

ТРАНСПОРТНІ ПРОЦЕСИ ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ У АГРОПІДПРИЄМСТВАХ МАЛИХ ФОРМ ГОСПОДАРЮВАННЯ

Семірненко Світлана Леонідівна

кандидат технічних наук, доцент

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0002-9304-3637

svitlana.semirnenko@snau.edu.ua

Семірненко Юрій Іванович

кандидат технічних наук, доцент

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0002-4230-4614

yurii.semirnenko@snau.edu.ua

В роботі розглянуто можливості часткового зниження невиробничих втрат часу зміни збирально-транспортних комплексів при збиранні зернових культур в агропідприємствах малих форм господарювання завдяки ефективній організації роботи, а саме, забезпечення зменшення часу простою комбайнів за рахунок ефективного підбору та застосування транспортуючих засобів.

Останньою операцією при виробництві зерна сільськогосподарських культур є збирання врожаю. При виконанні даної операції найголовнішими завданнями є скорочення втрат зерна та забезпечення максимальної якості продукції. Досягнення поставлених задач супроводжується певними труднощами при проведенні організаційних заходів, виборі технологічної схеми, засобів для збирання та транспортування зерна по їх пропускній здатності та вантажопідйомності, відповідно.

Одним із напрямків зменшення втрат врожаю та підвищення валового збору зернових культур є раціональне, ефективне використання зернозбиральних комплексів. Стиснутий термін на збирання та великі об'єми зерна потребують високої організації збирально-транспортуючих комплексів, їх розрахунок та підбір у відповідності до можливостей підприємств. В роботі був проведений аналіз способів технологічного обслуговування комбайнів

При організації збирання зернових культур виникає проблема простою як зернозбиральних комбайнів, так і автомобільного транспорту. Основною причиною виникнення простою є раптова зміна часу циклу вказаної техніки. Цю проблему можливо вирішити за рахунок включення в склад збирально-транспортуючих агрегатів додаткової ланки – тракторних перевантажувачів зерна.

На основі усереднених показників по площі, врожайності, та пропускній здатності комбайна були проведені дослідження роботи транспортуючих засобів із зернозбиральними комбайнами для порівняння при прямих перевезеннях із застосуванням різних варіантів транспортних засобів та при застосуванні проміжних ланок в агропідприємствах малих форм господарювання.

В результаті досліджень було виявлено доцільність застосування способу технологічного обслуговування комбайнів в агропідприємствах малих форм господарювання з площею ріллі до 500 га при збиранні зернових культур перевантажувачів зерна, що забезпечує запобігання простою комбайнів, а відповідно й скорочення агротехнічних термінів на збирання, мінімізацію втрат врожаю та вирішення проблем ущільнення ґрунту за рахунок запобігання руху зерновозів із великим навантаженням на вісь по полях.

Ключові слова: збирання, перевантажувач зерна, перевезення, транспортний засіб, проміжна ланка, продуктивність.

DOI <https://doi.org/10.32782/msnau.2025.1.13>

Вступ. При збиранні зернових культур в агропідприємствах малих форм господарювання особливо гостро стоїть проблема дотримання оптимальних термінів збирання. Для вирішення даної проблеми необхідним фактором є мінімізація часу простою зернозбиральних комбайнів за рахунок підбору та розрахунку раціональних збирально-транспортуючих комплексів для кожного агропідприємства окремо з урахуванням площ під посівами, урожайності, обмежень по терміну збирання та агрологістичі. Скорочення часу простою збирально-транспортних комплексів можливе за рахунок застосування перевантажувачів зерна, тобто, застосування технології обслуговування комбайнів із застосуванням проміжних ланок.

У переважній більшості робіт вітчизняних (Shramenko et al., 2019; Fryshev & Kozupytzia, 2011; Muzylov et al., 2015; Domushchi et al., 2019; Nefodov & Tkachenko, 2013; Shramenko, 2015) та закордонних науковців (Arifin, 2015; Harchol-Balter, 2013; Villarreal et al., 2013) розглядаються питання обґрунтування складу збирально-транспортних комплексів, підвищення ефективності їх роботи для умов великих агровиробників.

Дослідження по визначенню доцільності застосування перевантажувачів при збиранні зернових культур були висвітлені в роботах багатьох вчених (Domushchi & Novakovskyi, 2013; Kovalenko, 2022; Muzylov & Stebakov, 2014; Yaroshenko, 2018). Однак, зазначеними авторами здебільшого розглядаються питання доцільності

застосування даної техніки для великих сільгоспвиробників, агропідприємств із площею посівів під зерновими культурами, що вимірюються тисячами, а інколи й десятками тисяч гектарів. В той же час, проблема доцільності застосування перевантажувачів для агропідприємств малих форм господарювання є не менш актуальною, особливо при обмеженості наявного автомобільного парку.

Крім скорочення термінів, використання перевантажувачів у більшості випадків вирішує проблему зменшення ущільнення ґрунту за рахунок запобігання руху зерновозів із великим навантаженням на вісь по полях, що позитивно позначається на родючості ґрунту, а відповідно й на врожайності сільськогосподарських культур.

Матеріали і методи досліджень. В дослідженнях використовувались збирально-транспортні комплекси для агропідприємств малих форм господарювання.

Загальна методика досліджень передбачала доцільність застосування способу технологічного обслуговування комбайнів із застосуванням проміжних ланок (перевантажувачів) в агропідприємствах малих форм господарювання.

Аналітичні та експериментальні методи досліджень виконувались на основі загальноприйнятих методик із використанням вимірювальної апаратури, а також за допомогою застосування чисельних методів та застосування теорії планування багатофакторного експерименту.

Для обробки експериментальних результатів досліджень застосовані основні методи математичної статистики, теоретико-емпіричний, графічний, порівняльний. Експериментальні дані опрацьовували за допомогою прикладних програмних пакетів Microsoft Excel, STATISTICA 6.

Результати досліджень. Останньою операцією при виробництві зерна сільськогосподарських культур є збирання врожаю. При виконанні даної операції найголовнішими завданнями є скорочення втрат зерна та забезпечення максимальної якості продукції.

Досягнення поставлених завдань супроводжується певними труднощами при проведенні організаційних заходів, виборі технологічної схеми, засобів для збирання та транспортування зерна по їх пропускній здатності та вантажопідйомності, відповідно.

Одним із напрямків зменшення втрат врожаю та підвищення валового збору зернових культур є раціональне, ефективне використання зернозбиральних комплексів (Zahorianskyi et al., 2019). Стиснутий термін на збирання та великі об'єми зерна потребують високої організації збирально-транспортуючих комплексів, їх розрахунок та підбір у відповідності до можливостей підприємств (Teodorovic & Janic, 2017).

Основними факторами, що впливають на склад транспортних засобів для перевезення зерна є:

- урожайність культури;
- кількість та продуктивність комбайнів;
- об'єм бункера комбайнів;
- тип автомобільних доріг;
- відстань транспортування.

Саме правильний підбір і розрахунок транспортних засобів і забезпечують максимальну продуктивність роботи зернозбиральних комбайнів, що, в свою чергу, приводить до скорочення термінів збирання, а як наслідок і до зменшення втрат врожаю зернових культур в цілому (Rohovskyi, 2016; Petryk, 2013).

При організації збирання зернових культур виникає проблема простою як зернозбиральних комбайнів, так і автомобільного транспорту. Основною причиною виникнення простою є раптова зміна часу циклу вказаної техніки. Цю проблему можливо вирішити за рахунок включення в склад збирально-транспортуючих агрегатів додаткової ланки – тракторних перевантажувачів зерна. Задача останніх полягає у прийманні зерна від комбайнів, при чому об'єм кузова перевантажувача повинен перевищувати не менше ніж в два рази об'єм бункера комбайна.

Під час завантаження бункера-накопичувача зерном, перевантажувач рухається до краю поля, де організоване місце перевантаження зерна в автомобільний транспорт, як правило, великої вантажності.

Після розвантаження, перевантажувач направляється до комбайну для подальшого прийняття зерна.

Основною в логістичному ланцюгу збирально-транспортного загону є зернозбиральний комбайн. Для агропідприємств малих форм господарювання у більшості випадків зернозбиральний комбайн вибирається при придбанні із урахуванням площ, культур, врожайності і т. ін. або, при відсутності власної техніки, наймається. В останньому випадку далеко не завжди є можливість підбирання оптимального варіанту.

Кількість необхідних автомобілів для обслуговування комбайна визначаємо за наступною формулою:

$$n_a = \frac{W_{\kappa}^m}{W_a^e}, \quad (1)$$

де W_{κ}^m – теоретична продуктивність комбайна, т/га;
 W_a^e – годинна експлуатаційна продуктивність автомобіля, т/год.

Годинну експлуатаційну продуктивність автомобіля визначаємо за формулою:

$$W_a^e = \frac{q \cdot \gamma \cdot V_c \cdot \beta}{l \cdot V_c \cdot \beta (t_{\kappa}^e + t_a^e)}, \quad (2)$$

q – вантажопідйомність, т
 γ – статистичний коеф. використання вантажопідйомності (клас вантажу – II);

V_c – середня швидкість руху автомобіля, км/год;

β – коефіцієнт використання пробігу;

l – відстань, на яку транспортується зерно, км;

t_{κ}^e – час вивантаження зерна, год.

Час циклу автомобіля визначаємо за формулою:

$$t_{\text{ц}} = \frac{l}{V_c \cdot \beta} + (t_{\kappa}^e + t_a^e), \quad (3)$$

Визначаємо інтервал подачі автомобілів під завантаження:

$$\text{ІПА} = \frac{q}{W_a^e} \gamma, \quad (4)$$

Із (4) для визначення годинної продуктивності комбайна встановлюємо зв'язок між вантажністю автомобіля та продуктивністю зернозбирального комбайна:

$$q = \frac{t_k^e \cdot \eta \cdot W_k^e}{\gamma}, \quad (5)$$

В агропідприємствах малих форм господарювання застосовується переважно спосіб технологічного обслуговування комбайнів – прямі перевезення. Застосування проміжних ланок (перевантажувачів) є фрагментальним.

Для даних підприємств в Сумському регіоні з площею до 500 га та середньою врожайністю зазначених культур до 45 ц/га доцільно використовувати комбайни із пропускною спроможністю молотарки 5-7 кг/с.

На основі приведених даних по площі, врожайності та пропускній здатності комбайна були проведені дослідження усереднених показників роботи транспортуючих засобів із зернозбиральними комбайнами для порівняння при прямих перевезеннях та при застосуванні проміжних ланок.

Результати досліджень наведені (табл. 1).

Розглядаємо можливість використання перевантажувача БНП-20, застосування якого забезпечить вивантаження в середньому п'ять бункерів комбайна для заповнення.

Результати розрахунків наведені (табл. 2).

Для перевезення зерна з поля після перевантаження з БНП-20 може бути застосовано автомобіль-зерновоз з об'ємом кузова 22,0 м³ та вантажопідйомністю 18,0 т.

Були проведені польові дослідження по визначенню часу простою при технологічному обслуговуванні комбайна із застосуванням прямих перевезень та із

застосуванням проміжної ланки для агропідприємств малих форм господарювання.

Дослідження проводились при збиранні врожаю комбайнами CLAAS Avero-160 із жатками Vario 500. Обслуговування комбайнів при прямих перевезень виконувалось трьома варіантами: двома автомобілями JAC N82, автомобілем DFH 5120 та одним автомобілем JAC N82 та одним автомобілем DFH 5120.

При фактичній продуктивності комбайна 6,11 т/га, бункер об'ємом 4,2 м³ намолюється за 33 хв. При повному циклі даного автомобіля – 48,6 хв. для обслуговування одного комбайна необхідно 2 автомобілі.

Результати досліджень наведено (табл. 3).

Як видно із таблиці 3, при технологічному обслуговуванні із застосуванням прямих перевезень більш раціональним є використання збирального агрегату у складі комбайна CLAAS Avero-160 та одного автомобіля DFH 5120 та одного автомобіля JAC N82.

При дослідженнях технологічного обслуговування комбайнів із проміжною ланкою застосовувався перевантажувач БНП-20 в агрегаті із трактором John Deere 6150M з потужністю двигуна 110 кВт (150 к.с.), об'єм бункера перевантажувача – 22 м³.

Час повного циклу даного перевантажувача становить 1,01 год (60,5 хв). В цей час входить завантаження 5 бункерів в БНП-20, переїзд між комбайнами для завантаження, під'їзд до зерновоза, вивантаження зерна у зерновоз, під'їзд від зерновоза до комбайна на завантаження.

Час від'їзду перевантажувача від передостаннього вивантаження бункера комбайна до його під'їзду для завантаження становить 0,5 години (30 хв) при часі намоту бункера 0,55 год (33 хв).

Таблиця 1

Середні показники роботи збиральних комплексів (прямі перевезення)

Показник	Значення
Годинна продуктивність, га; т; м³	1,375; 6,187; 7,734
Час намолювання бункера комбайна, год	0,66
Час вивантаження бункера комбайна, хв	1,3
Час повного циклу автомобіля 4,25 т (об'ємом кузова 5,1 м³), год	0,81
Необхідна кількість автомобілів для обслуговування одного комбайна, шт.	2

Таблиця 2

Середні показники роботи збиральних комплексів (застосування проміжних ланок)

Показник	Значення
Годинна продуктивність, га; т; м³	1,375; 6,187; 7,734
Час намолювання бункера комбайна, год	0,66
Час вивантаження бункера комбайна, хв	1,3
Час вивантаження перевантажувача, хв	8,0
Час переїзду між комбайнами, хв	6
Час на під'їзду до автомобіля-зерновоза, хв	11
Час повного циклу перевантажувача БНП-20, год	1,01
Кількість комбайнів, що обслуговує перевантажувач, шт.	2
Кількість автомобілів вантажопідйомністю 18 т (об'ємом кузова 22,0 м³)	1
Час циклу автомобіля, год	0,82

**Дані досліджень по визначенню часу простою при технологічному обслуговуванні
із застосуванням прямих перевезень (за 12 год зміну)**

Час простою, год	Склад агрегату		
	1 CLAAS Avero-160 + 2 JAC N82	2 CLAAS Avero-160 + 1 DFH 5120	2 CLAAS Avero-160 + 1 DFH 5120 + 1 JAC N82
Автомобіля	6,48	-	-
Комбайна	-	7,5	2,0

При об'ємі бункера комбайна CLAAS Avero-160 4,2 м³ перевантажувач БНП-20 зможе прийняти п'ять бункерів: 5 бункерів × 4,2 м³ = 21 м³ зернової маси.

При цьому, коефіцієнт фактичного використання об'єму кузова перевантажувача буде становити: $21,82/22,0 = 0,99$, тобто завантаженість кузова є задовільною.

За 12 годинну зміну кожен комбайн CLAAS Avero-160 при даних агротехнічних умовах намолочує 20 бункерів зерна, тобто за даний час агрегату у складі трактора John Deere 6150M та перевантажувача БНП-20 необхідно перевезти від двох комбайнів 40 бункерів зерна. Відповідно, кількість рейсів на перевезення даної продукції буде становити: $40/5 = 8$ рейсів.

Час простою перевантажувача між вивантаженнями 2, 3 та 4 бункерів буде визначатися як різниця між часом на наповнення бункера комбайна (33 хв) (намолоту зерна), часом на переїзд від комбайна до комбайна (6 хв) та часом на вивантаження бункера (1,3 хв) і буде становити $33,0 - 7,3 = 25,7$ хв. Загальний час простою визначаємо як суму простоїв при кожному циклі роботи перевантажувача: $25,7 \times 8 = 205,7$ хв (3,4 години).

Дані проведених досліджень по використанню перевантажувача зерна БНП-20 для обслуговування двох комбайнів CLAAS Avero-160 наведені (табл. 4).

Таким чином, при обслуговуванні двох комбайнів одним перевантажувачем виключається простій комбайнів, що забезпечує скорочення часу на збирання та зменшення втрат врожаю.

Обговорення. На відміну від великих агропродуцентів (Zahorianskyi et al., 2019; Teodorovic & Janic, 2017) в агропідприємствах малих форм господарювання при виборі способу технологічного обслуговування комбайнів потрібно більш ретельно враховувати: наявний парк зернозбиральних комбайнів, площі під зерновими, врожайність та ін. показники. Врахування даних показників дає змогу скоротити час простою як зернозбиральних комбайнів, так і автомобілів, що в свою чергу приводить до скорочення термінів збирання, а як наслідок,

і до зменшення втрат врожаю зернових культур в цілому (Berezhna et al., 2019).

Проведені дослідження для агропідприємств малих форм господарювання із зазначеним марочним складом комбайнів показали доцільність застосування способу технологічного обслуговування комбайнів із застосуванням проміжних ланок (перевантажувачів) з об'ємом кузова 22,0 м³.

Висновки. В результаті досліджень було виявлено доцільність застосування способу технологічного обслуговування комбайнів із застосуванням проміжних ланок (перевантажувачів). Даний спосіб має ряд переваг над класичним способом прямих перевезень для площ до 500 га. Було визначено, що для запобігання простою комбайнів при прямому способі перевезень потрібно 2 автомобіля-самоскида з об'ємом кузова 5,1 м³, а при застосуванні способу із перевантажувачем БНП-20 та одним автомобілем-зерновозом з об'ємом кузова 22,0 м³ кількість обслуговуваних комбайнів буде становити два.

Проведені дослідження показали, що при технологічному обслуговуванні із застосуванням прямих перевезень від одного комбайна CLAAS Avero-160 зерна двома автомобілями JAC N82 час простою автомобілів буде становити 6,48 годин. При перевезенні зерна від двох комбайнів CLAAS Avero-160 одним автомобілем DFH 5120 сумарний час простою комбайнів буде складати 7,5 години. Відповідно, при обслуговуванні двох комбайнів CLAAS Avero-160 та автомобілів DFH 5120 і JAC N82 час простою комбайнів буде 2 години.

В той же час, при технологічному обслуговуванні двох комбайнів і CLAAS Avero-160 із застосуванням проміжної ланки (перевантажувача БНП-20) час простою останнього буде складати 3,4 години при повному завантаженні комбайнів.

В результаті проведених досліджень було підтверджено доцільність використання в агропідприємствах малих форм господарювання при збиранні зернових культур перевантажувачів зерна.

Таблиця 4

**Дані досліджень по визначенню часу простою при технологічному обслуговуванні
із застосуванням проміжної ланки (за 12 год зміну)**

Час простою, год	Склад агрегату
	2CLAAS Avero-160+(John Deere 6150M+БНП-20)
Перевантажувача БНП-20	3,4
Комбайна	-

Бібліографічні посилання:

1. Arifin Moh Zainal. (2015) Applications of Queuing Theory in the Tobacco Supply. Agriculture and Agricultural Science Procedia. Vol. 3. P. 255–261. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.01.049>
2. Berezhna, N.H., Biliaieva, O.S., Voitov, V.A., Horiainov, O.M., Karnaukh, M.V., Kravtsov, A.H., Kutia, O.V., Muzylov, D.O., Shramenko, N.Iu. (2019) Problemy transportno-lohistychnoho zabezpechennia v aharnii haluzi. [Problems of transport and logistics support in the agricultural industry] Monohrafiia. –Kharkiv: Miskdruk, –180 s. (in Ukrainian)
3. Domushchi D., Ustuyanov P., Enakiev Y, Lipin A. (2019) Efektyvnist vykorystannia zbyralno-transportnykh kompleksiv po ekspluatatsiinym ta enerhetychnym pokaznykam. [Efficiency of use of collection and transport complexes in terms of operational and energy indicators] Ahraryi visnyk Prychornomoria: zb.nauk.pr. ODAU. – Odesa, 2019. - №94. – S. 121-129. (in Ukrainian)
4. Domushchi, D. P., Novakovskiy, M. A. (2013) Osoblyvosti orhanizatsii tekhnolohichnoho protsesu zbyrannia zernovykh kultur [Features of the organization of the technological process of harvesting grain crops] Ahraryi visnyk Prychornomoria. Tekhnichni nauky. – Vyp. 67. – S. 157-161. (in Ukrainian)
5. Fryshev, S.H., Kozupytia, S.I. (2011) Vyznachennia ratsionalnykh parametriv tekhnolohichnoho lantsiua “zernovi kombainy–prychepy–perevantazhuvachi–avtomobilni transportni zasoby” [Determination of rational parameters of the technological chain “grain combines–trailers–loaders–motor vehicles”] Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Serii: tekhnika ta enerhetyka APK. – K.: – Vyp. 166, ch. 3. – S. 203–211. (in Ukrainian)
6. Harchol-Balter M. (2013) Performance Modeling and Design of Computer Systems: Queueing Theory in Action. Cambridge University Press, Cambridge. P. 576.
7. Kovalenko I. (2022) Bunkery – perevantazhuvachi zerna: nezaminna lanka [Grain bunkers–grain reloaders: an indispensable link] (in Ukrainian) <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/24963-bunkery-perevantazhuvachi-zerna-nezaminna-lanka.html>
8. Muzylov, D. O., Kravtsov, A. H., Berezhna, N. H., Uskov O. I. (2015) Poriadok formuvannia kombinatsii vykhidnykh danykh dlia vyznachennia rozmiriv zbyralno-transportnoho kompleksu [The procedure for forming combinations of input data to determine the size of the collection and transport complex] Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu silskoho hospodarstva imeni Petra Vasylenka. № 160. S. 273–279. (in Ukrainian)
9. Muzylov, D.O., Stebakov, O.Ie. (2014) Metodyka vyznachennia kilkosti odynyts tekhniky zbyralno-transportnoho kompleksu dlia riznykh tekhnolohii dostavky zernovykh kultur [Methodology for determining the number of units of harvesting and transport equipment for various grain crop delivery technologies] Tekhnichniy servis ahropromyslovoho, lisovoho ta transportnoho kompleksiv. – Kharkiv: KhNTUSH, – №2(1). – S.128-140. (in Ukrainian)
10. Nefodov, V. M., Tkachenko Yu. A. (2013) Ratsionalizatsiia tekhnolohii perevezen zerna [Rationalization of grain transportation technology] Skhidnoevropeyskyi zhurnal peredovykh tekhnolohii. Kharkov, – Vyp. 3/3 (63). – S. 13–15. (in Ukrainian)
11. Petryk, A. V. (2013) Formuvannia optymalnoi infrastruktury transportnykh system v ahropromyslovomu vyrobnytstvi [Formation of optimal infrastructure of transport systems in agro-industrial production] Visnyk Natsionalnoho transportnoho universytetu. №28. S. 371–379. (in Ukrainian)
12. Rohovskiy, I.L. (2016) Analiz modeli vidnovlennia silskohospodarskykh mashyn ta interpretatsiia rezultativ chyselnoho eksperymentu [Analysis of the agricultural machinery recovery model and interpretation of the results of the numerical experiment] Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Serii: tekhnika ta enerhetyka APK. Vyp. 254. S. 424–431. (in Ukrainian)
13. Shramenko, N. (2015) Vplyv tekhnolohichnykh parametriv protsesu funktsionuvannia transportno-skladskoho kompleksu na sobivartist pererobky vantazhu. [The influence of technological parameters of the process of functioning of a transport and warehouse complex on the cost of cargo processing] Skhidnoevropeyskyi zhurnal peredovykh tekhnolohii. № 5 (3). C. 43–47. (in Ukrainian) <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.51396>
14. Shramenko, N., Pavlenko, O. and Muzylov, D. (2019) ‘Information and Communication Technology: Case of Using Petri Nets for Grain Delivery Simulation at Logistics System’, CEUR Workshop Proceedings, Vol. 2353, pp. 935-949. <https://doi.org/10.32782/cmis%2F2353-74>
15. Teodorovic, D., Janic, M. (2017). Transportation Engineering: Theory, Practice, and Modeling. Butterworth-Heinemann. 894 p.
16. Villarreal Gonzalo Luján, De Giusti Marisa, Texier José. (2013) GPSS Interactive Learning Environment. the Online Journal of New Horizons in Education. Vol. 3, no. 1 P. 32–39.
17. Yaroshenko P. M. (2018) Prychepy-perevantazhuvachi zerna [Trailers-transloaders of grain] AhroElita: vseukrainskyi ahraryi zhurnal. – Ternopil. № 6 (65). – S. 70-74. (in Ukrainian)
18. Zahorianskyi, V. H., Haikova, T. V., Khorolskyi, V.L., Kuziev, I. O. (2019) Modeliuvannia skladu zbyralno-transportnoho kompleksu dlia vrozhaiv zernovykh yak systemy masovoho obsluhovuvannia [Modeling the composition of the harvesting and transport complex for grain harvest as a mass service system] Visnyk Kremenchutskoho natsionalnoho universytetu imeni Mykhaila Ostrohradskoho. Vyp. 2 (115). S.146–151. (in Ukrainian)

Semirnenko S. L., PhD, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Semirnenko Yu. I., PhD, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Transport processes of maintenance of combine harvesters in agricultural enterprises of small forms of economy

The paper considers the possibilities of partial reduction of non-productive losses of time for changing harvesting and transporting complexes during the harvesting of grain crops in small agricultural enterprises due to the effective organisation

of work, namely, ensuring a reduction in the downtime of combines through the effective selection and use of transport vehicles.

The last operation in the production of grain crops is harvesting. During this operation, the most important tasks are to reduce grain losses and ensure maximum product quality. Achieving these goals is accompanied by certain difficulties in organisational arrangements, selection of technological schemes, grain harvesting and transport facilities in terms of their capacity and carrying capacity, respectively.

One of the ways to reduce crop losses and increase the gross harvest of grain crops is to use grain harvesting complexes efficiently and effectively. The short harvesting period and large volumes of grain require a high level of organisation of harvesting and transporting complexes, their calculation and selection in accordance with the capabilities of enterprises. This paper analyses the methods of technological maintenance of combines

When organising grain harvesting, there is a problem of downtime for both combine harvesters and road transport. The main reason for the downtime is a sudden change in the cycle time of the above equipment.

This problem can be solved by including an additional link in the composition of harvesting and transporting units – tractor grain handlers.

Based on the averaged indicators of the area, yield, and throughput of the combine harvester, the study of the operation of transport vehicles with combine harvesters was conducted for comparison during direct transportation using different variants of vehicles and when using intermediate links in small agricultural enterprises.

The research revealed the feasibility of using the method of technological maintenance of combines in small agricultural enterprises with an arable land area of up to 500 hectares when harvesting grain crops with grain reloaders, which ensures the prevention of combine downtime and, accordingly, the reduction of agrotechnical terms for harvesting, minimisation of crop losses and solving the problems of soil compaction by preventing the movement of grain carriers with a large axle load across the fields.

Key words: harvesting, grain reloader, transportation, vehicle, intermediate link, productivity.