

УДК 631.3; 629.3.014

ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧОГО ОРГАНА ДЛЯ ЗЧИЩЕННЯ ПОШКОДЖЕНОГО ҐРУНТУ УСЕРЕДИНИ ВИРВ

О. М. ТРОХАНЯК, к.т.н., доцент,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

В. М. КОРНЮШИН, к.т.н.,

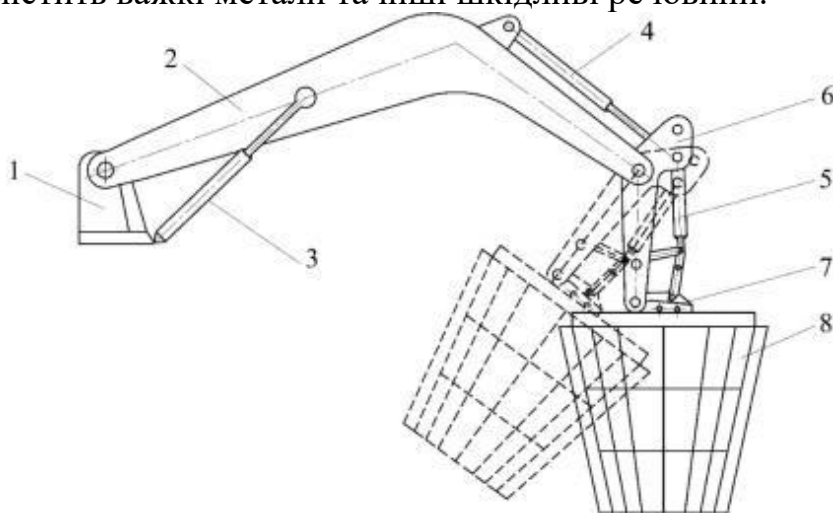
Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН

Внаслідок воєнних дій ґрунтові ресурси України зазнають істотної руйнації, погіршення якості, посилення процесів деградації, виникає ряд механічних, фізичних та хімічних впливів на ґрунтовий покрив. Такі впливи призводять до руйнування структури та функцій ґрунтової екосистеми, ведуть до погіршення фізикогеохімічних властивостей. Найбільше згубного впливу воєнних дій зазнає аграрний сектор економіки і, зокрема, сільські території, а саме: пошкодження і знищення родючого шару ґрунту внаслідок детонації різного роду вибухових предметів і переміщення військової техніки та забруднення його шкідливими речовинами, які містяться у вибуховій речовині і паливно-мастильних матеріалах, засмічення земель сільськогосподарського призначення знищеною військовою технікою, залишками фортифікаційних споруд, уламків деревини тощо. Для відновлення рельєфу земель сільськогосподарського призначення, необхідно зняти чи зчистити пошкоджений шар ґрунту у вирві. Для цього запропоновано використовувати новий робочий орган. Якщо на внутрішній поверхні воронки виявлено небезпечну концентрацію важких металів та інших небезпечних речовин, то знятий забруднений шар ґрунту необхідно спочатку зчистити униз для подальшого зібрання і завантаження транспортного засобу, який буде відвозити його на утилізацію. Якщо знятий шар поверхні вирви містить допустиме значення концентрації забруднюючих речовин, то зчищений шар можна залишити на дні воронки, яку у подальшому засипати.

Нами розроблений робочий орган для механічного зчищення зараженого ґрунту з бічної конічної поверхні вирви, який встановлюється на стрілу екскаватора. На рис. 1 показано схему зазначеного робочого органу та його загальний вигляд.

Стріла екскаватора складається з платформи 1, до якої через шарнірне з'єднання кріпиться сама стріла 2. До стріли 2 приєднано гідроциліндри 3, 4, 5, які дозволяють повертання рукоятки 6, до якої через кронштейн 7 приєднано робочий орган 8 у вигляді зрізаного конуса, внутрішня поверхня якого є порожньою. Запропоновано зробити цей робочий орган активним, тобто таким, який має примусовий обертальний рух за допомогою гідромотора, що приєднаний до гідравлічної мережі екскаватора.

Робочий орган складається з рами у вигляді кругів, до яких приварено швелери та кутники. По висоті зварна конструкція підсилюється кільцями з металевого прутка. Зверху до робочого органа приварено кронштейн для кріплення до стріли екскаватора з можливістю повороту. Робочий орган закріплено на стрілі екскаватора за допомогою кронштейнів. За допомогою гідравлічної системи робочий орган може повертатися під кутом та здійснювати повороти навколо осі органа. Повертання робочого органа дає можливість підібрати кут нахилу робочого органу відносно поверхні вирви, поверхневий шар якої необхідно зчистити. Ребра полиць швелерів і кутників, які приварено на робочому органі, дадуть можливість зняти верхній шар поверхні вирви і таким чином звільнити її від пошкодженого оплавленого ґрунту, який містить важкі метали та інші шкідливі речовини.



а



б

Рис. 1. Конструктивна схема (а) та загальний вигляд (б) стріли екскаватора з встановленим робочим органом

З метою визначення раціональних конструктивних параметрів робочого органу для зчищення пошкодженого ґрунту усередині вирв проведено дослідження впливу сили різання ґрунту полицями швелерів та кутників, які приварені на круги рами, під час зчищення пошкодженого та забрудненого ґрунту вирви. Найбільш значущою складовою процесу зчищення пошкодженого та забрудненого ґрунту робочим органом є різання ґрунту полицями швелерів та кутників, які приварені на круги рами. Відокремлення стружки від масиву ґрунту здійснюється полицями в умовах блокованого асиметричного різання ґрунту. Модель ґрунту та схему його руйнування прийнято з такими припущеннями: ґрунт розглядається як суцільне однорідне ізотропне середовище, яке характеризується механічним складом, пластичністю, зчепленням, внутрішнім, зовнішнім тертям і щільністю. Руйнування забрудненого шару ґрунту проходить за рахунок деформацій зрізу та зсуву після порушення рівноваги діючих сил на елемент стружки за рахунок врізання ребра полиці кутника чи швелера. Елемент стружки при цьому розглядається як тверде тіло, опір відокремлення якого від ґрунтового середовища не залежить від швидкості робочого органу. Далі, внаслідок обертання робочого органу, відбувається деформація зсуву шару забрудненого пошкодженого ґрунту, який знаходився між ребрами полиць кутників і швелерів. Закон розподілу нормального тиску на поверхню полиці в зоні зсуву ґрунту прийнятий лінійним вздовж глибини.

Руйнування при деформації зрізу ґрунту полицями швелерів та кутників робочого органу здійснюється з обмеженням робочого процесу цими вертикальними стінками з одного боку полиці. З іншого боку полиця при взаємодії з масивом ґрунту утворює проріз з одностороннім розвалом. В такому випадку полиця здійснює блоковане асиметричне різання. Глибина різання b буде рівна довжині полиць швелерів та кутників робочого органу, довжина різання l – довжині швелера чи кутника.

Сила, яку необхідно прикласти до однієї полиці швелера чи кутника, для зчищення пошкодженого шару ґрунту буде дорівнювати:

$$P = m_{\epsilon} \cdot b \cdot l \cdot \left(1,78 \cdot \varphi + \frac{2 \cdot m_{\text{біч}}}{m_{\epsilon}} \cdot \frac{t}{l} + \frac{2 \cdot m_{\text{біч.зр}}}{m_{\epsilon}} \cdot \frac{t}{l} \right), \quad (1)$$

де φ – коефіцієнт, що враховує вплив кута різання; m_{ϵ} – узагальнений показник опору ґрунту зсуву, стисненню і внутрішньому тертю при руйнуванні різанням гострим ножом; $m_{\text{біч}}$, $m_{\text{біч.зр}}$ – коефіцієнти, що характеризують питому силу для руйнування ґрунту в бічних розширеннях прорізу і для подолання опорів ґрунту зрізу бічними ребрами полиці. t – товщина полиці швелера чи кутника.

Взаємодія полиць швелерів і кутників робочого органу при зчищенні пошкодженого шару ґрунту визначається за допомогою підсумовування сумування величин сил різання однієї полиці при їх одночасній взаємодії. Зони руйнування ґрунту всіма полицями швелерів і кутників робочого органу мають

ту ж форму, що і при руйнуванні однією полицею. Також тиск ґрунту на кожен полицю однаковим, відповідно середньомаксимальна сила зчищення буде дорівнювати середньому значенню.

Наступним етапом дослідження буде проведення польових випробувань запровадженого робочого органу та розробка гнучкого шнека для вивантаження зараженого ґрунту з внутрішній порожнини вирви у кузов транспортного засобу.

**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.