

позволит в определенных случаях удобно заменить им более дорогие стали.

Ключевые слова: *метод поверхностной лазерной обработки, лазерное излучение, зона лазерного воздействия, упрочение, закалка, микротвёрдость*

FEATURES OF LASER HARDENING OF AGRICULTURAL MACHINERY PARTS FROM CAST IRON

Yu. O. Kovalchuk, I. O. Lisoviy, V. V. Shevchuk

Abstract. *The problem of increasing wear resistance of working surfaces of agricultural machines parts made of cast iron is considered. Their thermal treatment is recognized to be effective due to the action of concentrated energy fluxes created by the beam of an optical fiber laser. The structures of the overlap zones are analyzed for multipass laser processing, which is an important element in the preparation of the technological process and directly affects choice of processing regimes.*

The results of an experimental study of the effect of laser processing parameters of a fiber-optic laser on the state of overlapping zones of a surface layer in the case of a multi-pass thermal treatment of cast iron in a continuous mode with partial reflow of the treated surface are presented. In the course of the work, an analysis was made of the structure of the overlap zones and their microhardness.

It is determined that cast iron used by domestic manufacturers of agricultural machinery parts can be successfully subjected to laser treatment, which will provide significant increase in its mechanical properties and will allow, in certain cases, to replace more expensive steels.

Key words: *surface laser treatment method, laser radiation, laser action zone, hardening, tempering, microhardness*

УДК 631.171.634

ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЗЕРНА ПІД ЧАС ЗБИРАННЯ

С. Г. Фришев, доктор технічних наук
e-mail: fryshev@ukr.net

Анотація. *Уточнено методику визначення основних параметрів збирально-транспортного комплексу машин для зернових культур.*

© С. Г. Фришев, 2017

Визначено величини граничної раціональної ємності бункерів комбайнів і причепа, які залежать від продуктивності комбайнів.

Ефективність застосування перевантажувальних причепів досягається при включенні їх до складу збирально-транспортного комплексу, який містить групу зернозбиральних комбайнів (бажано – однієї марки та продуктивності) та автотранспортних засобів. Необхідно, щоб об'єм кузова причепа-перевантажувача був кратним певному числу об'ємів бункера зернозбирального комбайна. Вивантажується зерно з комбайна, як правило на ходу, без його зупинки або під час зупинки зернозбиральних комбайнів. Дослідження свідчать, що ефективна діяльність великих зернових господарств у значній мірі обумовлена наявністю та раціональним використанням під час збирання хлібів причепів-перевантажувачів. Широкий типорозмір таких причепів (за їх місткістю), дозволяє ефективно використовувати їх в різних за складом і продуктивністю збиральних комплексах.

Ключові слова: *зерно, збирання, транспортування, транспортні засоби, ефективність*

Постановка проблеми. Масове застосування нових високопродуктивних зернових комбайнів, а також підвищення урожайності сільськогосподарських культур привели до суттєвих змін проведення збирально-транспортних робіт, вимог до організації транспортного обслуговування збиральних технологічних процесів і перевезення сільськогосподарської продукції рухомим складом.

Під час збирання врожаю зерна, використовують два основних способи організації робіт: поточний, при якому продукт із збирального агрегату потрапляє безпосередньо в кузов транспортного засобу; перевантажувальний, який є більш ефективним.

Введення в технологічну лінію між зернозбиральними комбайнами (ЗК) і автотранспортними засобами (АТЗ) під час збирання врожаю проміжної перевантажувальної ланки – мобільного міжопераційного компенсатора – причепа-перевантажувача (ПП) 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. Причепа-перевантажувачі це ключові транспортні машини для ефективного збирання зернових культур. З їх допомогою можливо підвищити продуктивність комбайна на 25–35%. Вони обладнані широкопрофільними шинами низького тиску і ступінь їх дії на ґрунт мінімальна в порівнянні з іншою сільгосптехнікою. Трактори, з якими агрегуються ПП (Т-150К, МТЗ-1221 та ін.) також мають шини подібного типу.

Ефективність застосування перевантажувальних причепів досягається при включенні їх до складу ЗТК, який містить групу ЗК (бажано – однієї марки та продуктивності) та АТЗ. Необхідно, щоб об'єм кузова ПП був кратним певному числу об'ємів бункера зернозбирального комбайна. Вивантажується зерно з комбайна, як правило на ходу, без його зупинки або під час зупинки ЗК. Дослідження свідчать, що ефективна діяльність великих зернових господарств у значній мірі обумовлена наявністю та раціональним використанням під час збирання хлібів ПП. Широкий типорозмір таких причепів (за їх місткістю), дозволяє ефективно використовувати їх в різних за складом і продуктивністю збиральних комплексах. Для погодження параметрів технічних засобів технологічної ланки «ЗК – ПП» доцільно орієнтуватись на фактори, які обумовлюють взаємопогоджену ув'язку та ефективну роботу без простою ЗК:

- 1) об'єм зернового бункера ЗК;
- 2) продуктивність ЗК за 1 годину основного часу;
- 3) об'єм бункера ПП.

Дослідженнями встановлена аналітична залежність кількості ЗК, які можуть бути обслуговано одним причепом-перевантажувачем, від основних параметрів збирально-транспортного процесу [1]. В той же час не зроблено акцент на можливість появи при певних робочих технологічних параметрах, робочого режиму, який виключає раціональну роботу ПП, тобто перевантажувальну технологію.

Аналіз останніх досліджень. Сьогодні на ринку сільськогосподарської техніки представлено значну гаму спеціалізованих транспортно-перевантажувальних засобів – ПП широкого модельного ряду з об'ємом бункера від 16 до 70 м³. Їх представляють підприємства-виробники та дилери. Реальна оцінка показників призначення цієї групи машин дозволяє раціонально та обгрунтовано включити їх в технологічний комплекс для сумісної роботи із ЗК та АТЗ для збирання урожаю. В підсумку це допомагає організувати більш продуктивну та ефективну роботу головної машини на збиранні урожаю – ЗК.

Раціонально використання причепів-перевантажувачів починається з площі від 170–250 га за рік. Оскільки кузов ПП виготовляється різних розмірів, це дозволяє найбільш повно та кратно «ув'язати» об'єм зернового бункера комбайна певної моделі з об'ємом кузова бункера-перевантажувача, з тим щоб максимально повно забезпечити збір зерна від даного комбайна за одну операцію «вивантаження зерна», що обумовлює найбільш ефективний одноразовий збір зерна від кількох ЗК (в один ПП), які працюють у складі зернозбирального комплексу. Характерною технологічною

особливістю використання ЗТК є певне обмеження обслуговування причепом-перевантажувачем відповідної кількості ЗК, яка залежить від продуктивності та об'єму бункерів ЗК, а також від продуктивності вивантажувального пристрою ПП. Існує величина граничної максимальної раціональної місткості ПП для ланцюга «ЗК – ПП», яка визначається для ЗК з певною продуктивністю та з відповідною місткістю бункерів ЗК. При менших місткостях для вказаних робочих режимів за певною продуктивністю ЗК ПП не виконує необхідну технологічну функцію і його застосування недоцільно.

Метою досліджень є підвищення ефективності технології перевезення зерна від комбайнів шляхом обґрунтування раціональної організації перевезень.

Результати досліджень. Методика визначення кількісного складу ЗТК під час збирання зерна, яка відповідно уточнюється в даній роботі, міститься в наступному.

1. Кількість ЗК m_K , які потрібні для своєчасного збирання урожаю зерна з площі поля S , га при урожайності зерна U , т/га та продуктивності W_K комбайна за годину змінного часу визначається з відомого рівняння [2]:

$$m_K = CEILING \frac{S \cdot U}{W_{KP} \tau T_{3M} K_{3M} D_P} \text{ од.}, \quad (1)$$

де: $CEILING$ – функція, яка повертає найближче більшає ціле значення;

K_{3M} – коефіцієнт змінності (1,5–2,0), який показує кількість змін ($T_{3M}=8$ год), що працює комбайн за добу;

D_P – кількість робочих днів для збирання зерна за агровимогами (5–10 днів);

τ – коефіцієнт використання часу зміни;

W_{KP} – продуктивність ЗК за годину робочого (основного) часу, яка знаходиться за даними технічної характеристики ЗК, виходячи з паспортних даних його молотарки за формулою:

$$W_{KP} = g_P K, \text{ кг/с},$$

де: g_P – розрахункова (паспортна) пропускна здатність молотарки ЗК, кг/с; K – коефіцієнт, який ураховує соломистість, забур'яненість та вологість хлібної маси; його середнє значення дорівнює 0,612.

В такому разі:

$$W_{KP} = 2,2 g_P, \text{ т/год}. \quad (2)$$

При використанні ПП коефіцієнт використання часу зміни визначається як: $\tau = \tau_{Ц} \delta_{3M} = \phi \delta_{3M} = 0,9 \cdot 0,9 = 0,81$ – для ЗК виробництва США, країн ЄС; $\tau = \tau_{Ц} \delta_{3M} = \phi \delta_{3M} = 0,9 \cdot 0,73 = 0,66$ – для ЗК вітчизняного виробництва і країн СНД; де δ_{3M} – коефіцієнт циклового часу зміни;

який визначає частку часу на циклові операції від тривалості часу зміни: (продуктивну роботу; виконання допоміжних операцій, що циклічно повторюються – холостих ходів на поворотах і технологічного обслуговування – розвантаження зерна із бункера в транспортні засоби (ТЗ); очікування на ТЗ для перевантаження зерна). В залежності від надійності ЗК та організації роботи його величина δ_{3M} змінюється в межах від 0,73 до 0,9. При розрахунках для комбайнів вітчизняного виробництва і країн СНД приймається менше значення, для ЗК виробництва США, Німеччини – більше; $\tau_{ц}$ – коефіцієнт використання циклового часу зміни. Він характеризує частку часу на окремі складові циклового часу зміни ЗК. Для перевантажувальної технології він ураховує головним чином час на повороти ЗК в кінці гонів і дорівнює 0,9 [1].

2. Для визначення кількості ЗК, які обслуговуються одним причепом-перевантажувачем, розглянемо технологічний ланцюг взаємодії ЗК і ПП. Після завантаження першого бункера зерна від ЗК ПП з трактором рухається послідовно до наступних комбайнів, які ним обслуговуються, цілком завантажується зерном, їде до краю поля, розвантажується в кузов АТЗ та повертається до першого розвантаженого ЗК для чергового завантаження.

Кількість ЗК, які обслуговуються причепом-перевантажувачем, повинно бути таким, щоб тракторист-машиніст ПП встигнув прийняти зерно від них і перевантажити його в АТЗ, раніше чим наповниться бункер першого розвантаженого ЗК. Для цієї технологічної послідовності складемо баланс часу, який має наступний вигляд:

$$t_{\Pi} - t_{3AB} + t_{PO3} \leq t_B + t_X \text{ год}, \quad (3)$$

де: t_{Π} – сума наступних складових часу роботи ПП: тривалість переїзду по полю, тривалість очікування завантаження бункерів зерна від групи ЗК та час завантаження. Згідно експериментальних досліджень отримана така емпірична залежність [1, 3, 4]:

$$t_{\Pi} = 0,08 + 0,12\rho_{\Pi}, \text{ год.}, \quad (4)$$

де ρ_{Π} – кількість бункерів зерна, що завантажується в ПП за одну його їзду, яка дорівнює кількості одиниць ЗК ($m_{КП}$), що обслуговуються одним ПП:

$$\rho_{\Pi} = m_{КП}, \text{ од.},$$

t_{3AB} – тривалість завантаження в ПП зерна з бункера ЗК:

$$t_{3AB} = \frac{\omega_K d_B}{W_{ШК}}, \text{ год.} \quad (5)$$

$$t_{PO3} = \frac{K_M \omega_K d_B \rho_{\Pi}}{W_{ШП}}, \text{ год.} \quad (6)$$

K_M – коефіцієнт, що враховує додатковий час на маневрування ПП при розвантаженні ПП (1,5); ω_K – об'єм бункера комбайна, м³;

d_B – об'ємна маса зерна, т/м³; $W_{шк}$ та $W_{шп}$ – продуктивність вивантажувального шнека відповідно для ЗК та ПП, т/год.; для розрахунків пошукової марки ПП та з урахуванням технічних характеристик приймаємо $W_{шп} = 2 W_{шк}$; t_X – час, який припадає на тривалість заповнення бункера ЗК зерном, та витрачається на холостий хід ЗК при його розворотах, і який дорівнює [1] $t_X = 0,11 t_B$.

Тобто маємо рівність кількості бункерів ЗК – ρ_{Π} , які завантажуються в ПП, кількості ЗК – $m_{КП}$, які обслуговуються одним причепом-перевантажувачом:

$$\rho_{\Pi} = m_{КП} = INT \frac{\omega_K d_B \left(\frac{1,11}{W_{КР}} + \frac{1}{W_{шк}} \right) - 0,08}{0,12 + \frac{K_M \omega_K d_B}{W_{шп}}}, \text{ од.} \quad (7)$$

де: INT – функція, що повертає найближче менше ціле значення.

На підставі даного рівняння побудована теоретична графічна залежність ρ_{Π} та $m_{КП}$ від $W_{КР}$ і ω_K (рис. 1).

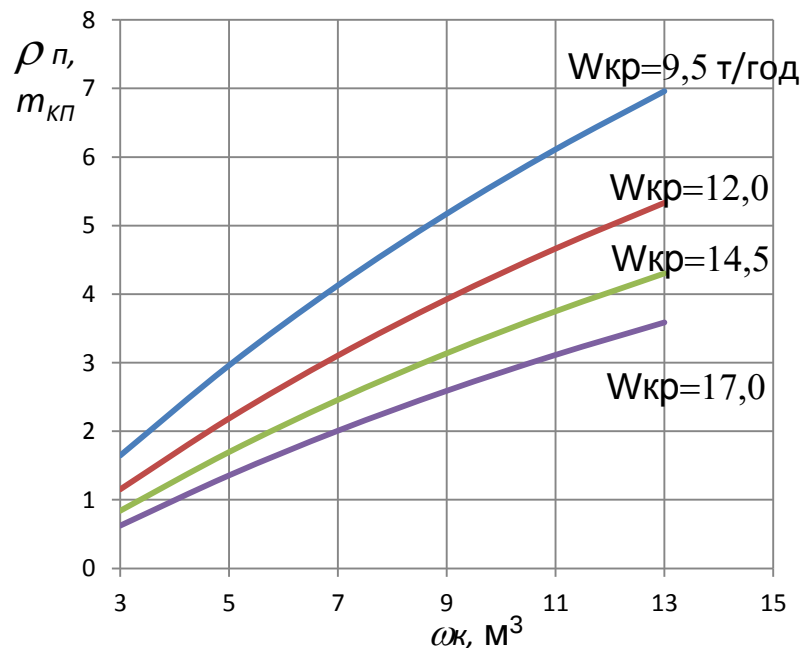


Рис. 1. Теоретична залежність кількості бункерів зерна ρ_{Π} , од., що завантажуються в ПП за одну його їзду, а також кількості комбайнів $m_{КП}$, які обслуговуються одним ПП, від місткості бункера ЗК для певної продуктивності $W_{КР} = 9,5; 12,0; 14,5$ та 17 т/год.

Аналіз приведених залежностей показує, що суттєвими факторами, які впливають на кількість зерна, що завантажуються за один робочий цикл у ємність ПП, є місткість бункера комбайна та його продуктивність. Із збільшенням місткості бункера ЗК збільшується час його завантаження, що дозволяє збільшити

кількість бункерів, які завантажуються в причіп. Так збільшення місткості бункера ЗК з 7 до 11 м³ для ЗК з $W_{\text{КР}} = 17$ т/год збільшує величину $\rho_{\text{П}}$ з 2-х до 3-х.

Оскільки мінімальною доцільною кількістю бункерів зерна, які вміщуються в ПП, є 3 од. (при цьому ПП ще виконує функції накопичувача), то з графіків видно, що існує величина граничної раціональної місткості ПП для ланцюга «ЗК – ПП». Ця величина визначається для ЗК з продуктивністю 9,5; 12,0; 14,5 та 17,0 т/год з відповідною місткістю бункерів ЗК: від 5 до 11 м³ є одночасно раціональною, так як ПП повністю завантажуються певною кількістю ЗК. При менших місткостях $\omega_{\text{К}}$ для вказаних робочих режимів за продуктивністю ПП не виконує необхідну технологічну функцію і його застосування недоцільно.

Продуктивність ПП визначається сумарною продуктивністю групи комбайнів, які ним обслуговуються і дорівнює:

$$W_{\text{П}} = \rho_{\text{П}} W_{\text{КР}}. \quad (8)$$

Вона залежить від $W_{\text{КР}}$ продуктивності ЗК та місткості $\omega_{\text{К}}$ бункера ЗК. Чим більше $W_{\text{КР}}$ тим більше повинна бути місткість $\omega_{\text{К}}$ бункера ЗК. Так для ефективного обслуговування трьох ЗК з $W_{\text{КР}} = 17$ т/год необхідно збільшення місткості $\omega_{\text{К}}$ бункера ЗК до 10,8 м³. Подальше збільшення його продуктивності шляхом обслуговування чотирьох ЗК потребує збільшення $\omega_{\text{К}}$ до 15 м³.

Природно, що необхідно вибрати такий ПП, який обслуговує максимальну кількість ЗК, тобто має максимальне значення $\rho_{\text{П}}$. З врахуванням того, що величина $\rho_{\text{П}}$ має лише цілі значення (3, 4, 5, ...), вибираємо найбільше з них значення $\omega_{\text{К}}$. Наприклад, якщо для двох груп ЗК з $W_{\text{КР}} = 9,5$ т/год маємо ЗК з $\omega_{\text{К}} = 6$ м³ та з $\omega_{\text{К}} = 9$ м³, значення $\rho_{\text{П}}$ буде для них відповідно 3 і 5 од. Вибираємо $\rho_{\text{П}} = 5$ од. та ЗК з $\omega_{\text{К}} = 9$ м³, $W_{\text{П}} = 5 \cdot 9,5 = 47,5$ т/год.

Вибір марки ПП виконується за показниками його вантажопідйомності та місткості виходячи з умови кратності цих показників для бункера ПП і бункера ЗК відповідно таких виразів:

$$1) q_{\text{П}} \geq \omega_{\text{К}} d_{\text{В}} \rho_{\text{П}} \text{ т}, \quad (9)$$

де: $q_{\text{П}}$ – вантажопідйомність обраного ПП;

$$2) \omega_{\text{П}} \geq \omega_{\text{К}} \rho_{\text{П}} \text{ м}^3, \quad (10)$$

де: $\omega_{\text{П}}$ – місткість бункера обраного ПП, м³.

Загальна раціональна кількість ЗК, яка працює у певному ЗТК визначається як:

$$m_{\text{КП}} = \rho_{\text{П}} n_{\text{П}} \text{ од.}, \quad (11)$$

де $n_{\text{П}}$ – кількість ПП в ЗТК.

3. Вибір марки АТЗ за вантажопідйомністю виконується таким чином, що ПП при взаємодії з одним або групою АТЗ, повністю розвантажиться і не буде очікувати додатковий засіб.

$$\sum q_A \geq \rho_{II} \omega_K d_B = \sum q_A \gamma \text{ т. } \sum \omega_A \geq \rho_{II} \omega_K \text{ м}^3, \quad (12)$$

де: $\sum q_A$ та $\sum \omega_A$ – номінальні значення відповідно вантажопідйомності та місткості одного або групи АТЗ, в кузов(и) яких вивантажується все зерно, що міститься в ПП.

Число АТЗ або груп АТЗ для перевезення зерна, кожний(а) з яких за вантажопідйомністю дорівнює або перевищує вантажопідйомність ПП, знаходиться з рівняння:

$$n_{АП} = CEILING \frac{m_K W_{КП} \left(\frac{K_M \omega_K d_B \rho_{II}}{W_{III}} + \frac{2l_{ij}}{v_T} + t_{PA} \right)}{\gamma \cdot \sum q_A}, \text{ од.}, \quad (13)$$

де: t_{PA} – тривалість розвантаження АТЗ на приймальному пункті, год.

Середній виробіток одного автомобіля за робочий день визначається як:

$$Q_{АРДП} = \frac{m_K T_{3M} K_{3M} W_{КП}}{n_{АП}}, \text{ м / р.д.} \quad (14)$$

Отримані аналітичні залежності (7)–(13) та експериментальні дані дають змогу розрахувати раціональні значення параметрів ЗТК, які показано в табл. 1.

1. Кількісний склад групи ПП та АТЗ збирально-транспортного комплексу для перевантажувальної технології.

Техніко-експлуатаційні показники ЗК			Техніко-експлуатаційні показники АТЗ та умови їх роботи		
продуктивність, т/год	місткість бункера, м ³	кількість ЗК, яких обслуговує один ПП, од.	відстань перевезення, км	необхідна кількість АТЗ, од.	вантажопідйомність АТЗ, т
9,5 т/год	5	3	4	1	11,25
			8	2	
			12	3	
	8	4	4	1	24
			8	1	
			12	2	
12 т/год	10	5	4		37,5
			8		
			12		
	5	2 (ПП малоефективний)	4	2	7,5
			8	2	
			12	3	
	8	3	4	1	18
			8	2	
			12	2	

Продовження табл. 1

Техніко-експлуатаційні показники ЗК			Техніко-експлуатаційні показники АТЗ та умови їх роботи		
продуктивність, т/год	місткість бункера, м ³	кількість ЗК, яких обслуговує один ПП, од.	відстань перевезення, км	необхідна кількість АТЗ, од.	вантажопідйомність АТЗ, т
12 т/год	10	4	4	1	30
			8	1	
			12	2	
	5	1 (ПП не виконує ф-цію компенсатора)	4		-
			8		
			12		
14,5 т/год	8	2 (ПП малоефективний)	4	1	12
			8	2	
			12	2	
	10	3	4	1	22,5
			8	2	
			12	2	
17 т/год	5	1 (ПП не виконує ф-цію компенсатора)	4		-
			8		
			12		
	8	2 (ПП малоефективний)	4	2	12
			8	2	
			12	3	
	10	2 (ПП малоефективний)	4	1	15
			8	2	
			12	2	

Примітка. Параметри ЗК та ПП, які відмічене окремим кольором, свідчать про недоцільність їх застосування із-за відсутності ефективності. Це пов'язано з тим, що кількість ЗК, в групі, яка обслуговується одним ПП, складає лише 1–2 од.

Приведені дані свідчать, що ПП з місткістю 50–60 м³ обслуговують групу ЗК з продуктивністю 9,5–12 т/год. з найбільшою кількістю комбайнів – до 6 од. Із збільшенням їх продуктивності до 14,5–17 т/год. кількість комбайнів в групі, яка обслуговується, зменшується до 3-х – 2-х одиниць. В такої ситуації виникає необхідність застосування ЗК з великою місткістю бункера до 10–12 м³ та більше.

Отримані дані є основою для формування раціонального складу ЗТК. Так для ЗК з продуктивністю 12 т/год. та місткістю бункера 10 м³ вибираємо з табл. 1 групу ЗК з 4 од. Місткість ПП дорівнює 40 м³. При цьому для перевезення зерна на відстань 12 км необхідно застосувати 2 АТЗ з вантажопідйомністю по 30 т (табл. 1).

Висновок. Уточнена методика визначення основних параметрів збирально-транспортного комплексу машин для зернових культур. Встановлені величини граничної раціональної місткості бункерів комбайна і причепа, які залежать від продуктивності комбайна. Час заповнення бункера ЗК повинен бути достатнім для обслуговування причепом не менш трьох одиниць ЗК.

Список літератури

1. Фришев С. Г., Козупиця С. І. Розробка ефективних технологій транспортування зерна від комбайнів: монографія. Київ. Компринт. 2015. 211 с.
2. Ільченко В. Ю., Нагірний Ю. П. Машиновикористання в земліробстві. Київ. Урожай. 1996. 382 с.
3. Зязев В. А., Капланович М. С., Петров В. И. Перевозки сельскохозяйственных грузов автомобильным транспортом. Москва. Транспорт. 1979. 253 с.
4. Капланович М. С. Справочник по сельскохозяйственным транспортным работам. Москва. Россельхозиздат. 1982. 315 с.

References

1. Frishev S. G., Kozupitsa S. I. (2015). Development of efficient technologies to transport grain from harvesters. Kiev. Komprint. 211.
2. Ilchenko V. Yu., Nagirny, Yu. P. (1996). Mashinostroenie in semlabs. Kiev. Harvest. 382.
3. Zazev V. A., Kaplunovich M. S., Petrov V. S. (1979). Transportation of agricultural goods by road. Moscow. Transport. 253.
4. Kaplunovich M. S. (1982). Handbook of agricultural transport work. Moscow. Rosselkhozizdat. 315.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗКИ ЗЕРНА ВО ВРЕМЯ УБОРКИ

С. Г. Фришев

Аннотация. Уточнена методика определения основных параметров уборочно-транспортного комплекса машин для зерновых культур. Определены величины предельной рациональной емкости бункеров комбайнов и прицепа, которые зависят от производительности комбайнов.

Эффективность применения перегрузочных прицепов достигается при включении их в состав уборочно-транспортного комплекса, который содержит группу зерноуборочных комбайнов (желательно одной марки и производительности) и автотранспортных средств. Необходимо, чтобы объем кузова прицепа-перегрузателя был кратным определенному числу объемов бункера зерноуборочного комбайна. Выгружается зерно из комбайна, как правило на ходу, без его остановки или во время остановки зерноуборочных комбайнов. Исследования свидетельствуют, что эффективная деятельность крупных зерновых хозяйств в значительной степени обусловлена наличием и рациональным использованием во время уборки хлебов

прицепов-перегрузателей. Широкий типоразмер таких прицепов (за их емкостью), позволяет эффективно использовать их в различных по составу и производительности уборочных комплексах.

Ключевые слова: зерно, уборка, транспортировка, транспортные средства, эффективность

ORGANIZATION OF TRANSPORTATION OF GRAIN DURING HARVEST

S. G. Fryshev

Abstract. A refined method for determining the main parameters of harvesting-transport complex of machines for grain crops. The values of the limit of the rational capacity of bunkers combine harvesters and trailers that depend on the performance of the harvesters.

The efficiency of application handling of trailers is achieved by their inclusion in the harvesting-transport complex, which contains a group of combine harvesters (preferably the same brand and performance), and vehicles. It is necessary that the volume of a body of the trailer-loader was a multiple of a certain number of volumes of bunker harvester. Unloads grain from the combine is usually on the go, without stopping or while stopped combine harvesters. Studies show that effective activities of large grain farms is largely due to the availability and rational use at the time of grain harvesting trailers-loaders. Wide size of such trailers (for their capacity), allows effectively to use them in different composition and productivity of harvesting systems.

Key words: grain, harvesting, transportation, vehicles, efficiency

УДК 631.3:62-192

МОДЕЛЮВАННЯ ВТРАТ ВРОЖАЮ ВНАСЛІДОК ВІДМОВИ МАШИНИ ПРИ ПРОПОРЦІЙНОСТІ ВТРАТ ВІДХИЛЕННЮ ВІД ОПТИМАЛЬНОГО АГРОСТРОКУ

С. А. Шевченко, кандидат технічних наук
Харківський національний технічний університет сільського
господарства імені Петра Василенка
e-mail: Serg.Shevchen@gmail.com

Анотація. Одним з основних факторів, який обумовлює якість технологічної операції рослинництва, є час її виконання.

© С. А. Шевченко, 2017