\omega_K d_B}{W_{ШК}} = 0,08 + 0,12\rho + t_{B-II} - \frac{\omega_K d_B}{W_{ШК}}, \text{ год.}, \quad (4)$$

де t_{B-II} середня тривалість перечіпки (відчіплення - причеплення) НП;

$t_{II} = 0,08 + 0,12\rho$ - тривалість їздки НП по полю [2];

$W_{ШК}$ – продуктивність вивантажувального шнека ЗК, т/год.

Після підстановки значень з (3 та 4) в (2) одержимо

$$\frac{1,11\omega_K d_B}{W_{КР}} = 0,08 + 0,12\rho + t_{B-П} - \frac{\omega_K d_B}{W_{ШК}}.$$

Звідси кількість бункерів зерна ЗК, що завантажується в НП, а також кількість ЗК, які обслуговуються одним НП, дорівнює

$$\rho = INT(\omega_K \cdot d_B (\frac{9,25}{W_{КР}} + \frac{8,33}{W_{ШК}}) - 8,33t_{B-П} - 0,667), \text{ од.}, \quad (5)$$

де INT - функція, що повертає найближче менше ціле значення.

Вибір вантажопідйомності НП виконується, виходячи з умови кратності вантажопідйомності кузова НП і бункера ЗК:

$$q_H \geq q_B \rho, \quad (6)$$

де q_H - номінальна вантажопідйомність кузова обраного НП;

q_B - маса зерна в бункері.

Друга умова вибору марки НП: місткість кузова ω_H обраного НП повинна бути кратною місткості бункера комбайна:

$$\omega_H \geq \omega_K \rho. \quad (7)$$

Виходячи з виразів (6, 7) вибираємо відповідну за вантажопідйомністю q_H марку НП.

Кількість НП з тракторами, які одночасно з комбайнами працюють в полі, дорівнює:

$$n_{НП1} = \text{CEILING} \frac{m_K}{\rho}, \quad (8)$$

де CEILING - функція, що повертає найближче більше ціле значення.

Умова поточності другої ланки «НП – АТ» має такий вид:

$$R_2 = I_2, \quad (9)$$

де R_2 - ритм роботи НП з трактором, год.;

I_2 - інтервал надходження АТ, год.

Ритм роботи НП з трактором визначається як

$$R_2 = \frac{0,08 + 0,12\rho + 2t_{B-П}}{n_{НП1}}, \text{ год.}, \quad (10)$$

Інтервал надходження АТ:

$$I_2 = \frac{t_{ОБ}}{n_{АТ}} = \frac{2t_{B-П} + \frac{2l_{ij}}{v_T} + t_{ВИБ}}{n_{АТ}}, \text{ год.}, \quad (11)$$

де $t_{OB} = 2t_{B-П} + \frac{2l_{ij}}{v_T} + t_{ВИБ}$ - тривалість обороту АТ, год.;

n_{AT} - кількість АТ, од.;

$t_{ВИБ}$ — тривалість перебування АТ в пункті розвантаження, яка залежить від рівня механізації і організації робіт, год.;

l_{ij} — відстань перевезення зерна з поля (пункту і) в приймальний пункт розвантаження (пункт j), км.;

v_T — середня технічна швидкість АТ на шляху від поля на тік, км/год.

Після підстановки значень з (10 та 11) в (9) та відповідного перетворення одержимо кількість автотягачів для перевезення зерна з рівняння

$$n_{AT} = CEILING \frac{n_{НП} t_{OB}}{0,08 + 0,12\rho + 2t_{B-П}} = CEILING \frac{n_H (2t_{B-П} + \frac{2l_{ij}}{v_T} + t_{ВИБ})}{0,08 + 0,12\rho + t_{B-П}}, \text{ од.}, \quad (12)$$

Загальна кількість НП, які потрібні для роботи ЗТК (рухаються, очікують причеплення та знаходяться під навантаженням) дорівнює кількості НП, що працюють у обох ланках: та визначається за формулою:

$$П = П_1 + П_2, \text{ од.}, \quad (13)$$

де $П_1, П_2$ - кількість НП відповідно у ланках «ЗК – НП з трактором» та «НП - АТ»;

$$П_1 = n_{НП1}, \text{ од.},$$

Кількість НП у ланці «НП - АТ»:

$$П_2 = n_{AT} \left(1 + \frac{(t_{ВИБ} + t_{B-П})v_T}{2(l_{ij} + v_T t_{B-П})}\right), \text{ од.}, \text{ од.},$$

Після підстановки складових рівняння (13) отримаємо загальну кількість НП як

$$П = n_{НП1} + n_{AT} \left(1 + \frac{(t_{ВИБ} + t_{B-П})v_T}{2(l_{ij} + v_T t_{B-П})}\right), \text{ од.}, \text{ од.} \quad (14)$$

Таким чином на підставі теоретичного аналізу роботи збирально-транспортного комплексу із обіговими автомобільними напівпричепами самоскидами обґрунтована методика визначення складу ЗТК.

Порівняємо даний варіант технології збирання та перевезення зерна з найбільш прогресивною по темпам впровадження в Україні

перевантажувальною технологією із використанням причепа-перевантажувача у наступному прикладі. Розглянемо застосування технологічних схем збирання урожаю зерна з площі 2100 га зерновими комбайнами Джон Дір 9780 і перевезення зерна на приймальний пункт ($W_{кр} = 15,3 \text{ т/год.}$, $\omega_k = 10 \text{ м}^3$, $d_B = 0,75 \text{ т/м}^3$, урожайність $U = 6 \text{ т/га}$, кількість робочих днів для збирання зерна за агровимогами $D_p = 10$ днів, тривалість зміни $T_{зм} = 8$ год., коефіцієнт змінності $K_{зм} = 1,5$, відстань перевезення зерна $l_{ij} = 8 \text{ км}$, $v_T = 40 \text{ км/год.}$).

В таблиці 2 представлено розрахунковий склад та показники роботи машин двох ЗТК: для перевантажувальної технологічної схеми і для перевезення із застосуванням НП.

З представлених даних видно, що використання НП, які працюють за напівчовниковим рухом у двох ланках: в полі та на дорозі, забезпечує мінімальні простой транспортних засобів. Це дозволяє в 1,5 рази підняти їх продуктивність та відповідно зменшити кількість автотягачів і скоротити витрати палива.

Таблиця 12

Порівняльні техніко-експлуатаційні та кількісні показники роботи ЗТК за перевантажувальною технологічною схемою та перевезеннями з використанням НП

Варіанти ЗТТ	Склад і кількість машин, од.						Середній виробіток одного АТЗ, т/р.д.
	ЗК Джон Дір 9780	ПП Кінзе 850	НП Langendorf	трактор Джон Дір 8440	автотягач Iveco Trakker АТ26 0Т44	АТЗ КамАЗ 6520 АГРО R	
Перевантажувальна технологічна схема	9	3	-	3	-	6	210
Перевезення напівпричепами	9	-	7	3	4	-	315

Висновок. Застосування обігових НІ в складі автотракторних поїздів забезпечує підвищення як продуктивності ЗК так і підвищення продуктивності АТЗ. Основною проблемою впровадження такої технології, яку потрібно вирішити в наступній науково-дослідній роботі, є зменшення ущільнення ґрунту напівпричепами як за рахунок постановці додаткових задніх коліс трактора так і шляхом перерозподілу зерна в кузові під час його перевезення в полі.

Список літератури

- 1 Зязев В. А., Капланович М. С., Петров В. И. Перевозки сельскохозяйственных грузов автомобильным транспортом. – М.: Транспорт, 1979. – 253 с.
- 2 Капланович М.С. Справочник по сельскохозяйственным транспортным работам. – М.: Россельхозиздат, 1982, - 315 с.
- 3 Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки./А.И. Воркут – К.: Вища школа, 1986. – 447 с.
- 4 Измайлов А. Ю. Технологии и технические решения по повышению эффективности транспортных систем АПК. /Измайлов А. Ю. — М.: ФГНУ «Рос-информагротех», 2007. — 200 с.

*Обосновано направление усовершенствования уборочно-транспортного комплекса для зерновых культур с применением обратных полуприцепов **Зерно, уборка, транспортировка, транспортные средства, автомобильный полуприцеп, обратные полуприцепы, эффективность.***

The direction of improvement of a harvest and transport complex for grain with using of reverse semi-trailers is proved.

Grain, harvesting, transportation, vehicles, automobile semi-trailer, reverse semi-trailers, efficiency.