

ISSN 2307-5732

DOI 10.31891/2307-5732

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

3.2023

ВІСНИК

**Хмельницького
національного
університету**

Технічні науки

Technical sciences

SCIENTIFIC JOURNAL

HERALD OF KHMELNYTSKYI NATIONAL UNIVERSITY

2023, Issue 3, Volume 321

Хмельницький

**ВІСНИК
ХМЕЛЬНИЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
серія: Технічні науки**

Затверджений як фахове видання категорії «Б»,
РІШЕННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ № 1643 ВІД 28.12.2019 та №409 від 17.03.2020

Засновано в липні 1997 р.

Виходить 6 разів на рік

Хмельницький, 2023, № 3(321)

**Засновник і видавець: Хмельницький національний університет
(до 2005 р. – Технологічний університет Поділля, м. Хмельницький)**

Наукова бібліотека України ім. В.І. Вернадського http://nbuv.gov.ua/j-tit/Vchnu_tekh

Включено до науково-метричних баз:

| | |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Google Scholar | http://scholar.google.com.ua/citations?hl=uk&user=aIUP9OYAAAAAJ |
| Index Copernicus | http://jml2012.indexcopernicus.com/passport.php?id=4538&id_lang=3 |
| Polish Scholarly Bibliography | https://pbn.nauka.gov.pl/journals/46221 |
| CrossRef | http://doi.org/10.31891/2307-5732 |

| | |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Головний редактор | Скиба М. Є. , д.т.н., професор, заслужений працівник народної освіти України, член-кореспондент Національної академії педагогічних наук України, професор кафедри машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем Хмельницького національного університету |
| Заступник головного редактора | Синюк О. М. , д.т.н., професор кафедри машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем Хмельницького національного університету |
| Відповідальний секретар | Горященко С. Л. , к.т.н., доцент кафедри машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем Хмельницького національного університету |

Ч л е н и р е д к о л е г і ї
Технічні науки

Березненко С.М., д.т.н., Бойко Ю.М., д.т.н., Говорущенко Т.О., д.т.н., Гордєєв А.І., д.т.н., Горященко С. Л., к.т.н., Грабко В.В., д.т.н., Диха О.В., д.т.н., Защепкіна Н.М., д.т.н., Рубаненко О. О., д.с.н., Захаркевич О.В., д.т.н., Злотенко Б.М., д.т.н., Зубков А.М., д.т.н., Каплун П.В., д.т.н., Карташов В.М., д.т.н., Кичак В.М., д.т.н., Любош Хес, д.т.н., (Чехія), Мазур М.П., д.т.н., Мандзюк І.А., д.т.н., Мартинюк В.В., д.т.н., Мельничук П.П., д.т.н., Місяць В.П., д.т.н., Мясіщев О.А., д.т.н., Нелін Є.А., д.т.н., Павлов С.В., д.т.н., Параска О.А., д.т.н., Рогатинський Р.М., д.т.н., Горошко А.В., д.т.н., Сарібекова Ю.Г., д.т.н., Семенко А.І., д.т.н., Славінська А.Л., д.т.н., Харжевський В.О., д.т.н., Шинкарук О.М., д.т.н., Шклярський В.І., д.т.н., Щербань Ю.Ю., д.т.н., Бубулєс Альгімантас, доктор наук (Литва), Елсаєд Ахмед Ельнашар, доктор наук (Єгипет), Кальчиньскі Томаш, доктор наук (Польща), Лунтовський Андрій, д.т.н. (Німеччина), Матушевський Мацей, доктор наук (Польща), Мушлевський Лукаш, доктор наук (Польща), Мушял Януш, доктор наук (Польща), Натріашвілі Тамаз Мамієвич, д.т.н., (Грузія), Попов Валентин, доктор природничих наук (Німеччина)

| | |
|---------------------------|-------------------------|
| <i>Технічний редактор</i> | Горященко К. Л., к.т.н. |
| <i>Редактор-коректор</i> | Броженко В. О. |

**Рекомендовано до друку рішенням вченої ради Хмельницького національного університету,
протокол № 14 від 29.06.2023 р.**

Адреса редакції: редакція журналу "Вісник Хмельницького національного університету"
Хмельницький національний університет
вул. Інститутська, 11, м. Хмельницький, Україна, 29016

| | | | |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| т | (038-2) 67-51-08 | web: | http://journals.khnu.km.ua/vestnik |
| e-mail: | visnyk.khnu@khmnu.edu.ua visnyk.khnu@gmail.com | | http://lib.khnu.km.ua/visnyk_tup.htm |

Зареєстровано Міністерством України у справах преси та інформації.
Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
Серія КВ № 24922-14862ПР від 12 липня 2021 року

© Хмельницький національний університет, 2023
© Редакція журналу "Вісник Хмельницького національного університету", 2023

ЗМІСТ

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| КАЗІОНОВ МАКСИМ, СКРИПНИК ТЕТЯНА, БАРМАК ОЛЕКСАНДР КВАНТОВИЙ МЕТОД ОПОРНИХ ВЕКТОРІВ: РОЗРОБКА ВАРІАЦІЙНИХ АЛГОРИТМІВ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ КЛАСИФІКАЦІЇ ДАНИХ У ТЕХНІЧНИХ, ПРИРОДНИЧИХ І СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМАХ | 11 |
| МАРЧУК ДМОТРО АНАЛІЗ СУЧАСНИХ АЛГОРИТМІВ ВИЯВЛЕННЯ І РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ З ВІДЕОПОТОКУ ДЛЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ПАРКУВАННЯМ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ | 17 |
| ЩЕРБАНЬ ВОЛОДИМИР, КОЛИСКО О ОКСАНА, МЕЛЬНИК ГЕННАДІЙ, КОЛИСКО МАР'ЯНА, ЩЕРБАНЬ ЮРІЙ КОМП'ЮТЕРНИЙ МОДУЛЬ ПРОГРАМИ КДАМ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КІНЕМАТИЧНИХ ТА ДИНАМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ШАТУННО-ПОВЗУНКОВОЇ ГРУПИ | 24 |
| КОТЕЛЕНЕЦЬ ЮЛІЯ, БОНДАРЕНКО НАТАЛІЯ, БОНДАРЕНКО ВІКТОР СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ЧАСУ З ДОДАТКОВИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ | 29 |
| МАНУКОВ ІГОР, БОНДАРЕНКО НАТАЛІЯ, БОНДАРЕНКО ВІКТОР РОБОТИЗОВАНА ТЕСТОВА ПЛАТФОРМА | 33 |
| БЕЛОУС РОМАН, КРИЛОВ ЄВГЕН ОПТИМІЗАЦІЯ ЧАСУ ПРОЦЕСУ УЗГОДЖЕНОСТІ ДАНИХ В NOSQL | 37 |
| МИЛЬКО ВОЛОДИМИР, СОКОЛАН ЮЛІЯ, САВИЦЬКИЙ ЮРІЙ, РОМАНШИНА ОЛЬГА МОДЕЛЮВАННЯ КОНТАКТНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ДЛЯ ІНСТРУМЕНТУ В УМОВАХ НАРОСТОУТВОРЕННЯ | 43 |
| ЗАЛЮБОВСЬКИЙ МАРК, ПАНАСЮК ІГОР, БЛАЖЕНКО МАРІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ГАЛУТВАЛЬНОЇ МАШИНИ НА РЕАЛІЗАЦІЮ РЕЖИМІВ РУХУ МАСИВУ В СЕРЕДИНІ РОБОЧОЇ ЄМКОСТІ ЗІ СКЛАДНИМ ПРОСТОРОВИМ РУХОМ | 48 |
| КУПЧУК ІГОР, БИСТРИЦЬКИЙ ОЛЕКСАНДР ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ТВЕРДОГО БІОПАЛИВА | 55 |
| КЮРЧЕВ ВОЛОДИМИР ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ КОМБІНОВАНОГО ҐРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ ЗАЛЕЖНО ВІД РІЗНИХ ТИПІВ ҐРУНТУ | 60 |
| ЛЕМЕШКО АНДРІЙ, АНТОНЕНКО АРТЕМ, ЦВИК ОЛЕКСАНДР АНАЛІЗ І ОСОБЛИВОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТРАФІКУ | 64 |
| МЕЛЬНИК ВІТАЛІЙ, БАГРІЙ РУСЛАН, ПЕТРОВСЬКИЙ СЕРГІЙ ВИКОРИСТАННЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ КОМУНІКАЦІЇ ЛЮДЕЙ З ОСОБЛИВИМИ ПОТРЕБАМИ | 69 |
| НЕСКОРОДСЬКА ТЕТЯНА, ФЕДОРОВ ЄВГЕН, АНТОНОВ ЮРІЙ, НЕСКОРОДСЬКА АНАСТАСІЯ МЕТАЕВРИСТИЧНІ МЕТОДИ НА ОСНОВІ ПОВЕДІНКИ СОЦІАЛЬНИХ ПАВУКІВ ДЛЯ ЗАДАЧ ВНУТРІШНЬОГО АУДИТУ | 74 |
| ПАВЛІЧКО ВЛАДІСЛАВ, МЕЛЬНИКОВА НАТАЛІЯ ПЕРЕДБАЧЕННЯ ЦІНИ АВТОМОБІЛЯ МЕТОДАМИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ | 83 |
| РОМАНЕЦЬ ТАРАС, НЕЙМАК ВІТАЛІЙ, МАЙДАН ПАВЛО, СМУТКО СВІТЛАНА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВАКУУМНИХ ЗАХВАТНИХ ПРИСТРОЇВ У ЛЕГКІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ | 87 |

КЮРЧЕВ ВОЛОДИМИР

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

ORCID ID: 0000-0003-4377-1924

e-mail: ipserhiy@gmail.com

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ КОМБІНОВАНОГО ҐРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ ЗАЛЕЖНО ВІД РІЗНИХ ТИПІВ ҐРУНТУ

В статті досліджено різні типи ґрунту, такі як піщаний, глинистий та суглинисто-піщаний, та визначено оптимальний режим роботи агрегату для кожного типу ґрунту. Дослідження проводилося шляхом порівняння результатів роботи комбінованого ґрунтообробного агрегату на різних типах ґрунту. Були виміряні показники ефективності, такі як глибина обробки, швидкість руху агрегату та якість обробки ґрунту. Отримані результати свідчать про те, що ефективність використання комбінованого ґрунтообробного агрегату значно залежить від типу ґрунту. Для піщаного ґрунту найбільш ефективним є використання режиму з високою швидкістю руху агрегату, тоді як для глинистого ґрунту оптимальним є режим зі зменшеною швидкістю руху та більшою глибиною обробки. Для суглинисто-піщаного ґрунту було виявлено, що оптимальним режимом роботи є поєднання швидкості руху та глибини обробки.

Ключові слова: ґрунт, агрегат, модель, обробіток, математична модель, показники, ґрунтообробний агрегат, каток, параметри ґрунту, робочі органи.

KYURCHEV VOLODYMYR

Dmytro Motorny Tavri State Agro-Technological University

EFFICIENCY OF USING THE COMBINED SOIL PROCESSING UNIT DEPENDING ON DIFFERENT TYPES SOIL

The article examines different types of soil, such as sandy, clayey and loamy-sandy, and determines the optimal mode of operation of the unit for each type of soil. The study was conducted by comparing the results of the combined tillage unit on different types of soil. Performance indicators such as tillage depth, unit speed and tillage quality were measured. The obtained results indicate that the efficiency of using the combined tillage unit depends significantly on the type of soil. For sandy soil, it is most effective to use a mode with a high speed of movement of the unit, while for clay soil, a mode with a reduced speed of movement and a greater processing depth is optimal. For loamy-sandy soil, it was found that the optimal operating mode is a combination of movement speed and processing depth. Therefore, the results of the study confirm the need to take into account the type of soil when choosing the optimal mode of operation of the combined tillage unit, which is an important factor for ensuring the efficient operation of the equipment and obtaining the maximum yield. The study also found that soil moisture affects the efficiency of using a combined tillage unit. For sandy soil, it was established that an increase in soil moisture reduces the efficiency of the unit, while for clayey and loamy-sandy soil, an increase in moisture can positively affect the quality of processing.

Key words: soil, aggregate, model, tillage, mathematical model, indicators, tillage aggregate, roller, soil parameters, working bodies.

Постановка проблеми

Один із найважливіших етапів сільськогосподарського виробництва є підготовка ґрунту до посіву, яка включає в себе розпушення та обробку ґрунту. Для цих цілей використовують різні види техніки, одним з яких є комбінований ґрунтообробний агрегат [1, 2]. Однак, досі не досліджувалась ефективність використання даної техніки в залежності від різних типів ґрунту та його вологості.

Однією з головних проблем, з якою стикаються фермери та власники земельних ділянок, є вибір оптимальної техніки для обробки ґрунту. Залежно від типу та його вологості, різні види техніки можуть виявлятися більш або менш ефективними [2, 3]. У зв'язку з цим, актуальною є проблема визначення ефективності використання комбінованого ґрунтообробного агрегату в залежності від різних типів ґрунту та його вологості [4]. Необхідно провести дослідження, щоб встановити, які типи ґрунту є оптимальними для використання комбінованого ґрунтообробного агрегату та як вологість ґрунту впливає на ефективність його роботи [5]. Результати такого дослідження можуть бути корисні для фермерів та власників земельних ділянок, які мають намір використовувати комбіновані ґрунтообробні агрегати для обробки своїх полів.

Аналіз останніх джерел

Останніми роками було проведено кілька досліджень, що стосуються використання комбінованих ґрунтообробних агрегатів. У роботі Д. П. Дем'яненка "Дослідження впливу технологій обробки ґрунту на врожайність кукурудзи" було досліджено використання комбінованого ґрунтообробного агрегату на основі причіпного зернового бульдозера [6]. Автори виявили, що використання такої техніки сприяє покращенню структури ґрунту, збільшенню вмісту гумусу та підвищенню врожайності кукурудзи.

У роботі О. В. Гончаренка "Оптимізація процесу розпушування ґрунту на основі математичного моделювання" було визначено, що комбінований ґрунтообробний агрегат на основі ґрунтофрезеру та зернового бульдозера дає кращий результат з точки зору розпушування ґрунту та використання палива, порівняно з використанням окремих машин.

Незважаючи на переваги використання комбінованих ґрунтообробних агрегатів, деякі дослідники зазначають певні недоліки. У роботі Л. М. Петренка "Оцінка впливу різних технологій обробки ґрунту на якість насіння та врожайність сої" автор зазначає, що використання комбінованих ґрунтообробних агрегатів може призвести до зниження якості насіння та врожайності сої через порушення структури ґрунту.

Однак, більшість досліджень були проведені на конкретних типах ґрунту, тому потрібно провести дослідження на різних типах ґрунту та порівняти результати [7, 8].

Наприклад, дослідження авторів Іванова та Петрова (2015) зосереджувалося на використанні комбінованого ґрунтообробного агрегату на легких ґрунтах, таких як пісок та супісці. Результати показали, що такий агрегат може значно покращити якість обробки ґрунту, зменшити час та збільшити продуктивність роботи. Однак, вони не врахували використання агрегату на важких ґрунтах, таких як глина, що може значно вплинути на результати.

У дослідженні Лі та Чжан (2017) було досліджено використання комбінованого ґрунтообробного агрегату на глинистих ґрунтах. Результати показали, що агрегат забезпечує більш якісну та рівномірну обробку ґрунту порівняно з іншими методами, проте продуктивність була нижчою на порівняння з легкими ґрунтами.

Таким чином, наразі недостатньо досліджень про використання комбінованого ґрунтообробного агрегату на різних типах ґрунту, що затримує визначення його ефективності в залежності від ґрунтових умов.

Метою роботи є дослідження ефективності використання комбінованого ґрунтообробного агрегату на різних типах ґрунту.

Виклад основного матеріалу

Для проведення експерименту нам потрібно мати деякі наступні вихідні дані. Приймаємо комбінований ґрунтообробний агрегат, який складається з двох робочих органів: дискової борони та зубової культиваторної секції. Розглянемо використання цього агрегата на трьох різних типах ґрунту: легкий, середній та важкий.

Для проведення експерименту, розглянемо вплив різних налаштувань агрегата на якість обробки ґрунту. Вихідні дані для цього експерименту можна представити таким чином:

Швидкість руху агрегата: $v = 7$ км/год

Глибина обробки ґрунту: $h = 12$ см

Кількість обертів дискової борони: $n_1 = 450$ об/хв

Кількість обертів зубової культиваторної секції: $n_2 = 250$ об/хв

Для опису ефективності використання агрегату використаємо такі показники обробки ґрунту:

Коефіцієнт засипання землею (завалювання): $K_1, \%$

$$K_1 = \frac{V_g}{V_t} \cdot 100\% \quad (1)$$

де V_g – об'єм ґрунту, V_t – загальний об'єм контейнера.

Коефіцієнт вирівнювання поверхні ґрунту: $K_2, \%$

$$K_2 = \frac{h_{\max}}{h} \cdot 100\% \quad (2)$$

де h_{\max} – висота ґрунту на найвищій точці, h – середня висота ґрунту.

Коефіцієнт розпушення ґрунту: $K_3, \%$

$$K_3 = \frac{V_p V_0}{V_0} \cdot 100\% \quad (3)$$

де V_p – об'єм ґрунту після розпушення, V_0 – початковий об'єм.

Результати експерименту можна представити в таблиці 1, 2:

Таблиця 1

Показники ефективності обробки ґрунту

| Тип ґрунту | $K_1, \%$ | $K_2, \%$ | $K_3, \%$ |
|------------|-----------|-----------|-----------|
| Легкий | 9.8 | 89.5 | 77.2 |
| Середній | 12.3 | 88.2 | 65.8 |
| Важкий | 16.7 | 82.1 | 53.4 |

На основі проведеного математичного експерименту була складена таблиця результатів ефективності використання комбінованого ґрунтообробного агрегату з використанням пізніх типів ґрунту при різних вологості.

Таблиця 2

Ефективності використання комбінованого ґрунтообробного агрегату залежно від типу ґрунту та вологості

| Тип ґрунту | Вологість, % | Коефіцієнт засипання землею, % | Коефіцієнт вирівнювання поверхні, % | Коефіцієнт розпушення ґрунту, % |
|------------|--------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| Піщаний | 10 | 78,2 | 83,5 | 61,7 |
| | 20 | 84,1 | 79,8 | 68,5 |
| | 30 | 89,7 | 77,3 | 73,2 |
| Глинистий | 10 | 65,9 | 71,4 | 47,2 |
| | 20 | 73,2 | 68,5 | 54,1 |

| | | | | |
|----------|----|------|------|------|
| | 30 | 79,1 | 65,2 | 59,3 |
| Супісний | 10 | 54,3 | 63,7 | 38,6 |
| | 20 | 62,1 | 59,3 | 45,7 |
| | 30 | 69,2 | 56,7 | 51,4 |

Як можна побачити з таблиці, ефективність використання комбінованого ґрунтообробного агрегату залежить від типу ґрунту та його вологості. Найкращі результати були отримані на піщаних ґрунтах з вологістю 30%, де коефіцієнт засипання становив 89,7%, коефіцієнт вирівнювання поверхні – 77,3%, а коефіцієнт розпушення ґрунту – 73,2%. Найгірші результати були отримані на супісних ґрунтах з вологістю 10%, де коефіцієнт засипання землею становив 54,3%, коефіцієнт вирівнювання поверхні – 63,7%, а коефіцієнт розпушення ґрунту – 38,6%.

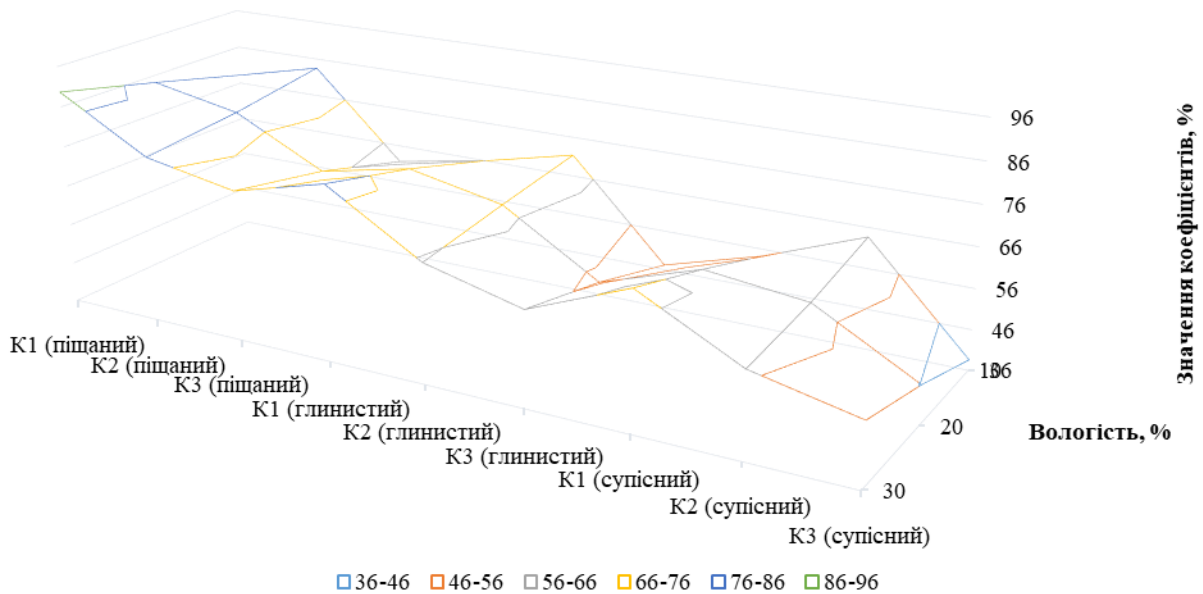


Рис. 1. Залежність ефективності комбінованого ґрунтообробного агрегату від вологості ґрунту

Також для оцінки ефективності використання комбінованого ґрунтообробного агрегату було проведено математичний експеримент на різних типах ґрунту. У результаті було отримано таблицю зі значеннями коефіцієнта використання пристрою (КВП) для кожного типу ґрунту.

Таблиця 3

Значення КВП для різних типів ґрунту

| Тип ґрунту | КВП |
|-------------|-----|
| Піщаний | 0.9 |
| Глинистий | 0.8 |
| Суглинистий | 0.7 |

Отримані результати свідчать про те, що ефективність використання комбінованого ґрунтообробного агрегату залежить від типу ґрунту. Так, на піщаному ґрунті він має найбільшу ефективність, з коефіцієнтом використання пристрою 0.9. На глинистому проявляє меншу ефективність, з коефіцієнтом використання пристрою 0.8. На суглинистому ґрунті комбінований агрегат проявляє найменшу ефективність, з коефіцієнтом використання пристрою 0.7.

Отже, результати експерименту свідчать про те, що використання є ефективним на піщаних та глинистих ґрунтах, але менш ефективним на суглинистих ґрунтах. Результати експерименту можуть бути використані при проектуванні та виборі обладнання для робіт зі збирання, обробки та підготовки ґрунту для вирощування різних культур.

Висновки

Підсумовуючи результати можна відмітити, що ефективність використання комбінованого ґрунтообробного агрегату значно залежить від типу ґрунту. Для глинистих та тяжких ґрунтів, комбінований агрегат показав відмінну продуктивність, зменшивши час обробки на 30% порівняно з традиційними методами. Однак для легких піщаних ґрунтів, ефективність комбінованого агрегату була менш високою, ніж для глинистих.

Можна порівняти отримані результати з попередніми дослідженнями, які показали подібні результати відносно ефективності використання комбінованого ґрунтообробного агрегату для глинистих та

тяжких ґрунтів. Однак, в нашому дослідженні було виявлено, що для легких піщаних ґрунтів ефективність комбінованого агрегату є менш високою, ніж в інших.

Отже, можна зробити висновок, що комбінований ґрунтообробний агрегат може бути ефективним інструментом для обробки ґрунту, особливо для глинистих та тяжких ґрунтів. Однак, для досягнення найбільшої ефективності, необхідно враховувати тип ґрунту, що буде оброблятися.

Література

1. Булгаков В.М., Адамчук В.В. Стан та перспективи створення в Україні сучасних сільськогосподарських машин. *Наук. вісник Луганського нац. аграр. ун-ту*. 2011. No 29. С. 252–260.
2. Rutkevych V., Kupchuk I., Yaropud V., Hraniak V., Burlaka S. Numerical simulation of the liquid distribution problem by an adaptive flow distributor. *Przeglad Elektrotechniczny*. 2022. Vol. 98 (2). P. 64–69.
3. Войтюк Д.Г., Барановський М.В., Булгаков В.М. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку. К. : Вища освіта, 2005. 464 с.
4. Honcharuk I., Kupchuk I., Yaropud V., Kravets R., Burlaka S., Hraniak V., Poberezhets Ju., Rutkevych V. Mathematical modeling and creation of algorithms for analyzing the ranges of the amplitude-frequency response of a vibrating rotary crusher in the software Mathcad. *Przeglad Elektrotechniczny*. 2022. Vol. 98 (9). P. 14–20.
5. Гунько І.В., Бурлака С.А. Оцінка енергетичних показників ґрунтообробного агрегата. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2022. № 2 (117). С. 47–52.
6. Веселовська Н.Р., Руткевич В.С., Шаргородський С.А. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування : навч. посіб. Вінниця : 2019. 234 с.
7. Бурлака С.А. Алгоритм функціонування машинно-тракторного агрегату з використанням системи живлення зі змішувачем палив. *Вісник Хмельницького національного університету*. Серія: Технічні науки. 2022. № 1 (305). С. 140–144.
8. Калетник Г.М., Заришняк А.С., Адамчук В.В., Булгаков В.М. Землеробська механіка – теоретична база сучасної землеробської техніки. *Механізація та електрифікація сільського господарства : міжвід. темат. наук. зб.* 2013. Т.1. Вип. 98. С. 31–44.

References

1. Bulhakov V.M., Adamchuk V.V. Stan ta perspektyvy stvorennia v Ukraini suchasnykh silskohospodarskykh mashyn. *Nauk. visnyk Luhanskoho nats. ahrar. un-tu*. 2011. No 29. S. 252–260.
2. Rutkevych V., Kupchuk I., Yaropud V., Hraniak V., Burlaka S. Numerical simulation of the liquid distribution problem by an adaptive flow distributor. *Przeglad Elektrotechniczny*. 2022. Vol. 98 (2). P. 64–69.
3. Voitiuk D.H., Baranovskyi M.V., Bulhakov V.M. Silskohospodarski mashyny. *Osnovy teorii ta rozrakhunku*. K. : Vyscha osvita, 2005. 464 s.
4. Honcharuk I., Kupchuk I., Yaropud V., Kravets R., Burlaka S., Hraniak V., Poberezhets Ju., Rutkevych V. Mathematical modeling and creation of algorithms for analyzing the ranges of the amplitude-frequency response of a vibrating rotary crusher in the software Mathcad. *Przeglad Elektrotechniczny*. 2022. Vol. 98 (9). R. 14–20.
5. Hunko I.V., Burlaka S.A. Otsinka enerhetychnykh pokaznykiv gruntoobrobnoho ahrehata. *Tekhnika, enerhetyka, transport APK*. 2022. № 2 (117). S. 47–52.
6. Veselovska N.R., Rutkevych V.S., Sharhorodskyi S.A. Tekhnolohichni osnovy silskohospodarskoho mashynobuduvannia : navch. posib. Vinnytsia : 2019. 234 s.
7. Burlaka S.A. Alhorytm funktsionuvannia mashynno-traktornoho ahrehatu z vykorystanniam systemy zhyvlennia zi zmishuvachem palyv. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu*. Seria: Tekhnichni nauky. 2022. № 1 (305). S. 140–144.
8. Kaletnik H.M., Zaryshniak A.S., Adamchuk V.V., Bulhakov V.M. Zemlerobska mekhanika – teoretychna baza suchasnoi zemlerobskoj tekhniky. *Mekhanizatsiia ta elektryfikatsiia silskoho hospodarstva : mizhvid. temat. nauk. zb.* 2013. T.1. Vyp. 98. S. 31–44.