

**Elchyn Aliiev**, Senior Researcher, DSc., Director

*Institute of Oilseeds of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Zaporizhia, Ukraine*

**Petro Bezverkhniy**, post-graduate

*Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine*

### **Numerical Simulation of a Pneumatic Precision Seed Drill**

As a result of numerical simulation of the seed retarder of the John Deere pneumatic seed drill in the software package Star CCM + visualization of the process of seed movement and air flow in the working area of the retarder was obtained.

According to the results of numerical modeling and processing of data obtained in the software package Wolfram Mathematica obtained third-order regression equations in decoded form without significant coefficients according to Student's t-test dependences of air flow rate  $V_a^{out}$ , seed speed  $V_p^{out}$  the velocity of the air flow at the inlet  $V_a^{in}$  and the ratio of the area of the outlets to the area of the inlet  $\varepsilon$ .

As a result of solving the compromise method of scalar ranking by minimizing the multiplicative function taking into account the coefficient of importance of the private criterion at fixed values of air flow velocity at the inlet  $V_{ain}$  in the range from 5 m/s to 25 m/s seed. It is established that at the specified range of air flow rate at the inlet  $V_{ain}$  it is necessary to adjust the seeding rate by the coefficient  $\eta$ , which is in honey from 1.47 to 2.56.

**seeds, seeder, precision sowing, moderator, simulation, simulation, speed**

*Одержано (Received) 24.11.2022*

*Прорецензовано (Reviewed) 02.12.2022*

*Прийнято до друку (Approved) 26.12.2022*

**УДК 631.3.072**

DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2022.52.98-107>

**В.В. Амосов**, доц., канд. техн. наук, **М.О. Свірень**, проф., д-р техн. наук,

**О.М. Васильковський**, проф., канд. техн. наук

*Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна*

*e-mail: v\_vas\_a@ukr.net, e-mail: kaf\_sgm\_kntu@ukr.net, e-mail: olexa74@ukr.net*

## **Підвищення надійності причіпного пристрою бункера-накопичувача п еревантажувального**

Пропонується аналіз особливостей конструкцій причіпних пристроїв. Визначено оптимальну конструкцію причіпного пристрою бункера-накопичувача перевантажувального БНП-30ПП. Розроблено креслення удосконаленого причіпного пристрою бункера-накопичувача перевантажувального БНП-30ПП. Впровадження розробки сприяє підвищенню ефективності використання збирально-транспортних комплексів при вирощуванні сільськогосподарських культур.

**збирально-транспортний комплекс, бункер-накопичувач перевантажувальний, причіпний пристрій**

**Постановка проблеми.** Сучасна триланкова технологія збирання зернових культур передбачає використання бункерів-накопичувачів перевантажувальних (бункерів-перевантажувачів, причепів перевантажувачів), що дає змогу підвищити продуктивність збирально-транспортного комплексу приблизно на 20–50 % [4]. Бункер для накопичення та перевантажування зерна агрегується з трактором і їде за комбайном, щоб відразу збирати урожай. У міру наповнення бункера, буквально за лічені хвилини (завдяки високій продуктивності вивантажувального шнека) він здійснює на краю поля перевантаження зерна в автомашину або ж відвозить до місця

зберігання. Комбайн в такому ланцюзі працює без зупинок і може виконати ту ж роботу набагато швидше. Відповідно, для збору врожаю буде потрібно менше комбайнів [1, 2].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Більшість фірм-виробників бункерів-накопичувачів як вітчизняних, так і закордонних, пропонують широкий типорозмірний ряд машин різної місткості й вантажопідйомності, що дає змогу ефективно використовувати їх у потрібних варіантах за складом і продуктивністю. Широкий діапазон значень об'єму кузова робить можливим якомога точніше узгодити об'єм зернового бункера комбайна певної моделі з об'ємом кузова бункера-накопичувача з тим, щоб максимально ефективно забезпечити повне випорожнення зерна з бункера комбайна за одну операцію [4].

Для порівняння причіпних пристроїв нами обрано 15 бункерів-накопичувачів перевантажувальних, місткість бункера яких близька до 30 м<sup>3</sup>. Їх основні характеристики наведено у табл. 1.

Таблиця 1 – Бункери-накопичувачі перевантажувальні

Компанія	Марка машини	Місткість бункера, м <sup>3</sup>	Схема агрегування	Тип причіпного пристрою
Horsch [4;6]	Titan 34UW	34	1	C; D
ANNABURGER [4]	HTS22.16	29	2	C
HAWE-WESTER [4;7]	ULW2500T	30	2	C
Fliegl [4]	ULW35	35	1	C
Kinze [8]	851graincart	30,6	1	D
J&M [4;9]	GC24t-1	31	1	D
Bergmann [4;10]	GTW330	33	2	A
PRONAR [11]	T740	28	2	C
Umega [5;12]	GPP-23	23; 32	2	A
ТОВ «НІЖИН МЕХАНІЗАЦІЯ» [4;13]	Bronton	32	3	D
УБК «Metal-make» [14]	LATKER BP-32	32	3	D
ТОВ «Завод Кобзаренка» [4;5;15]	ПБН-30	30	2	A
EGRITECH ТОВ «ПК «Пожмашина» [16;17]	БНП-30	30	2	B D
Лилиани [19]	БП-25/31	31	2	D
«Союз-Спецтехника» [18]	UW 200	20	1	A

Джерело: розроблено авторами

Аналіз даних табл. 1 дає можливість зробити висновок, що більшість (53 %) бункерів-накопичувачів, які вміщують близько 30 м<sup>3</sup>, мають схему агрегування 2, тобто бункер спирається на підресорену двовісну тандемну підвіску та частково – на причіпний пристрій трактора. Дишло причепа жорстко з'єднане з рамою бункера-накопичувача. При від'єднанні від трактора воно спирається на регульовану по висоті опору з механічним або гідравлічним приводом.

Причіпний пристрій є одним з найвідповідальніших вузлів бункера-накопичувача. Від досконалості його конструкції, високої міцності та надійності залежить продуктивність збирально-транспортного комплексу. Суттєвим фактором є

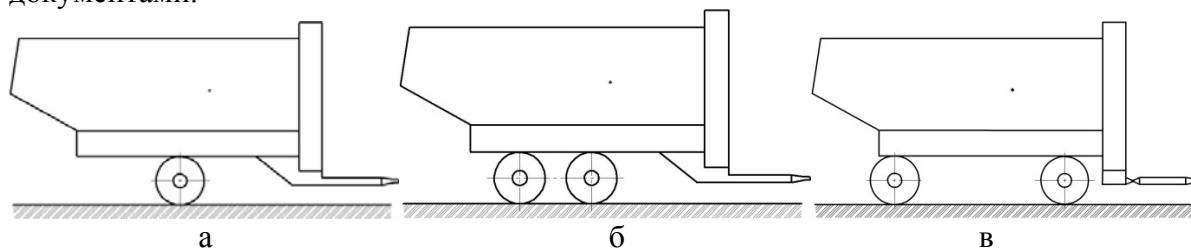
також величина зусилля, яке діє на причіпний пристрій бункера-накопичувача при його русі по поверхні поля або дороги.

Аналіз особливостей конструкцій причіпних пристроїв бункерів-накопичувачів перевантажувальних, наведених у табл. 1, приводить до наступних висновків:

– будова причіпного пристрою бункера-накопичувача має забезпечувати швидке та надійне його стикування з причіпним пристроєм трактора;

– міцність причіпного пристрою залежить від маси причепа та частини вертикальної складової навантаження, яка діє нього;

– будова та розміри причіпного пристрою регламентуються міжнародними, міждержавними, державними стандартами [20-22] та іншими нормативними документами.



а – напівнавісна машина, одновісна; б – напівнавісна машина, двовісна тандемна;  
в – причіпна машина, двовісна

Рисунок 1 – Схеми агрегування бункерів-накопичувачів перевантажувальних  
Джерело: розроблено авторами

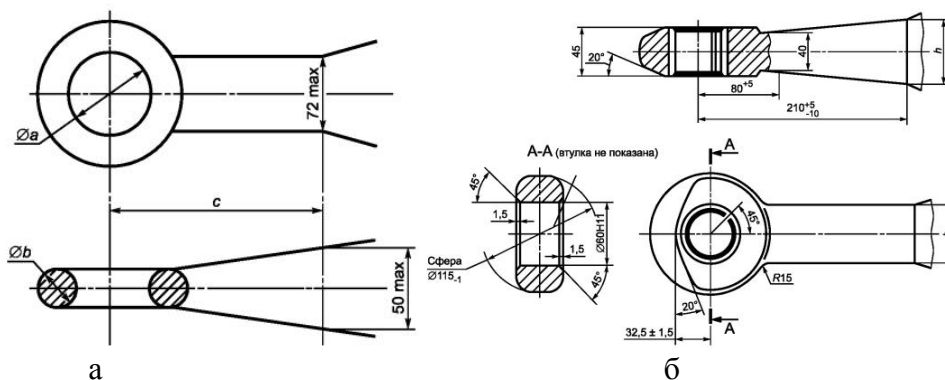
У розглянутих бункерах-накопичувачах використано наступні основні типи причіпних пристроїв:

1) Кільце з тороїдальною поверхнею, яке жорстко з'єднане з штангою (рис. 2, а). Штанга може бути або приварена до фланця або шарнірно з'єднана з ним, маючи можливість обертатись навколо поздовжньої осі. Фланець кріпиться до дишла болтами.

2) Петля з циліндричним отвором (рис. 2, б), у якому може бути вмонтовано сферичний шарнір, жорстко з'єднана зі штангою. Штангу закріплюють до фланця аналогічно типу А.

3) Напівсферична поверхня жорстко з'єднана зі штангою (рис. 2, в).

4) Плита з циліндричним отвором (рис. 2, г), у якому може бути вмонтовано сферичний шарнір. Плита може бути або приварена до фланця або шарнірно з'єднана з ним через штангу.





а – Тип А; б – Тип В; в – Тип С з фланцем; г – Тип D зі змінною плитою та фрагментом диска (Kinze 851)

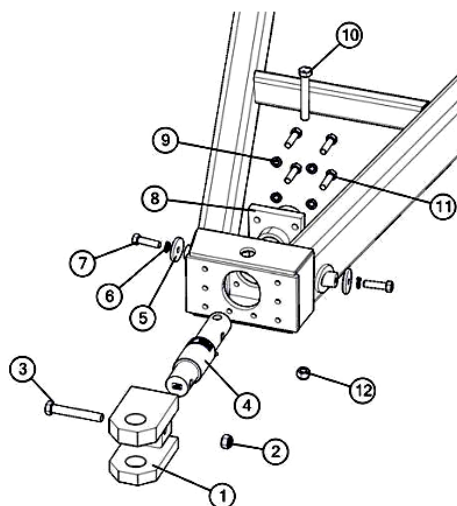
Рисунок 2 – Типи причіпних пристроїв

Джерело: [20, 22, 8]

На більшості моделей бункерів-накопичувачів передбачена можливість заміни типу та розміру причіпного пристрою у залежності від параметрів причіпного пристрою трактора. Наприклад, бункери-накопичувачі ПБН-30 комплектуються змінним причіпним кільцем  $\varnothing 90$  мм згідно ГОСТ 2349, а також додатково змінними причіпними кільцями  $\varnothing 40$ ;  $\varnothing 50$  та причіпною напівсферою для кулі  $\varnothing 80$ .

Якщо бункер-накопичувач обладнаний ваговимірювальною системою, то для вимірювання зусилля, яке діє на причіпний пристрій, встановлюють додаткову ланку з датчиком 4 (рис. 3). Мікропроцесорний пристрій обробляє дані з датчика причіпного пристрою та датчиків на осях усіх коліс і визначає вагу зерна у бункері.

Поворотну зчіпку з двома вушками можна швидко замінити на поворотну зчіпку з одним вушком, якщо причіпний пристрій трактора має два вушка (вилку). За необхідністю, комплект додаткового обладнання бункера-накопичувача може включати ланки 1 (рис. 3) з різними діаметрами отворів під з'єднувальні пальці для агрегування з відповідними пристроями тракторів [9].



1 – поворотна зчіпка з двома вушками (вилка); 2 – гайка стопорна; 3 – болт;  
4 – ваговимірювальна штанга зчіпки/хвостовик 73 мм; 8 – опора ваговимірювальної штанги

Рисунок 3– Причіпний пристрій бункера-накопичувача GC24t-1

Джерело: [9]

**Виклад основного матеріалу.** Господарства Кіровоградської області використовують бункери для накопичення та перевантажування зерна, зокрема ПП «Астарта Груп» закупило три таких бункери БНП-30 у ТОВ «Промислова компанія «Пожмашина»» (рис. 4).



Рисунок 4 – Бункер для накопичення та перевантажування зерна БНП-30

*Джерело: [16]*

Бункер-накопичувач перевантажувальний БНП-30 призначений для перевезення сипких речовин (зерна, мінеральних добрив і т. п.), їх перевантаження в інші транспортні засоби.

Це напівнавісна машина, двовісна, розрахована на експлуатацію в будь-яких кліматичних зонах України. Бункер без ускладнень агрегується з тракторами потужністю 200-240 к. с., що обладнані пневматичною або гідравлічною системою на привід гальмівної системи бункера, а також мають електричні й гідравлічні з'єднання. Гальмівна система – барабанні гальма з внутрішніми колодками. Для агрегування бункерів БНП-30 тиск у гідросистемі трактора повинен становити 22,0 МПа, у пневмосистемі – не менше 0,8 МПа, а номінальна напруга електрообладнання 12 В [17].

Конструктивно бункер БНП-30 – це двовісний агрегат на листових ресорах із залежною ходовою системою типу тандем з реактивними штангами, кузовом конусоподібної форми, у днищі якого по всій довжині кузова розміщено шнек, закритий зверху спеціальною заслінкою.

Кузов має надійне антикорозійне покриття. Для відкривання й закривання заслінки передбачено спеціальний гідроциліндр.

У першому варіанті конструкції для з'єднання з трактором було використано зчіпну петлю згідно ГОСТ 2349-75 (рис. 5).

Вона швидко виходила з ладу від перевантаження вертикальною складовою сили з боку дишла причепа (рис. 6). Відповідно до ГОСТ 2349-75 її максимальне допустиме значення 2450 Н, а технічні характеристики причепа допускають навантаження на крайню точку дишла до 25000 Н.



Рисунок 5 – Зчіпна петля згідно ГОСТ 2349-75

Джерело: [16]

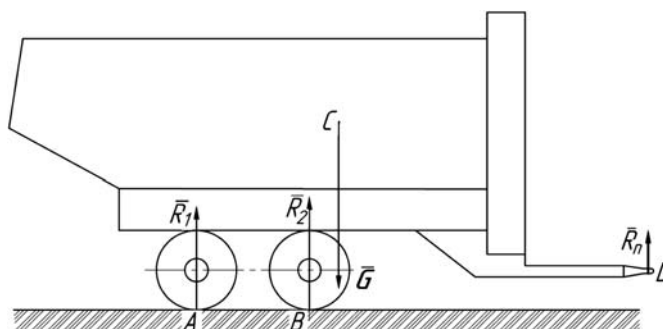


Рисунок 6 – Схема вертикальних складових сил, які діють на причеп

Джерело: розроблено авторами

Відповідно до своїх гарантійних зобов'язань ТОВ «ПП «Пожмашина»» замінило зчіпну петлю на вдосконалений варіант: кронштейн зі сферичним підшипником (рис. 7). Але і цей варіант вийшов з ладу на всіх причіпних пристроях після 350–400 годин роботи. Причиною стали тріщини зварного шва підшипника 1 (рис. 7) та основного металу кронштейна 2 (рис. 7).



1 – тріщина по зварному шву підшипника; 2 – тріщина по основному металу

Рисунок 7 – Вдосконалений ТОВ «ПП «Пожмашина»» кронштейн зі сферичним підшипником

Джерело: розроблено авторами

Спостереження за роботою бункера у польових умовах, аналіз деформацій та руйнувань деталей кронштейна, спільне обговорення з інженерами ПП «Астарта Груп» привело до наступних висновків:

а) статичні та динамічні навантаження на дишло бункера перевищують допустимі значення внаслідок недосконалої конструктивної схеми бункера для накопичення та перевантажування зерна БНП-30;

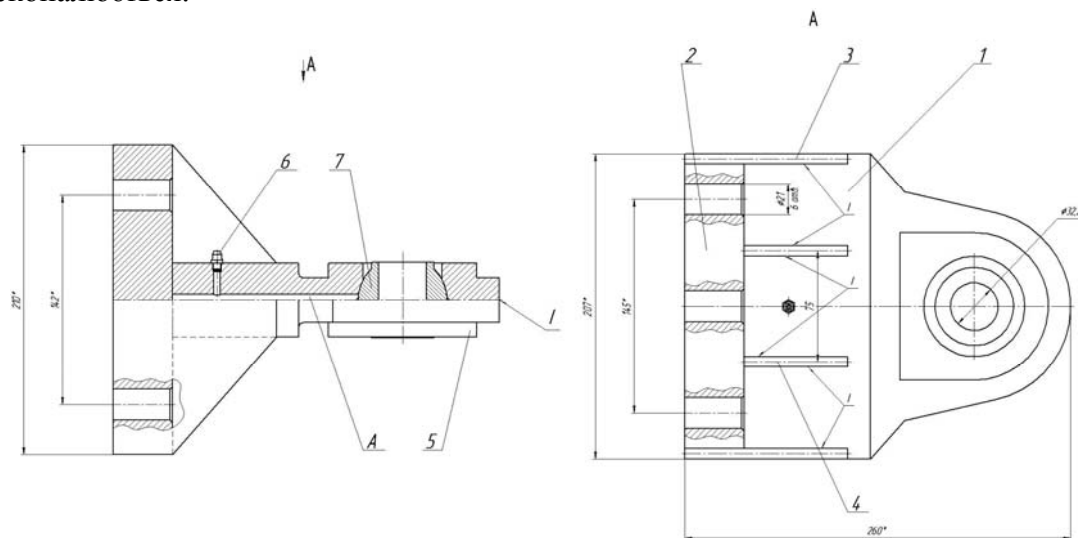
б) деформація кронштейна у поздовжньо-вертикальній площині та тріщини зварного шва підшипника і основного металу кронштейна є результатом недосконалої конструкції передньої частини кронштейна та сферичного підшипника, які не забезпечили необхідних кутів для маневрування бункера та його руху по нерівностях поля;

в) необхідно перевірити можливість якісного зварювання обидвома сферичного підшипника з кронштейном;

г) необхідно вдосконалити форму верхньої частини кронштейна причіпного пристрою та спосіб фіксації сферичного підшипника у кронштейні.

Метою роботи є підвищення змінної продуктивності збирально-транспортних комплексів при вирощуванні сільськогосподарських культур.

Для усунення відмічених недоліків запропоновано зберегти уніфікацію нового варіанту конструкції причіпного пристрою з попереднім, посилити горизонтальну частину корпуса, виконавши її з двох аналогічних за формою та розмірами плит 1 та 5 (рис. 8), з'єднаних зварним швом. У порожнині між ними розміщено сферичний шарнір 7, поверхню якого змащують мастилом крізь маслянку 6 та канал А. Фланець 2, боковина 3 та ребра жорсткості 4 мають такі ж розміри, як і у варіанту конструкції, що вдосконалюється.



1 – верхня плита; 2 – фланець; 3 – боковина; 4 – ребро; 5 – нижня плита; 6 – маслянка;  
7 – сферичний шарнір

Рисунок 8 – Креслення причіпного пристрою, вдосконаленого ЦНТУ

*Джерело: розроблено авторами*

### Висновки:

1. Реальні навантаження на причіпний пристрій бункера-накопичувача перевантажувального БНП-30ПП перевищують допустимі стандартами значення.

2. Вдосконалення причіпного пристрою, проведене ТОВ «ПП «Пожмашина»» має конструктивні недоліки, які приводять до деформації кронштейна та тріщин металу.

3. Вдосконалення причіпного пристрою, запропоноване ЦНТУ та узгоджене з ПП «Астарта Груп» (рис. 8, 9), показало високу надійність у процесі експлуатації бункера-накопичувача перевантажувального БНП-30ПП.



Рисунок 9 – Причіпний пристрій, вдосконалений ЦНТУ та встановлений на бункер-накопичувач перевантажувальний БНП-30ПП

Джерело: розроблено авторами

## Список літератури

1. Філатов С. Аграрна логістика в усій красі: реалії. *Зерно*. 2017. №8. С.48–54. URL: <http://www.zerno-ua.com/journals/2017/avgust-2017-god/agrarna-logistika-v-usiy-krasi-realiyi> (дата звернення: 2.11.2022)
2. Смакотін О. П'ять способів підвищити ефективність внутрішньої агрологістики підприємства. *АгроМаркет*. 2016. №2.
3. Огійчук В. Знайти третій комбайн. *The Ukrainian Farmer*. 2017. №7. С.75–77
4. Перевантажувальні бункери-накопичувачі зерна. *Агробізнес-Україна*. 2017. №4. С.60–68
5. Тракторні причепи і напівпричепи: огляд конструкцій / Ясенський В., Дерев'яно Д., Черношкур В. та ін. *Техніка і технології АПК*. 2014. №7. С.19–27
6. Бункер-перевантажувач HORSCH Titan 34 UW. *АгроЕліта*. 2013. №8. С.36. URL: [http://agroprod.biz/wp-content/uploads/zhurnal/2013/8/magazine1/files/res/downloads/download\\_0035.pdf](http://agroprod.biz/wp-content/uploads/zhurnal/2013/8/magazine1/files/res/downloads/download_0035.pdf) (дата звернення: 2.11.2022)
7. HАWE прицеп-перегрузчик. URL: [http://www.hawe-wester.de/files/hawe\\_folder\\_ulw\\_12s\\_web\\_russ.pdf](http://www.hawe-wester.de/files/hawe_folder_ulw_12s_web_russ.pdf) (дата звернення: 2.11.2022)
8. Kinze 851 grain cart. URL: <http://www.kinze.com/single-auger-grain-cart.aspx?id=fb06bfe7-e212-4d87-b4d7-b03ba36557fd&name=851+grain+cart> (дата звернення: 2.11.2022)
9. Зерновые прицепы GC24t-1: руководство оператора. URL: [http://www.jm-inc.com/manuals/grain\\_carts/o\\_gc\\_24\\_ton\\_russian.pdf](http://www.jm-inc.com/manuals/grain_carts/o_gc_24_ton_russian.pdf) (дата звернення: 2.11.2022)
10. Прицеп-перегрузчик BERGMANN GTW 330. URL: <http://www.bergmann-goldenstedt.de/ru/oborudovanie/oborudovanie/perevalochnyye-pritsepy/gtw-330.html> (дата звернення: 2.11.2022)
11. Прицеп PRONAR T740. URL: <http://pronar.pl/ru/produkt/прицеп-pronar-t740/> (дата звернення: 2.11.2022)
12. Бункер-перевантажувач зерна UMEGA. *АгроЕліта*. 2017. №10. С.73
13. Бункер перегрузочный BRONTON ООО «Нежинский механический завод». URL: <http://www.nmzprom.com.ua/index.php/product/134> (дата звернення: 2.11.2022)
14. Бункер перевантажувач LATKER BP-32. URL: <https://metal-make.com/p539706923-bunker-peregruzchik-latker.html> (дата звернення: 2.11.2022)
15. Бункер перевантажувач ПБН 30. URL: <https://metal-make.com/p100736256-bunker-peregruzchik-kub.html> (дата звернення: 2.11.2022)
16. Бункер-накопичувач БНП-30. URL: <https://egritech.org/uk/products/bunker-nakopichuvach-bnp-30/> (дата звернення: 2.11.2022)
17. Бункер-накопичувач перевантажувальний БНП-30. URL: <http://pkpm.com.ua/ua/production/selskochozyajstvennaya-texnika/bunkera-nakopiteli-peregruzochnyie/bunker-nakopitel-peregruzchik-bnp-30.html> (дата звернення: 2.11.2022)



18. Накопитель-перегрузчик зерновой UW 200. URL: <http://www.soyuzst.com/products/vspomogtech/UW200/> (дата звернення: 2.11.2022)
19. Бункеры-перегрузчики зерна. URL: <http://liliani.ru/product/catalog/grain-loaders.html> (дата звернення: 2.11.2022)
20. ГОСТ 2349-75. Устройства тягово-сцепные системы «крюк – петля» автомобильных и тракторных поездов. Основные параметры и размеры. Технические требования. [Дата введения 1976-01-01]. М. : Стандартинформ. 10 с. (Межгосударственный стандарт)
21. ГОСТ 3481-79 (ИСО 6489-1-80, ИСО 6489-2-80). Тракторы сельскохозяйственные. Тягово-сцепные устройства. Типы, основные параметры и размеры. М. : ИПК издательство стандартов. 11 с. (Межгосударственный стандарт)
22. ГОСТ 13398-82 Устройства прицепные сельскохозяйственных машин. Типы, основные размеры и расположение. М. : Государственный комитет по стандартам. 7 с. (Межгосударственный стандарт)

## References

1. Filatov, S. (2017). [hrana lohistyka v usii krasi: realii. [Agricultural logistics in all its glory: realities.] *Zerno – Grain*, 8, 4854. Retrieved from <http://www.zerno-ua.com/journals/2017/avgust-2017-god/agrarna-logistika-v-usiy-krasi-realiyi> [in Ukrainian].
2. Smakotin, O. (2016). Piat sposobiv pidvyshchyty efektyvnist vnutrishnoi ahrolohistyky pidpriemstva [Five ways to increase the efficiency of internal agrolistics of the enterprise]. *AhroMarket*, 2 [in Ukrainian]
3. Ohiichuk V. (2017) Znaity tretii kombain [Find the third harvester] . *The Ukrainian Farmer*, 7, 75–77 [in Ukrainian].
4. Pervantazhivalni bunkery-nakopychuvachi zerna [Overloading grain storage bunkers] . (2017). *Ahrobiznes-Ukraina – Agribusiness-Ukraine*, 4, 60–68. [in Ukrainian]
5. Yasenetskyi, V., Derevianko, D., Chornoshkur, V. et al. (2014). Traktorni prychevy i napivprychevy: ohliad konstruktсии [Tractor trailers and semi-trailers: a review of structures] . *Tekhnika i tekhnologii APK – Equipment and Technologies of the AIC*, 7, 19–27 [in Ukrainian].
6. Bunker-pervantazhuvach HORSCH Titan 34 UW [Hopper-transloader HORSCH Titan 34 UW] . (2013). *AhroElita*, 8, 36. Retrieved from [http://agroprod.biz/wp-content/uploads/zhurnal/2013/8/magazine1/files/res/downloads/download\\_0035.pdf](http://agroprod.biz/wp-content/uploads/zhurnal/2013/8/magazine1/files/res/downloads/download_0035.pdf). [in Ukrainian]
7. HАWE pricep-peregruzchik [HАWE trailer-loader] . *hawe-wester.de*. Retrieved from [http://www.hawe-wester.de/files/hawe\\_folder\\_ulw\\_12s\\_web\\_russ.pdf](http://www.hawe-wester.de/files/hawe_folder_ulw_12s_web_russ.pdf). [in Russian]
8. Kinze 851 grain cart. *kinze.com*. Retrieved from <http://www.kinze.com/single-auger-grain-cart.aspx?id=fb06bfe7-e212-4d87-b4d7-b03ba36557fd&name=851+grain+cart> [in English].
9. Zernovye pricepy GC24t-1: rukovodstvo operatora [GC24t-1 Grain Carts: Operator's Manual] . *jm-inc.com*. Retrieved from [http://www.jm-inc.com/manuals/grain\\_carts/o\\_gc\\_24\\_ton\\_russian.pdf](http://www.jm-inc.com/manuals/grain_carts/o_gc_24_ton_russian.pdf). [in Russian]
10. Pricep-peregruzchik BERGMANN GTW 330. [BERGMANN GTW 330 loading trailer] . *bergmann-goldenstedt.de*. Retrieved from <http://www.bergmann-goldenstedt.de/ru/oborudovanie/oborudovanie/perevalochnye-pricepy/gtw-330.html>. [in Russian]
11. Pricep PRONAR T740 [Trailer PRONAR T740]. *pronar.pl*. Retrieved from <http://pronar.pl/ru/produkt/prytsep-pronar-t740/> [in Russian]
12. Bunker-pervantazhuvach zerna UMEGA [UMEGA grain transfer hopper]. (2017). *AhroElita*, 10, 73 [in Ukrainian]
13. Bunker peregruzochnyj BRONTON OOO «Nezhinskij mehanicheskij zavod» [Bunker reloading BRONTON OOO "Nezhinskij Mechanical Plant" ]. *nmzprom.com.ua*. Retrieved from <http://www.nmzprom.com.ua/index.php/product/134> [in Russian]
14. Bunker pervantazhuvach LATKER BP-32 [Bunker loader LATKER BP-32]. *metal-make.com*. Retrieved from <https://metal-make.com/p539706923-bunker-peregruzchik-latker.html>. [in Ukrainian]
15. Bunker pervantazhuvach PBN 30 [Bunker reloader PBN 30] . *metal-make.com*. Retrieved from <https://metal-make.com/p100736256-bunker-peregruzchik-kub.html> [in Ukrainian]
16. Bunker-nakopychuvach BNP-30 [Storage hopper BNP-30]. *egritech.org*. Retrieved from <https://egritech.org/uk/products/bunker-nakopichuvach-bnp-30/> [in Ukrainian].
17. Bunker-nakopychuvach pervantazhivalnyi BNP-30 [Bunker-accumulator transshipment BNP-30] . *pkpm.com.ua*. Retrieved from <http://pkpm.com.ua/ua/production/selskoxozyajstvennaya-texnika/bunkera-nakopiteli-peregruzochnyie/bunker-nakopitel-peregruzchik-bnp-30.html> [in Ukrainian].

18. Nakopitel-peregruzchik zernovoj UW 200 [UW 200 grain reloader] . *soyuz-st.com*. Retrieved from <http://www.soyuz-st.com/products/vspomogtech/UW200/> [in Russian]
19. Bunkery-peregruzchiki zerna. [Bunkers-grain reloaders]. *liliani.ru*. Retrieved from <http://liliani.ru/product/catalog/grain-loaders.html> [in Russian]
20. Ustrojstva tyagovo-scepnye sistemy «kryuk – petlya» avtomobilnyh i traktornyh poezdov. Osnovnye parametry i razmery. Tehnicheskie trebovaniya [Hook-and-loop traction devices for automobile and tractor trains. Basic parameters and dimensions. Technical requirements] GOST 2349-75 [in Russian]
21. GOST 3481-79 (ISO 6489-1-80, ISO 6489-2-80) Traktory sel'skohozyajstvennyye. Tyagovo-scepnye ustrojstva. Tipy, osnovnye parametry i razmery. [Agricultural tractors. Traction coupling devices. Types, basic parameters and dimensions] [in Russian]
22. GOST 13398-82 Ustrojstva pricepnye sel'skohozyajstvennyh mashin. Tipy, osnovnye razmery i raspolozhenie. [Trailer devices for agricultural machines. Types, main dimensions and location] [in Russian]

**Volodymtr Amosov**, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Mykola Sviren**, Prof., DSc., **Oleksii Vasytkovskyi**, Prof., PhD tech. sci.

*Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, Ukraine*

### **Increasing the Reliability of the Trailer of the Loader-Accumulator of the Transshipment**

The use of hoppers-accumulators of transshipment makes it possible to increase the productivity of the collection and transport complex by approximately 20-50%. The towing device is one of the most responsible nodes of the hopper-accumulator. The productivity of the collection and transport complex depends on the perfection of its design, high strength and reliability. The purpose of the work is to increase the variable productivity of the collection and transport complex due to the improvement of the towing device of the hopper-accumulator of the transshipment BNP-30PP.

The analysis of the features of the constructions of the towing devices of hoppers-accumulators of transshipment showed that the strength of the towing device depends on the weight of the trailer and part of the vertical component of the load. The coupling loop of the hopper-accumulator of the transshipment BNP-30PP, made in accordance with GOST 2349-75, quickly failed due to overloading by the vertical component of the force on the side of the drawbar of the trailer. "Pozhmashina" LLC replaced the coupling hinge with an improved version: a bracket with a spherical bearing, which failed after 350-400 hours of operation. Therefore, as a result of a joint discussion with the engineers of PE "Astarta Group" and the teachers of the Department of Agricultural Machine Building of the Central Ukrainian National Technical University, an optimal design was proposed and a drawing of the towing device of the hopper-accumulator of the transshipment BNP-30PP was developed.

The real loads on the towing device of the BNP-30PP transshipment hopper-accumulator exceed the values allowed by the standards. The towing device developed by PP "Pozhmashina" LLC has design flaws that lead to deformation of the bracket and cracks in the metal. The improvement of the trailer device showed high reliability during the field operation of the BNP-30PP transshipment hopper-accumulator. The implementation of the development contributes to reducing the time spent on repair and maintenance of the hopper-accumulator and increasing the efficiency of the use of collection and transport complexes in the cultivation of agricultural crops.

**harvesting and transport complex, reloading storage hopper, trailer device**

*Одержано (Received) 08.11.2022*

*Прорецензовано (Reviewed) 06.12.2022*

*Прийнято до друку (Approved) 26.12.2022*