

**Іскович-Лотоцький Р.Д.**  
д.т.н., професор

**Вінницький національний  
технічний університет**

**Веселовська Н.Р.**  
д.т.н., професор

**Вінницький національний  
аграрний університет**

**Іванчук Я.В.**  
к.т.н., доцент

**Вінницький національний  
технічний університет**

**Гнатюк О.Ф.**  
аспірантка

**Вінницький національний  
аграрний університет**

**Iskovich-Lototsky R.**  
Dr. Sc. of Eng., Professor

**Vinnitsia National Technical  
University**

**Veselovska N.**  
Dr. Sc. of Eng., Professor

**Vinnitsia National Agrarian  
University**

**Ivanchuk Y.**  
Ph.D. of Eng., Associate Professor

**Vinnitsia National Technical  
University**

**Hnatyuk O.**  
graduate student

**Vinnitsia National Agrarian  
University**

**УДК 629.114.42**

**DOI: 10.37128/2306-8744-2020-4-7**

## **СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ВАНТАЖНО- РОЗВАНТАЖУВАЛЬНИХ РОБОТАХ НА МОБІЛЬНОМУ АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ**

У загальному об'ємі вантажів, що перевозяться на транспортних засобах, навалочні вантажі (грунт, пісок, гравій, щебінь, овочі, зерно, мінеральні добрива тощо) складають приблизно 80%. При розвантаженні навалочних вантажів, в залежності від їхньої вологості, температури, гранулометричного складу, частина вантажів лишається на кузові. В залежності від типу вантажу і його складу залишки у кузові коливаються в межах від 3% до 20% обсягів перевезення. Тому впровадження нових сучасних технологій у вантажно-розвантажувальних роботах на автомобільному транспорті дає можливість прискорити розвантаження, знизити затрати і скоротити наднормативні простой транспортних засобах під розвантажувальними роботами.

Досліджені в роботі вібрації при вантажно-розвантажувальних роботах мобільних сільськогосподарських машин вважаються однією із найбільш трудомістких складових транспортного процесу. Тому простой машин при проведенні вантажно-розвантажувальними операцій і в очікуванні їх залишаються досить значними, що пов'язано з недостатньо високим рівнем механізації навантаження-розвантаження вантажів на транспорті, з нечіткою координацією дій різних організацій при перевантаженні вантажів у транспортних вузлах та за деякими іншими причинами.

На нашу думку перспективним, є застосування сучасних гідроімпульсних приводів у виробництві вібраційних та віброударних розвантажувальних пристроїв, що обумовлене простотою конструкції, компактністю, високою енергоємністю, широким діапазоном регулювання робочих параметрів та можливістю роботи в автоматизованому режимі. Одним із перспективних напрямків є створення змінного навісного обладнання з гідроімпульсним приводом для автомобілів-самоскидів, бортових автомобілів, причепів тракторів та інших транспортних засобів. Для інтенсифікації процесів розвантаження кузова причіпа-самоскида тракторів розроблений гідравлічний віброударний пристрій. З його допомогою прискорюється розвантаження і очищення кузова від сільськогосподарських продуктів. Знижуються витрати і скорочуються наднормативні простой тракторів з причепами під розвантаженням.

Тому розробка вібраційного та віброударного обладнання, з метою використання для вантажно-розвантажувальних робіт на мобільних сільськогосподарських машинах і в цілому на транспорті, є актуальною задачею.

**Ключові слова:** віброударне навантаження, гідропривод, клапан-пульсатор.



**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Перспективним напрямком в різних галузях народного господарства є застосування корисних вібраційних і віброударних навантажень. Широкого застосування отримали такі вібротехнології в вантажно-розвантажувальних роботах.

Слід зазначити, що висока ефективність вібраційних і віброударних процесів забезпечується завдяки реалізації найбільш оптимальних силових впливів на об'єкт обробки, а також досягнення в результаті цього його необхідних фізико-механічних параметрів, в тому числі міцності та щільності, а також забезпечення інтенсифікації процесу руйнування при динамічному характері прикладеного до них навантаження. Дозволяє підвищити продуктивність праці, зекономити матеріальні ресурси, а також покращити умови праці використання даних процесів.

В останні роки для механізації процесів розвантаження створенні різні потужні високопродуктивні розвантажувальні машини оригінальних конструкцій (автомобілеперекидачі, віброплощадки, елеватори, тощо) [1-3], що дає можливість прискорити розвантаження, знизити затрати і скоротити зверх нормативні простої вагонів і автомобілів-самоскидів під розвантаженням. У зв'язку з цим постає проблема створення простого і дешевого обладнання, яке забезпечує ефективне розвантаження транспортних засобів із сипучим вантажем, а також очищення рухомого складу від залишків вантажу, так як незалежно від роду і складу вантажів частина їх при розвантаженні затримується на днищі, в штапованих ребрах-карманах цільнометалевих стінок кузова. Від багатьох факторів (виду вантажу, його вологості, крупності кусків, температури повітря, дальності перевезення способу розвантаження) залежить кількість залишків сипучих вантажів і може складати від 2% до 30% всієї маси вантажу.

Слід зазначити, що на сьогоднішній день тракторним транспортом в аграрних підприємствах перевозять 35-40% вантажів. Тому використання на транспортних роботах, для процесів розвантаження, різних потужних високопродуктивних розвантажувальних машин [1,2] дає можливість прискорити розвантаження, знизити затрати і скоротити зверх нормативні простої тракторів під розвантаженням.

**Виклад основного матеріалу.** У сучасних умовах особливо важливим завданням автомобільного транспорту є підвищення продуктивності праці, зниження транспортних видатків і ліквідація важкої фізичної праці при перевезенні вантажів. Але організація та планування транспортно-технологічних процесів практично мало вдосконалюються. На автотранспортних і складських навантажувально-

розвантажувальних роботах до тепер значними залишаються непродуктивні витрати робочого часу та застосування важкої ручної праці. Внаслідок цього в транспортних витратах у середньому 30-35% витрат доводиться на навантажувально-розвантажувальні роботи, які як і раніше є трудомісткими, малопроодуктивними та мають велику собівартість. У такій ситуації вимагається: розроблення та впровадження нової науково обґрунтованої організації перевізного процесу; подальший розвиток і розроблення нових, прогресивних транспортно-технологічних процесів; застосування нових більш ефективних засобів праці; інтенсивне підвищення рівня комплексної механізації й автоматизації навантажувально-розвантажувальних робіт (НРР); широке застосування маніпуляторів для автоматичного захоплення збільшення вантажу при перевантажних операціях за допомогою кранів, навантажувачів та інших піднімально-транспортних засобів. Необхідною умовою нормального функціонування транспортного процесу є подальший розвиток творчої ініціативи інженерного персоналу автомобільного транспорту на більш високому якісному рівні при організації перевезення та керуванні на транспорті. Одночасно повинно бути забезпечено суттєве підвищення рівня підготовки фахівців із вищою освітою, які мають глибокі теоретичні знання, практичні навички, а також вміння самостійно та оперативно вирішувати виробничі питання.

Для ефективного вирішення даної проблеми розроблено віброударний гідроімпульсний привод для розвантаження кузовів-самоскидів транспортних засобів [4-6]. Віброударний гідроімпульсний привод для розвантаження кузовів-самоскидів 1, монтується до днища кузова 2 автомобіля-самоскида (рис. 1).

Пристрій містить гідроциліндр 2, в якому розміщений плунжер 1, що закріплений на кузові автомобіля-самоскида 11. У свою чергу гідроциліндр 2 притиснений силовою пружиною 3 до плунжера 1, до якого закріплені змінні інерційні маси 4. У середині плунжера 1 вмонтований двокаскадний елемент керування зворотнопоступальними рухами гідроциліндру 2 у вигляді клапана-пульсатора, який складається із клапана другого каскаду 5, що з'єднаний контактною пружиною 6 зі штовхачем 7, в якому виконаний дросельний отвір 8 з можливістю автоматичного перекидання і який з'єднаний із керуючим кульковим клапаном першого каскаду 9. Посадочне місце для удару гідроциліндру 2 по плунжеру 1 може бути виконане у вигляді накладок 10, які закріплені до плунжера 1, жорсткість яких змінюється в залежності від режиму роботи.

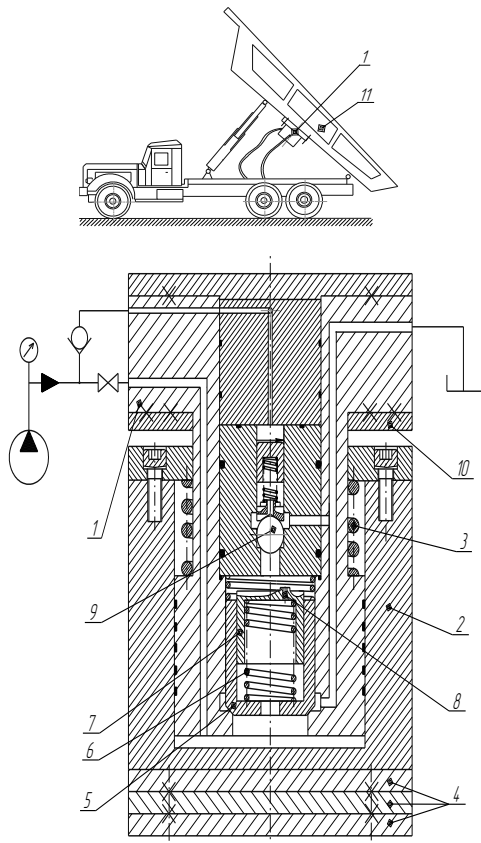


Рис. 1 – Гідроімпульсний привод віброударного пристрою для розвантаження кузова-самоскида:

- а) – схема розташування пристрою;
- б) – конструктивна схема віброударного пристрою для розвантаження

Пристрій містить гідроциліндр 2, в якому розміщений плунжер 1, що закріплений на кузові автомобіля-самоскида 11. У свою чергу гідроциліндр 2 притиснений силовою пружиною 3 до плунжера 1, до якого закріплені змінні інерційні маси 4. У середині плунжера 1 вмонтований двокаскадний елемент керування зворотно-поступальними рухами гідроциліндру 2 у вигляді клапана-пульсатора, який складається із клапана другого каскаду 5, що з'єднаний контактною пружиною 6 зі штовхачем 7, в якому виконаний дросельний отвір 8 з можливістю автоматичного перекривання і який з'єднаний із керуючим кульковим клапаном першого каскаду 9. Посадочне місце для удару гідроциліндру 2 по плунжеру 1 може бути виконане у вигляді накладок 10, які закріплені до плунжера 1, жорсткість яких змінюється в залежності від режиму роботи.

Даний привод можна використовувати також для розвантаження і очищення піввагонів, як навісний бічний віброударний пристрій (рис. 2) для очищення кузовів вагонів від залишків

сипучих вантажів, де віброударний гідроімпульсний привод для розвантаження кузовів-самоскидів 1, монтується до бічної стінки кузова піввагона 2.

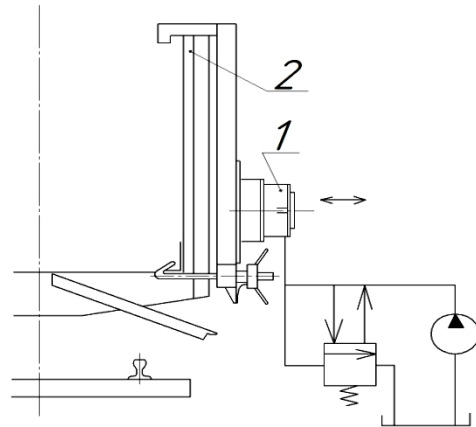


Рис. 2 - Схема розташування навісного бічного віброударного гідроімпульсного привода для розвантаження і очищення піввагонів

При застосуванні переносних розвантажувальних пристроїв (рис. 3), сам віброударний гідроімпульсний привод 1 для розвантаження піввагонів 3 кріпиться на розпушувальному пристрої 2 і встановлюється зверху на вантаж, що знаходиться у піввагоні 3.

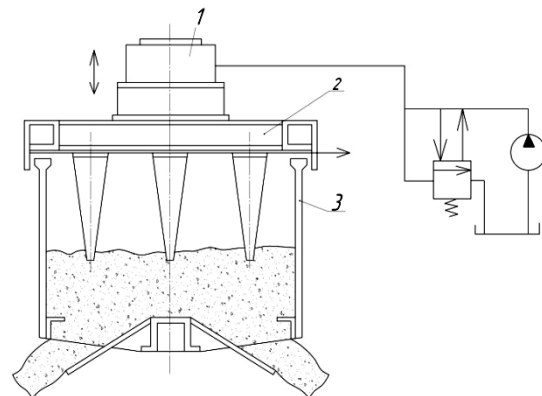


Рис. 3 – Схема розташування віброударного гідроімпульсного привода для розвантаження і очищення піввагонів на переносному розвантажувальному пристрої

Розглянемо віброударний гідроімпульсний привод для розвантаження кузовів-самоскидів також можна використовувати для розвантаження і очищення кузова-самоскида автомобільної одиниці (рис. 4).

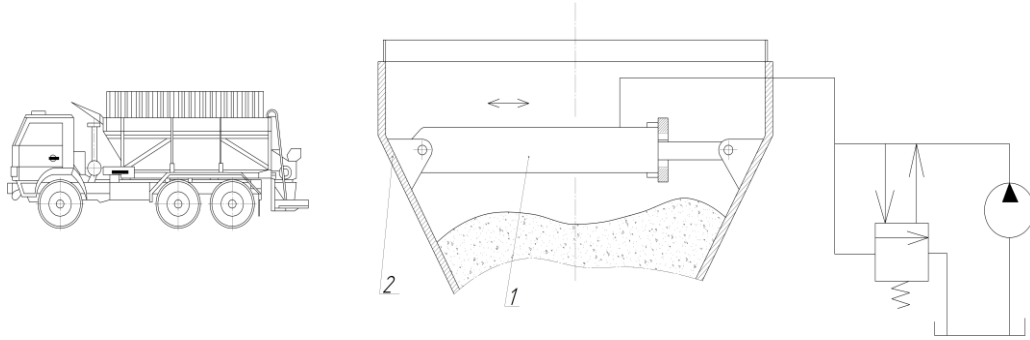


Рис. 4 - Віброударний гідроімпульсний привод для розвантаження кузова-самоскида автомобільної одиниці

У даному випадку віброударний гідроімпульсний привод для розвантаження кузовів-самоскидів 1, кріпиться до кузова 2 з внутрішньої сторони кузова автомобільної одиниці (рис. 4).

Конструкція і режими роботи приводу залежить від виду транспортного засобу, що розвантажується, від маси вантажу, а також від фізичних та хімічних властивостей вантажу. Для аналітичної оцінки величини енергії удару [4], що передається робочим органом гідроімпульсного приводу віброударного пристрою 1 кузову-самоскиду 2 на якому розташований вантаж (рис. 5), розглянемо кузов, як жорстку пластину розмірами  $L \times b$ , рівномірно, по всій площі  $L \times l$ , навантажену питомим зусиллям  $q$ .

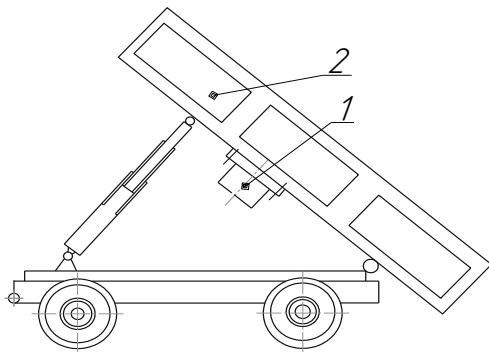


Рис. 5- Схема розташування гідроімпульсного приводу віброударного пристрою для розвантаження кузовів-самоскидів автомобільної одиниці

$$q = \frac{(M_v + m_{nl})g}{L \cdot l}, \quad (1)$$

$$\frac{d^2 w}{dx^2} = -\frac{1}{D} \left( Mg \frac{l}{4} + \frac{7}{48} q_x l^2 - \mu \left( Mg \frac{L}{6} + \frac{5}{24} q_y L^2 \right) \right)$$

$M_v$  - маса вантажу на кузові;  $m_{nl}$  - маса днища кузова (маса пластини);  
 $M$  - маса віброударного пристрою.

Відомо, що напруження в пластині [5] зв'язані із згинальними моментами наступними інтегральними статистичними залежностями:

$$M_x = \int_{-h/2}^{h/2} \sigma_x z dz, \quad M_y = \int_{-h/2}^{h/2} \sigma_y z dz. \quad (2)$$

Для нашого випадку отримаємо диференціальні рівняння:

$$M_x = -\frac{d^2 w}{dx^2} D, \quad M_y = -\mu \frac{d^2 w}{dx^2} D, \quad (3)$$

де

$$D = \frac{Eh^3}{12(1-\mu^2)}, \quad - \text{ постійний}$$

коефіцієнт;

$E$  - модуль пружності;  $\mu$  - коефіцієнт Пуассона;  $b$  - товщина пластини;

$w$  - прогин пластини.

Таким чином можна знайти максимальний статичний прогин пластини  $\delta_{ст}$  яка по всій площі рівномірно навантажена зусиллям  $q$ , і по центру навантажена зусиллям  $Mg$ . Із рис. 6 зрозуміло, що максимальний прогин буде в точці середини пластини, де розташований віброударний пристрій. Функція згинальних моментів, розглядаючи пластину площинах  $zx$  і  $zy$ :



$$\frac{d^2 w}{dy^2} = -\frac{1}{D} \left( Mg \frac{L}{6} + \frac{5}{24} q_y L^2 - \mu \left( Mg \frac{l}{4} + \frac{7}{48} q_x l^2 \right) \right). \quad (4)$$

де  $q_x, q_y$  – зусилля яке рівномірно розподілено по осям  $x, y$  відповідно.

Якщо  $w=f(x,y)$ , де  $x$  і  $y$  незалежні змінні і функція  $f(x,y)$  має неперервні частинні похідні другого порядку, тоді диференціал другого порядку функції  $w=f(x,y)$  вивислюється по формулі:

$$d^2 w = \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} dx^2 + 2 \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} dx dy + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} dy^2. \quad (5)$$

У рівнянні (1) диференціал

$$2 \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} dx dy = 0$$

має суть значення, як прогин

викликаний дією крутильних моментів в площині  $xu$  відносно осі  $z$ , в нашому випадку крутильні коливання відсутні. Розглядаючи рівняння (5) ми бачимо, що отримали основне диференційне рівняння прогину пластини. Відшукування функції  $w=f(x,y)$ , яка б задовольняла рівняння (5) і

граничним умовам пластини, заключається в знаходженні виразу для згину, а потім для зусиль і моментів.

Розв'язуючи диференційне рівняння (5) отримуємо:

$$w = \delta_{cm} = \sqrt{\frac{1}{D} \left( \frac{Mgl}{4} + \frac{7q_x l^3}{48} - \mu \left( \frac{MgL}{6} + \frac{5q_y L^3}{24} \right) \right) \frac{l^2}{8} + \frac{1}{D} \left( \frac{MgL}{6} + \frac{5q_y L^3}{24} - \mu \left( Mg \frac{l}{4} + \frac{7}{48} q_x l^2 \right) \right) \frac{L^2}{8}}.$$

Знайдемо динамічний прогин пластини (днища кузова) після удару по ній гідроциліндра з інерційними масами. Запишемо закон збереження енергії для системи пластина – гідроциліндр з інерційними масами – вантаж на рис. 7:

$$\frac{Mv^2}{2} + \frac{c\delta_{cm}^2}{2} = Mg\delta_{cm} + (M_E + m_{nl})g\delta_D + \frac{c}{2}(\delta_{cm} - \delta_D)^2, \quad (6)$$

де  $\delta_{cm}$  – статичний прогин пластини,  $c=48EI_y/L^3$  – коефіцієнт жорсткості пластини,  $E$  – модуль пружності матеріалу балки,  $I_y$  – момент інерції пластини відносно площини  $xu$ , яка проходить по центру пластини,  $\delta_D$  – динамічний прогин пластини,  $v$  – початкова швидкість гідроциліндра з інерційними масами до ударного контакту із пластиною.

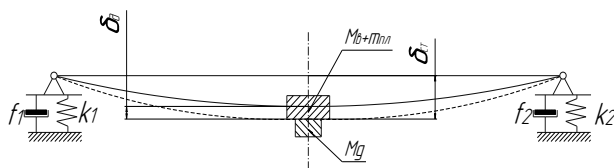


Рис. 7 - Розрахункова схема кузова із вантажем і гідроімпульсним приводом віброударного пристрою для визначення динамічного прогину кузова

Розв'язуючи квадратне рівняння (6) отримуємо:

$$\delta_D = \left( \delta_{cm} - \frac{(M + M_E + m_{nl})g}{c} \right) + \sqrt{\left( \delta_{cm} - \frac{(M + M_E + m_{nl})g}{c} \right)^2 + \frac{Mv^2}{c}}.$$

Знайдемо швидкість пластини із вантажем і гідроімпульсним приводом віброударного пристрою після ударного контакту гідроциліндра з пластиною.

Для дослідження процесу удару в першу чергу потрібно вирішити питання кількісного і якісного характеру, при моделюванні деформуючих елементів: які властивості реального об'єкту суттєві і повинні бути відображені в моделі та як ці властивості аналітично описати. У нашому випадку модель



пружна, а для аналітичного опису властивостей скористаємось дискретною моделлю Релея.

Нехай  $x, y$  – координата довільного перерізу, недеформованої пластини, яка бере відлік від вільного кінця,  $t$  – час, який відлічується від моменту першого контакту гідроциліндра з інерційними масами з пластиною,  $u(x, y, t)$  – переміщення перерізу з координатою  $x, y$  в момент часу  $t$ . Згідно способу Релея функція  $u(x, y, t)$  приймається у виді:

$$u(x, y, t) = A(t)f(x, y, t), \quad (7)$$

де  $f(x, y, t)$  – задана неперервна функція координат  $x, y$ , яка задовольняє граничним умовам,  $A(t)$  – функція часу, що підлягає визначенню.

Задамо функцію (7) таким чином:

$$\frac{\partial u(x, y, t)}{\partial t} = \dot{A}(t)f(x, y, t).$$

Будемо припускати, що в кінці першого етапу удару швидкість пластини в місці удару гідроциліндра з інерційними масами  $u_1$ .

Згідно способу Релея для нашої дискретної моделі, яка описується функціонально залежністю (7):

$$u^2 = u_1^2 \frac{(\Omega x^2 + \Theta y^2)}{\delta_{cm}^2}. \text{ де}$$

$$\Omega = \frac{1}{2D} \left( \frac{Mgl}{4} + \frac{7q_x l^3}{48} - \mu \left( \frac{MgL}{6} + \frac{5q_y L^3}{24} \right) \right),$$

$$\Theta = \frac{1}{2D} \left( \frac{MgL}{6} + \frac{5q_y L^3}{24} - \mu \left( Mg \frac{l}{4} + \frac{7}{48} q_x l^2 \right) \right).$$

Кінетична енергія елемента пластини  $ds$ , який знаходиться на відстані  $r = \sqrt{x^2 + y^2}$ , від початку координат пластини, буде:

$$E_{нл} = \frac{qu^2 ds}{2}.$$

Кінетичну енергію всієї пластини знаходимо вичислюючи поверхневий інтеграл:

$$E_{нл} = \iint_s \frac{qu^2}{2} ds = \frac{u_1^2 q}{2\delta_{cm}^2} \left( \Omega \frac{l^3 L}{3} + \Theta \frac{L^3 l}{3} \right).$$

По теоремі Карно [6] знаходимо швидкість центру пластини під час удару:

$$u_1 = \frac{3Mv\delta_{cm}^2}{q(\Omega l^3 L + \Theta L^3 l)}.$$

визначаємо перевантаження якому піддається вантаж:

$$a = \frac{u_1^2}{2\delta_{cm}}.$$

Умова розвантаження вантажу (відривання вантажу від днища кузова):

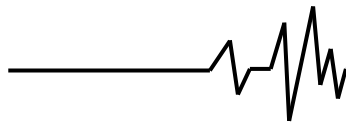
$$a \geq 9.8 \frac{M}{c^2}. \quad (8)$$

При виконанні умови (8) відбувається ефективне розвантаження вантажу.

**Висновок.** Досліджено процес вібрацій та запропоновано конструкцію віброударного гідроімпульсного привода, яка характеризується високими технічними показниками: простотою налагодження, надійністю, стабільністю підтримання робочих параметрів, при цьому може мати різноманітне застосування не тільки в транспортній галузі, але й у різних сферах машинобудування.

#### Список використаних джерел

1. Искович-Лотоцкий Р. Д., Матвеев И. Б., Крат В. А. Машины вибрационного и виброударного действия. Киев; Техника, 1982. 208 с.
2. Искович-Лотоцкий Р. Д., Иванчук Я. В. Дослідження динаміки процесу роботи універсального гідравлічного віброударного привода для розвантаження транспортних засобів. *Наукові нотатки. Міжвузівський збірник (за напрямом «Інженерна механіка»)*. Луцьк. 2007. № 20. С. 184 – 187.
3. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. М.: Наука. 1974. 832 с.
4. Iskovych-Lototsky, R., Zelinska, O., Ivanchuk, Y., Veselovska, N. Development of the evaluation model of technological parameters of shaping workpieces from powder materials. *East European Journal of advanced technologies*. 2017. 2(85). Pp 43–46.
5. Искович-Лотоцкий Р. Д., Иванчук Я. В. Застосування вібраційного гідроімпульсного привода в будівельних і дорожніх машинах. *Збірник наукових праць Харківської державної академії залізничного транспорту*. Харків. 2008. № 88. С. 48 – 54.



6. Іскович–Лотоцький Р. Д., Іванчук Я. В. Підвищення ефективності розвантаження матеріалів під дією періодичних ударних імпульсів. *Вібрації в техніці і технологіях*. 2008. №2(51). С. 8 – 11.

7. Іскович–Лотоцький Р. Д., Іванчук Я. В. Віброударний пристрій для розвантаження кузовів самоскидів. *Вібрації в техніці і технологіях*. 2009. №4 (56). С. 14-18.

#### Список джерел у транслітерації

1. Iskovych-Lototsky, R., Matveev, I., Krat, V. (1982) Mashyny vybratsyonnoho u vybraudarnoho deystvyua [Machines of vibration and vibration impact]. Tekhnika, 208p. [in Russian].

2. Iskovych-Lototsky, R., Ivanchuk, Y. (2007) Doslidzhennya dynamiky protsesu roboty universal'nogo hidravlichnoho vibroudarnoho pryvodu dlya rozvantazhennya transportnykh zasobiv [Investigation of the dynamics of the universal hydraulic vibration drive for unloading vehicles] Naukovi notatky. 20.184 – 187pp. [in Ukrainian].

3. Korn H., Korn, T. (1974) Spravochnyk po matematyke dlya nauchnykh robotnykov y ynzhenyrov. [Mathematics Handbook for Scientists and Engineers] Moscow: Nauka. [in Russian].

4. Iskovych-Lototsky, R., Zelinska, O., Ivanchuk, Y., Veselovska, N. (2017) Development of the evaluation model of technological parameters of shaping workpieces from powder materials. *East European Journal of advanced technologies* 2(85). 43 –46pp. [in Ukrainian].

5. Iskovych-Lototsky, R., Ivanchuk, Y. (2008) Zastosuvannya vibratsiynoho hidroimpul'snoho pryvoda v budivel'nykh i dorozhnykh mashynakh [The Application of a Vibrating Hydraulic Impulse Drive in Construction and Road Machines]. Kharkiv, 88. 48 – 54pp. [in Ukrainian].

6. Iskovych-Lototsky, R., Ivanchuk, Y. (2008) Pidvyshchennya efektyvnosti rozvantazhennya materialiv pid diyeyu periodychnykh udarnykh impul'siv. [Improving the efficiency of material unloading under the action of periodic shock pulses]. *Vibratsiyi v tekhnitsi i tekhnolohiyakh*. №2(51). 8 – 11pp. [in Ukrainian].

7. Iskovych-Lototsky, R., Ivanchuk, Y. (2009) Vibroudarnyj prystriy dlia rozvantazennia kuzoviv samoskydiv. [Improving the efficiency of material unloading under the action of periodic shock pulses]. *Vibratsiyi v tekhnitsi i tekhnolohiyakh*. №42(56). 8 – 11pp. [in Ukrainian].

#### MODERN TECHNOLOGIES FOR LOADING AND UNLOADING WORKS ON MOBILE AUTOMOBILE TRANSPORT

In this work, vibrations were investigated during loading and unloading operations of mobile agricultural machines, which are considered to be

one of the most labor-intensive components of the transport process. Therefore, idle machines during carrying out operations and in anticipation of them remain quite significant, which is due to the insufficient level of mechanization of loading and unloading of cargoes on transport, with a fuzzy coordination of actions of different organizations during the overloading of cargoes at transport nodes and for some other reasons.

The main means of mechanization are stationary and gantry cranes for containers, heavy loads and large packages, as well as means of mechanization on the railway or on the chassis of a standard mobile car or special chassis. In our opinion, the use of hydraulic impulse actuators in the production of vibration and vibration shock unloading devices, which is due to simplicity of design, compactness, high energy intensity, a wide range of regulation of operating parameters and the ability to work in an automated mode is promising. In particular, a promising area is the creation of removable attachments with hydraulic impulse drive for dump trucks, onboard vehicles, tractor trailers and other vehicles.

For intensification of processes of unloading of a body of a trailer-dump truck of tractors the hydraulic vibrating shock device is developed. It accelerates the unloading and cleaning of the body of agricultural products. Reduced costs and reduced oversized idle tractors with unloading trailers.

Therefore, the development of vibration and vibration impact equipment for use in loading and unloading operations on mobile agricultural machines and in general on transport is an urgent task.

**Key words:** vibration shock load, hydraulic drive, pulsator valve.

#### СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ЗАГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТАХ НА МОБИЛЬНОМ АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

В работе были исследованы вибрации при погрузочно-разгрузочных работах мобильных сельскохозяйственных машин, которые считаются одной из наиболее трудоемких составляющих транспортного процесса. Поэтому простой машин при проведении погрузочно-разгрузочными операций и в ожидании их остаются весьма значительными, что связано с недостаточно высоким уровнем механизации погрузки-разгрузки грузов на транспорте, с нечеткой координацией действий различных организаций при перегрузке грузов в транспортных узлах и по некоторым другим причинам.

Основными средствами механизации считаются стационарные и козловые краны для контейнеров, тяжеловесных грузов и больших





пакетов, а также средства механизации на железнодорожном ходу или на шасси стандартного мобильного автомобиля или специальном шасси. Перспективным, по нашему мнению, является применение гидроимпульсных приводов в производстве вибрационных и виброударных разгрузочных устройств, что обусловлено простотой конструкции, компактностью, высокой энергоемкостью, широким диапазоном регулирования рабочих параметров и возможностью работы в автоматизированном режиме. В частности, перспективным направлением является создание сменного навесного оборудования с гидроимпульсным приводом для автомобилей-самосвалов, бортовых автомобилей, прицепов

тракторов и других транспортных средств. Для интенсификации процессов разгрузки кузова прицепа-самосвала тракторов разработан гидравлический виброударное устройство. С его помощью ускоряется разгрузки и очистки кузова от сельскохозяйственных продуктов. Снижаются затраты и сокращаются сверхнормативные простои тракторов с прицепами под разгрузкой.

Поэтому разработка вибрационного и виброударного оборудования, с целью использования для погрузочно-разгрузочных работ на мобильных сельскохозяйственных машинах и в целом на транспорте, является актуальной задачей.

**Ключевые слова:** виброударные нагрузки, гидропривод, клапан-пульсатор.

### **Відомості про автора**

**Искович-Лотоцкий Ростислав Дмитриевич** – доктор технічних наук, професор кафедри «Галузевого машинобудування» Вінницького національного технічного університету (вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, Україна, 21021, e-mail: [islord@ukr.net](mailto:islord@ukr.net)).

**Искович-Лотоцкий Ростислав Дмитриевич** - доктор технических наук, профессор кафедры «Отраслевого машиностроения» Винницкого национального технического университета (ул. Хмельницкое шоссе, 95, г. Винница, Украина, 21021, e-mail: [islord@ukr.net](mailto:islord@ukr.net)).

**Iskovich-Lototsky Rostyslav Dmytrovych** - Doctor of Science (Engineering), Professor, Department of "Branch Mechanical Engineering" of Vinnitsa National Technical University (95, Khmelnytsky Shose Str., Vinnytsia, Ukraine, 21021, e-mail: [islord@ukr.net](mailto:islord@ukr.net)).

**Веселовська Наталія Ростиславівна** – доктор технічних наук, професор, завідувачка кафедри «Машин та обладнання сільськогосподарського виробництва» Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, Україна, 21008, e-mail: [wnatalia@ukr.net](mailto:wnatalia@ukr.net)).

**Веселовская Наталия Ростиславовна** - доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой «Машин и оборудования сельскохозяйственного производства» Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечная, 3, г. Винница, Украина, 21008, e-mail: [wnatalia@ukr.net](mailto:wnatalia@ukr.net)).

**Veselovska Nataliia Rostyslavovna** - Doctor of Engineering, Professor, Head of the Department of Machines and Equipment of Agricultural Production of Vinnitsa National Agrarian University (3 Soniachna St., Vinnytsia, Ukraine, 21008, e-mail: [wnatalia@ukr.net](mailto:wnatalia@ukr.net)).

**Іванчук Ярослав Володимирович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри «Автоматики та інформаційно-виміральної техніки» Вінницького національного технічного університету (вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, Україна, 21021, e-mail: [ivanchuck@ukr.net](mailto:ivanchuck@ukr.net)).

**Ivanchuk Yaroslav Volodymyrovych** - Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Automation and Information and Measurement Engineering, Vinnitsa National Technical University (Khmelnytsky Shose Str., 95, Vinnytsia, Ukraine, 21021, e-mail: [ivanchuck@ukr.net](mailto:ivanchuck@ukr.net)).

**Іванчук Ярослав Владимирович** - кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматики и информационно-измерительной техники» Винницкого национального технического университета (ул. Хмельницкое шоссе, 95, г. Винница, Украина, 21021, e-mail: [ivanchuck@ukr.net](mailto:ivanchuck@ukr.net)).

**Гнатюк Олена Федорівна** – аспірантка другого року заочної форми навчання Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, Україна, 21008, e-mail: [Alenagnatiuk1@gmail.com](mailto:Alenagnatiuk1@gmail.com)).

**Гнатюк Елена Федоровна** - аспирантка второго года заочной формы обучения Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечная, 3, г. Винница, Украина, 21008, e-mail: [Alenagnatiuk1@gmail.com](mailto:Alenagnatiuk1@gmail.com)).

**Nhattyuk Olena Fedorovna** is a post-graduate student of the second year of correspondence form of study at Vinnitsa National Agrarian University (3 Soniachna St., Vinnytsia, Ukraine, 21008, e-mail: [Alenagnatiuk1@gmail.com](mailto:Alenagnatiuk1@gmail.com)).