

УДК 631.3; 629.3.014

## ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ШНЕКОВОГО КОНВЕЄРА ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ ЗНЯТОГО ЗАБРУДНЕНОГО ШАРУ ҐРУНТУ У ВИРВІ

**О. М. ТРОХАНЯК**, к.т.н., доцент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Тисячі гектарів українських земель зазнали бомбардувань під час багаторічної повномасштабної війни, яка зараз йде в Україні. Військові дії призводять не лише до механічного та фізичного погіршення стану ґрунту, але й до його хімічного забруднення. Для відновлення ділянок пошкоджених вибухами необхідно зняти чи зчистити поверхневий шар ґрунту, оскільки окрім хімічного забруднення важкими металами, також вигорає родючий шар ґрунту. Для здійснення технічної рекультивациі пошкоджених земель внаслідок бомбардування запропоновано метод, який передбачає спочатку очищення воронки від пошкодженого та забрудненого ґрунту важкими металами та іншими небезпечними речовинами. Для утилізації знятого забрудненого шару ґрунту можна використовувати гнучкий гвинтовий конвеєр з секційним шнековим робочим органом, який дасть можливість перевантажити його у кузов вантажівки.

На рис. 1 представлена конструктивна схема такого гнучкого гвинтового секційного робочого органу для транспортування пошкодженого ґрунту. Даний робочий орган складається з окремих секцій однакових діаметрів і довжин, які виконані у вигляді зварних конструкцій, які містять стержні 1, до яких з одного кінця жорстко закріплена циліндрична втулка 2, що виконана з системою осьових паралельних пазів, що розміщені рівномірно по колу, які взаємодіють з кульками 3. З другої сторони кульки 3 є у взаємодії зі сферичними лунками корпусу 4, що дає змогу здійснювати осьове і кутове провертання сферичного пальця 5. Крім цього, зверху циліндрична втулка 2 є у жорсткій взаємодії зі сферичним корпусом 4, внутрішня поверхня якого взаємодіє з зовнішніми поверхнями кульок 3, з другого кінця зварної циліндричної секції у внутрішній отвір жорстко, перпендикулярно до осі встановлено з'єднувальна втулка 6, яка взаємодіє з відповідним кінцем сферичного пальця 5 сусідньої секції і

жорсткою її фіксацією за допомогою болтового з'єднання 7. На зовнішньому діаметрі циліндричної секції жорстко приварена гвинтова секція 8. Робота гвинтового робочого органу здійснюється наступним чином. Під час обертання секції спіралі 8 обертовий рух передається через кульки 3 на сферичний палець 5 і сусідні секції гвинтового робочого органу.

Визначення раціональних конструктивних параметрів дасть змогу підвищити експлуатаційні показники гнучкого гвинтового секційного робочого органу при його низькій матеріаломісткості, що забезпечує зниження енерговитрат на процес транспортування зчищеного пошкодженого шару ґрунту у вирві. Для забезпечення правильного функціонування шарнірного вузла визначено його конструктивні параметри, які забезпечують взаємне обертання, необхідне кутове зміщення осей та відсутність заклинювання.

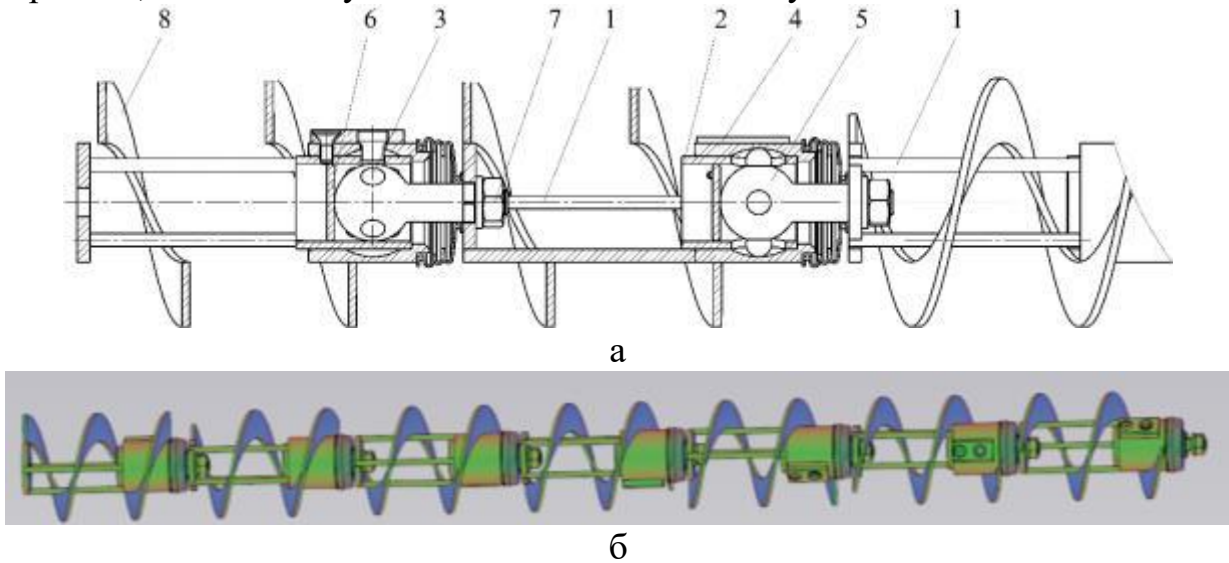


Рис. 1. Конструктивна схема (а) та загальний вигляд (б) гнучкого гвинтового секційного робочого органу

Для цього величину  $H$  половини довжини паза циліндричної втулки визначається із залежності:

$$H = (R_n + \lambda) \sin \alpha + r, \quad (1)$$

де  $R_n$  – радіус сферичного пальця;  $r$  – радіус кульки;  $\alpha$  – кут відхилення осей шарніра;  $\lambda$  – зазор між сферичною поверхнею пальця і центром кульки.

Зазор між сферичною поверхнею пальця і центром кульки визначається із залежності:

$$\lambda = \frac{R_n + \Delta + \delta}{\cos \alpha} - R_n, \quad (2)$$

де  $\Delta$  – паз циліндричної втулки;  $\delta$  – зазор.

Глибину посадки кульки  $s$  у сферичному пальці визначаємо із умови, що:

$$\lambda = R - R_n = r \sin \gamma - s, \quad (3)$$

і після відповідних перетворень та підстановок отримаємо

$$s = r \sin \gamma + R_n - \frac{R_n + \Delta + \delta}{\cos \alpha}, \quad (4)$$

де  $R$  – радіус обертання центрів кульки;  $\gamma$  – кут нахилу конічної поверхні втулки

Отримані рівності (1), (2) і (4) дозволяють встановити залежність величини довжини половини паза циліндричної втулки  $H$ , зазору між сферичною поверхнею пальця і центром кульки  $\lambda$  та глибини посадки кульки  $s$  у сферичному пальці від біжучого кута  $\alpha$ .

За результатами аналізу виведених аналітичних залежностей (1), (2) і (4) побудовані графіки зміни довжини половини паза циліндричної втулки  $H$ , зазору між сферичною поверхнею пальця і центром кульки  $\lambda$  та глибини посадки кульки  $s$  у сферичному пальці від біжучого кута  $\alpha$ , які показані на рис. 2. Графічні залежності побудовані при таких постійних величинах:  $R_n = 30$  мм,  $r = 10$  мм,  $\delta = 0,2$  мм,  $\Delta = 1,5$  мм,  $\gamma = 45^\circ$ .

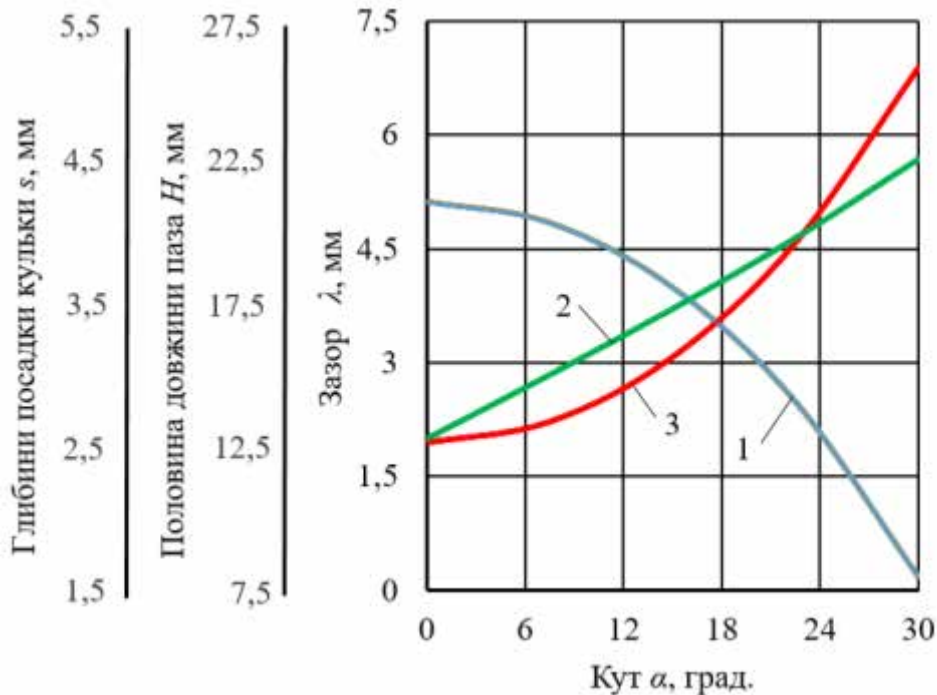


Рис. 2. Залежності зміни глибини посадки кульки  $s$  (крива 1) у сферичному пальці, довжини половини паза циліндричної втулки  $H$  (крива 2) та зазору між сферичною поверхнею пальця і центром кульки  $\lambda$  (крива 3) від біжучого кута  $\alpha$

З аналізу графічних залежностей рис. 2 можна встановити, що при куті  $\alpha$ , більшому за  $23^\circ$ , зазор між сферичною поверхнею пальця і центром кульки  $\lambda$  набуває великих значень, а глибина посадки кульки  $s$  у сферичному пальці - малих значень. Тому доцільно використовувати шарнірно-секційні робочі органи з максимальним кутом проворотання сферичного пальця  $\alpha_{\max} = 23^\circ$ , що обмежується довжиною паза циліндричної втулки  $2H$ .

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ МЕХАНІКИ ТА АВТОМАТИКИ АПВ НААН  
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



***ЗБІРНИК  
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ***

***XII Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди  
118-ї річниці від дня народження  
доктора технічних наук, професора,  
віцепрезидента УАСГН  
КРАМАРОВА  
Володимира Савовича  
(1906-1987)***

**«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»**

***20-21 лютого 2025 року  
м. Київ***

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE  
NATIONAL UNIVERSITY OF LIFE AND ENVIRONMENTAL  
SCIENCES OF UKRAINE  
INSTITUTE OF MECHANICS AND AUTOMATICS OF  
AGROINDUSTRIAL PRODUCTION OF THE NATIONAL  
ACADEMY OF AGRARIAN SCIENCES OF UKRAINE  
STATE BIOTECHNOLOGICAL UNIVERSITY



## ***PROCEEDINGS***

*XII International Scientific and Technical Conference dedicated  
to the 118th anniversary of the birth of  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Vice President of the UAAS  
KRAMAROV  
Volodymyr Savovych  
(1906-1987)*

**«KRAMAROV'S READINGS»**

*February 20-21, 2025  
Kyiv*

УДК 631.17+62-52-631.3

Збірник тез доповідей XII Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 118-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, віцепрезидента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) 20-21 лют. 2025 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. К.: Видавничий центр НУБіП України, 2025. 662 с.

Proceeding of the XII International Scientific and Technical Conference dedicated to the 118th anniversary of the birth of Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice President of the UAAS Kramarov Volodymyr Savovych (1906–1987), February 20–21, 2025, Kyiv / MES of Ukraine, National University of Life And Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv: Publishing center of NULES of Ukraine, 2025. 662 p.

В збірнику представлені тези доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників, аспірантів та студентів НУБіП України, провідних вітчизняних і закордонних вищих навчальних закладів та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок.

The Proceedings presents abstracts of reports of scientific and pedagogical workers, research staff, graduate students and students of the NULES of Ukraine, leading domestic and foreign higher educational institutions and scientific institutions, in which completed stages of development are considered.

## **ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ:**

- Ткачук В. А.** – ректор НУБіП України, голова організаційного комітету;  
**Тонха О. Л.** – проректор з наукової роботи та інноваційної діяльності НУБіП України, заступник голови організаційного комітету;  
**Ружило З. В.** – декан факультету конструювання та дизайну НУБіП України, заступник голови організаційного комітету;  
**Мельник В. І.** – доцент кафедри надійності техніки НУБіП України, секретар організаційного комітету;
- Члени організаційного комітету:**  
**Автухов А. К.** – завідувач кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О. І. Сідашенка ДБУ;  
**Адамчук В. В.** – директор «ІМА АПВ НААН», академік НААН;  
**Альмейда А.** – професор Політехнічного університету Браганси (Португальська Республіка);  
**Аулін В. В.** – професор кафедри експлуатації та ремонту машин ЦНТУ;  
**Арак М.** – директор Тартуського технічного коледжу м. Тарту (Естонська Республіка);  
**Банний О. О.** – заступник декана факультету конструювання та дизайну НУБіП України;  
**Бєлоєв Х.** – радник ректора Університету «Ангел Кънчев» в м. Русе, академік Болгарської АН (Республіка Болгарія);  
**Борак К. В.** – заступник директора ЖАТФК;  
**Братішко В. В.** – декан МТФ НУБіП України;  
**Будяй О. В.** – директор ТОВ «Манн+Хуммель Фільтрейшн Текнолоджі Україна»;  
**Булгаков В. М.** – завідувач кафедри механіки НУБіП України, академік НААН;  
**Василенко М. О.** – завідувач відділу «ІМА АПВ НААН»;  
**Васильковський О. М.** – завідувач кафедри сільсько-господарського машинобудування ЦНТУ;  
**Войтюк Д. Г.** – професор кафедри сільськогосподарських машин та системотехніки ім. акад. П.М. Василенка НУБіП України, член-кореспондент НААН;  
**Герук С. М.** – завідувач кафедри агроінженерії ЖАТФК;  
**Джеонг Ілля** – Голова представництва в Україні «HYUNDAI XITESOLUTION» (Республіка Корея);  
**Домейка Р.** – декан відділення Агроінженірингу, Університету Вітаутаса Великого (Литовська Республіка);  
**Захарчук О. В.** – завідувач відділу ННЦ «ІАЕ», член-кореспондент НААН;  
**Іванишин В. В.** – ректор ЗВО «Подільський ДУ», академік НААН;  
**Ковалишин С. Й.** – декан факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій ЛНУП;  
**Коренко М.** – професор Інституту проєктування та інженерних технологій Словацького аграрного університету в м. Нітра (Словацька Республіка);

- Кувачов В. П.** – декан МТФ ТДАТУ імені Дмитра Моторного;
- Кульгавий В. Ф.** – генеральний директор ВГО «Українська асоціація аграрних інженерів»;
- Кюрчев С. В.** – ректор ТДАТУ імені Дмитра Моторного;
- Литовченко О. В.** – директор ВСП «Ніжинський ФК НУБіП України»;
- Ловейкін В. С.** – завідувач кафедри конструювання машин і обладнання НУБіП України;
- Лопатько К. Г.** – завідувач кафедри технології конструкційних матеріалів і матеріалознавства НУБіП України;
- Лукач В. С.** – директор ВП «Ніжинський агротехнічний інститут» НУБіП України;
- Мельник В. І.** – провідний науковий співробітник відділу науково-технічної інформації НДЧ НУБіП України;
- Мельник В. І.** – професор кафедри оптимізації технологічних систем в рослинництві ДБУ;
- Надикто В. Т.** – професор ТДАТУ імені Дмитра Моторного, член-кореспондент НААН;
- Науменко О. А.** – професор кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О. І. Сідашенка ДБУ;
- Новак Я.** – професор Університету природничих наук у Любліні (Республіка Польща);
- Новицький А. В.** – завідувач кафедри надійності техніки НУБіП України;
- Ольт Ю.** – професор Інженерного інституту Естонського університету наук про життя (Естонська Республіка);
- Паскуці С.** – професор Департаменту агроекологічних і територіальних наук (DISAAT) університету Альдо Моро в м. Барі (Італійська Республіка);
- Пилипака С. Ф.** – завідувач кафедри нарисної геометрії, комп'ютерної графіки та дизайну НУБіП України;
- Полянський П. М.** – завідувач кафедри загальнотехнічних дисциплін МНАУ;
- Пона Лукреція** – науковий дослідник Національного інституту досліджень і розробок машин і установок для сільського господарства та харчової промисловості (Румунія);
- Продеус О. В.** – керівник відділу збуту Манн+Хуммель GmbH;
- Роговський І. Л.** – завідувач кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту імені М. П. Момотенка НУБіП України;
- Ромасевич Ю. О.** – заступник декана факультету конструювання та дизайну НУБіП України;
- Ревенко Ю. І.** – доцент кафедри надійності техніки НУБіП України;
- Русінс А.** – директор Улброкського наукового центру Латвійського університету природничих наук і технологій (Латвійська Республіка);
- Саченко В. І.** – Голова Ради Асоціації «Укрмашибуд»;
- Савченко В. М.** – доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу ПНУ;
- Сайчук О. В.** – директор ХДФПК імені В. І. Вернадського;
- Сиволапов О. В.** – директор ТОВ «Індустрія техногруп»;

**Тін Ю Чен** - голова китайського офісу філії університету в Лінї (Китайська Народна Республіка);

**Фіндура П.** – проректор Словацького аграрного університету в м. Нітра (Словацька Республіка).

**Шарибура А. О.** – завідувач кафедри агроінженерії та технічного сервісу ім. О. Семковича ЛНУП;

**Яковенко І. А.** – завідувач кафедри будівництва НУБіП України.