Всеукраїнський науково-технічний журнал

All-Ukrainian Scientific & Technical Journal

ISSN 2520-6168 (Print)
DOI:10.37128/2520-6168-2023-1

Machinery
Energetics
Transport
of Agribusiness

# ТЕХНІКА
# ЕНЕРГЕТИКА
# ТРАНСПОРТ АПК

*Всеукраїнський науково-технічний журнал*

# ТЕХНІКА, ЕНЕРГЕТИКА, ТРАНСПОРТ АПК

***№ 1 (120) / 2023***

**м. Вінниця - 2023**

© Вінницький національний аграрний університет, 2023

Журнал науково-виробничого та навчального спрямування
Видавець: Вінницький національний аграрний університет

# ТЕХНІКА, ЕНЕРГЕТИКА, ТРАНСПОРТ АПК

Заснований у 1997 році під назвою «Вісник Вінницького державного сільськогосподарського інституту».
Правонаступник видання: Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки.
*Свідоцтво про державну реєстрацію засобів масової інформації*
КВ № 16644–5116 ПР від 30.04.2010 р.

***Всеукраїнський науково – технічний журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК» / Редколегія: Токарчук О.А. (головний редактор) та інші. Вінниця, 2023. № 1 (120). С. 158.***

***Друкується за рішенням Вченої ради Вінницького національного аграрного університету (протокол № 9 від 01.05.2023 р.)***

***Свідоцтво про державну реєстрацію засобів масової інформації №21906-11806 Р від 12.03.2016р.***

***Журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК» включено до переліку наукових фахових видань України з технічних наук (Категорія «Б», Наказ Міністерства освіти і науки України від 02.07.2020 року №886);***

- ***присвоєно ідентифікатор цифрового об'єкта (Digital Object Identifier – DOI);***
- ***індексується в CrossRef, Google Scholar;***
- ***індексується в міжнародній наукометричній базі Index Copernicus Value з 2018 року.***

***Головний редактор***

***Токарчук О.А.*** – к.т.н., доцент, Вінницький національний аграрний університет

***Заступник головного редактора***

***Веселовська Н.Р.*** **–** д.т.н., професор, Вінницький національний аграрний університет

***Відповідальний секретар***

***Полєвода Ю.А.*** **–** к.т.н., доцент, Вінницький національний аграрний університет

***Члени редакційної колегії***

***Булгаков В.М.*** – д.т.н., професор, академік НААН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України

***Граняк В.Ф.*** **–** к.т.н., доцент, Вінницький національний технічний університет

***Іванчук Я.В.*** – к.т.н., доцент, Вінницький національний технічний університет

***Іскович – Лотоцький Р.Д.*** – д.т.н., професор, Вінницький національний технічний університет

***Купчук І.М.*** **–** к.т.н., доцент, Вінницький національний аграрний університет

***Спірін А.В.*** **–** к.т.н., доцент, Вінницький національний аграрний університет

***Твердохліб І.В.*** .т.н., доцент, Вінницький національний аграрний університет

***Цуркан О.В.*** – д.т.н., доцент, Вінницький національний аграрний університет

***Яропуд В.М.*** **–** к.т.н., доцент, Вінницький національний аграрний університет

***Зарубіжні члени редакційної колегії***

***Йордан Максимов*** – д.т.н., професор Технічного університету Габрово (Болгарія)

Відповідальний секретар редакції **Полєвода Ю.А.** – к.т.н., доцент, Вінницький національний аграрний університет
Адреса редакції: 21008, Вінниця, вул. Сонячна 3, Вінницький національний аграрний університет, тел. (0432) 46– 00– 03
**Сайт журналу:** http://tetapk.vsau.org/ **Електронна адреса:** pophv@ukr.net

## ЗМІСТ

### І. АГРОІНЖЕНЕРІЯ

*Алієв Е.Б., Бабин І.А., Сокол С.П.*
**ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ АЕРОДИНАМІЧНОЇ СЕПАРАЦІЇ ДРІБНОЗЕРНИСТОГО СИПКОГО МАТЕРІАЛУ…….. 5**
*Борисюк Д.В., Твердохліб І.В., Купчук І.М., Полєвода Ю.А.*
**МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДІАГНОСТУВАННЯ ПІДШИПНИКОВОГО ВУЗЛА МАТОЧИНИ КЕРОВАНИХ МОСТІВ КОЛІСНИХ ТРАКТОРІВ ТЯГОВОГО КЛАСУ 1,4… 14**
*Дуганець В.І., Грушецький С.М., Токарчук О.А., Бончик В.С., Федірко П.П.*
**АНАЛІЗ ОСНОВНИХ НЕСПРАВНОСТЕЙ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ ТА ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ РОБОТОЗДАТНОСТІ НА ЗБИРАННІ ЗЕРНОВИХ, ЗЕРНОБОБОВИХ ТА ІНШИХ КУЛЬТУР……. 21**
*Єленич А.П., Ємчик В.В.*
**ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ТРАКТОРІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ КОМПАНІЇ CASE…….. 29**
*Кондратюк Д.Г.*
**ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОЇ ШИРИНИ ЗАХВАТУ РОТАЦІЙНИХ ГРАБЛІВ З КЕРОВАНИМИ ГРАБЛИНАМИ……. 40**
*Кюрчев В.М., Веселовська Н.Р., Бурлака С.А.*
**ПІДВИЩЕННЯ ТЯГОВО-ЗЧІПНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЗАСОБУ ПРИ ПРОВЕДЕННІ КОМБІНОВАНИХ ОПЕРАЦІЙ ОБРОБІТКУ ГРУНТУ…… 48**
*Рябошапка В.Б., Нагорняк І.О.*
**ПІДБІР МОДЕЛІ ТУРБОКОМПРЕСОРА ДЛЯ ПЕРЕОБЛАДНАННЯ ДИЗЕЛІВ З ВІЛЬНИМ ВПУСКОМ НА ДИЗЕЛІ З ТУРБОНАДДУВАННЯМ…….. 54**

### ІІ. ПРИКЛАДНА МЕХАНІКА. МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО. ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

*Іскович-Лотоцький Р.Д., Шевченко В.В., Веселовська Н.Р., Залізняк Р.О.*
**ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ЗАНУРЕННЯ ПАЛЬ В САДКАХ ТА ВИНОГРАДНИКАХ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ ГІДРОСТРУМЕНЕВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ….. 64**
*Матвійчук В.А., Михалевич В.М., Штуць А.А.*
**АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ МАТЕРІАЛУ ЗАГОТОВОК ПРИ ВИСАДЖУВАННІ РЕСУРСООЩАДНИМ МЕТОДОМ ШТАМПУВАННЯ ОБКОЧУВАННЯМ…… 76**
*Пазюк В.М.*
**ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАСІННЯ РІПАКУ ЯК ОБЄКТУ СУШІННЯ……... 86**
*Полєвода Ю.А., Кравець С.М.*
**СУЧАСНІ ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ В ХАРЧОВІЙ ГАЛУЗІ…….. 94**
*Руткевич В.С., Шаргородський С.А.*
**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ГАЛЬМУВАННЯ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА ЗА ДОПОМОГОЮ ОБ'ЄМНОЇ ГІДРОТРАНСМІСІЇ ГСТ-90…… 102**
*Телятник І.А.*
**ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНЕВОЇ ПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ ПРИ ГІДРОІМПУЛЬСНОМУ ВПЛИВІ……... 110**
*Яропуд В.М., Лавренюк П.П.*
**ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КОНВЕКТИВНОЇ СУШАРКИ ВОЛОСЬКИХ ГОРІХІВ…… 120**

### ІІІ. ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

*Граняк В.Ф., Дудник В.О.*
**МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЗАЛЕЖНОСТІ ПУСКОВОГО МОМЕНТУ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ВІД ПОЧАТКОВОГО КУТОВОГО ПОЛОЖЕННЯ РОТОРА…… 132**

**CONTENTS**

**I. AGROENGINEERING**

*Elchyn Aliiev, Ihor Babyn, Serhiy Sokol*
**NUMERICAL SIMULATION OF THE PROCESS OF AERODYNAMIC SEPARATION OF FINE-GRAINED BULK MATERIAL ……..….. 5**
*Dmytro Borysiuk, Igor Tverdokhlib, Ihor Kupchuk, Yurii Polievoda*
**MATHEMATICAL MODEL OF DIAGNOSTIC BEARING ASSEMBLY OF HUB OF STEERING AXLES OF WHEEL TRACTORS OF DRIVING CLASS 1,4……. 14**
*Vasyl Duganets, Sergii Hrushetskyi, Oleksii Tokarchuk, Vitalii Bonchyk, Pavlo Fedirko*
**ANALYSIS OF THE MAIN MALFUNCTIONS OF GRAIN HARVESTERS AND WAYS TO INCREASE THEIR EFFICIENCY IN HARVESTING GRAIN, LEGUMINOUS AND OTHER CROPS……... 21**
*Viktor Yemchyk, Anatoliy Yelenych*
**DESIGN FEATURES OF CASE AGRICULTURAL TRACTORS……... 29**
*Dmytro Kondratuk*
**CHOOSING A REASONABLE GRIP WIDTH OF ROTARY RAKES WITH CONTROLLED RAKES…… 40**
*Volodymyr Kyurchev, Nataliya Veselovska, Serhii Burlaka*
**INCREASING THE TRACTION AND TRACTION CHARACTERISTICS OF THE ENERGY VEHICLE WHEN CARRYING OUT COMBINED SOIL PROCESSING OPERATIONS…..…… 48**
*Vadim Ryaboshapka, Ivan Nahorniak*
**CHOOSING A TURBOCOMPRESSOR MODEL FOR CONVERTING FREE INLET DIESELS TO TURBOCHARGED DIESELS…….. 54**

**II. APPLIED MECHANICS. MATERIALS SCIENCE. INDUSTRY MACHINERY BUILDING**

*Rostyslav Iskovich-Lototskyy, Vasyl Shevchnko, Nataliia Veselovska, Roman Zalizniak*
**INCREASING THE PRODUCTIVITY OF PILE DIVING IN ORCHARDS AND VINEYARDS BY USING HYDROJET TECHNOLOGY……..…... 64**
*Viktor Matviychuk, Volodymyr Mikhalevich, Andrii Shtuts*
**ANALYSIS OF THE STATE OF STRESS AND DEFORMATION OF THE MATERIAL OF THE BILLET WHEN PLANTING BY THE RESOURCE-SAVING METHOD OF STAMPING BY ROLLING……... 76**
*Vadym Paziuk*
**STUDY OF THE PROPERTIES OF RAPESEED AS A DRYING OBJECT……..……... 86**
*Yuriy Polyevoda, Svetlana Kravets*
**MODERN INNOVATIVE CLEANING TECHNOLOGIES IN THE FOOD INDUSTRY…….. 94**
*Volodymyr Rutkevych, Serhiy Shargorodskiy*
**STUDY OF THE BRAKING PROCESS OF A GRAIN HARVESTER USING VOLUME HYDROTRANSMISSION GST-90……. 102**
*Inna Telyatnik*
**RESEARCH OF SURFACE PLASTIC DEFORMATION UNDER HYDRO-IMPULSE INFLUENCE……...……... 110**
*Vitalii Yaropud, Petro Lavreniuk*
**WAYS OF IMPROVING THE DESIGN OF THE WALNUT CONVECTIVE DRYER……. 120**

**III. ELECTRICAL ENERGY, ELECTRICAL ENGINEERING AND ELECTROMECHANICS**

*Valerii Hraniak, Volodymyr Dudnyk*
**MATHEMATICAL MODEL OF THE DEPENDENCE OF THE STARTING TORQUE OF AN ASYNCHRONOUS ELECTRICAL MOTOR ON THE INITIAL ANGULAR POSITION OF THE ROTOR…… 132**

**УДК 631.312.06**
**DOI: 10.37128/2520-6168-2023-1-6**

# ПІДВИЩЕННЯ ТЯГОВО-ЗЧІПНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЗАСОБУ ПРИ ПРОВЕДЕННІ КОМБІНОВАНИХ ОПЕРАЦІЙ ОБРОБІТКУ ГРУНТУ

**Кюрчев Володимир Миколайович**, д.т.н., професор
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного
**Веселовська Наталія Ростиславівна,** д.т.н., професор
**Бурлака Сергій Андрійович**, доктор філософії, старший викладач
Вінницький національний аграрний університет

**Volodymyr Kyurchev,** Doctor of Technical Sciences, Professor
Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University
**Nataliya Veselovska**, Doctor of Technical Sciences, Professor
**Serhii Burlaka**, Ph.D., Senior Lecturer
Vinnytsia National Agrarian University

*Стаття присвячена дослідженню методів та засобів, які допомагають підвищити тягово-зчіпні характеристики енергетичних засобів, зокрема тракторів, при виконанні комбінованих операцій обробки ґрунту. У статті проаналізовано вплив розподілу ваги, тиску у шинах та застосування спеціальних пристроїв на якість виконання операцій грунтообробки.*

*Встановлено, що ефективність комбінованих операцій залежить від рівня тягово-зчіпних характеристик енергетичного засобу. Для підвищення тягових характеристик трактора запропоновано використовувати математичні методи збільшення тиску у шинах та оптимальний розподіл ваги на вісь. Також в статті описані спеціальні пристрої для збільшення тягового опору, що допомагають забезпечити кращу зчепність та підвищити тягові характеристики. У даній статті досліджується вплив показників ґрунту на тягово-зчіпні показники енергетичного засобу під час проведення комбінованих операцій обробки ґрунту. Було встановлено, що показники, такі як вологість, густина та фракційний склад, мають значний вплив на якість виконання обробки та тягові параметри трактора.*

*Для вирішення даної проблеми запропоновано методи підвищення тягово-зчіпних характеристик, такі як математичний метод збільшення тиску в шинах та метод оптимального розподілу ваги на підвісці. Також розглянуто застосування спеціальних пристроїв для збільшення тягового опору, що допомагають забезпечити кращу зчепність та підвищити тягові величини.*

*Дослідження, можуть бути корисними для фахівців з обробітку ґрунту та технічного обслуговування тракторів, які займаються оптимізацією роботи енергетичних засобів на сільськогосподарських підприємствах.*

***Ключові слова:*** *грунт, агрегат, обробіток, трактор, математична модель, грунтообробний агрегат, робочі органи, сільськогосподарська техніка.*

***Ф. 3. Рис. 2. Табл. 4. Літ. 10.***

## 1. Постановка проблеми

Обробіток ґрунту є важливим етапом вирощування різних культур. Комбіновані операції є однією з найбільш ефективних та широко використовуваних методів [1]. Вони включають в себе одночасне виконання кількох операцій з обробітку ґрунту, наприклад, підготовку до посіву, внесення добрив тощо [2]. Це дозволяє зменшити час на попередні дії, знизити витрати на робочу силу та збільшити врожайність.

До основних видів комбінованих операцій обробітку ґрунту відносяться:

Культивування та сівба: включає в себе одночасне виконання робіт з підготовки ґрунту до посіву культур. Це дозволяє зекономити час та збільшити ефективність роботи.

Внесення добрив та обробка ґрунту: включає в себе одночасне внесення добрив та обробку ґрунту. Це дозволяє знизити витрати на паливо та підвищити врожайність [3].

Обробка ґрунту та висів: включає в себе одночасне виконання робіт з обробки та висіву насіння. Це дозволяє зекономити час та збільшити ефективність роботи.

Перевагами комбінованих операцій обробітку ґрунту є зменшення кількості проходів техніки по полю, зниження витрат на паливо, збільшення продуктивності роботи та зменшення впливу на ґрунтовий покрив.

Проблеми, що виникають при даних операціях та способи їх вирішення:

Хоча комбіновані операції обробітку ґрунту є дуже ефективними, вони також можуть викликати деякі проблеми. Наприклад, може виникнути халепа з підвищенням опорно-тягових характеристик енергетичних засобів, які використовуються для проведення робіт. Це може призвести до підвищення витрат на паливо та зниження продуктивності роботи [4].

Одним зі способів вирішення цієї проблеми є підвищення технічного рівня енергетичних засобів, зокрема, підвищення потужності двигунів та поліпшення їх конструкції [5]. Крім того, можна застосовувати спеціальні технології, такі як системи автоматичного регулювання навантаження, які дозволяють зменшити навантаження на енергетичний засіб.

## 2. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Роботи В.І. Кравчука, М.І. Грицишина, С.М. Коваля, H. Weber, M. Weinhappel, T. Esteban, G. Lickl представляє інтеграцію систем обробітку грунту з використанням гідродинамічних пристроїв для покращення ефективності процесу [6]. Це дає можливість зробити крок у напрямку оптимізації використання енергетичного засобу при обробці грунту. У своїх дослідженнях V. Bulgakov, J. Olt, V. Kuvachov, J. Lipiec, J. Usowicz, K. Świtoniak, P. Baranowski досліджують вплив структури грунту на ефективність обробітку та якість роботи енергетичного засобу [7]. Результати цих досліджень є важливими для визначення оптимального використання енергії при обробці грунту. K. Winiarski, J. Nowakowski, M. Przewłócka розробляють нові технології для підвищення ефективності обробки грунту, що можуть бути важливими для покращення якості та ефективності процесу обробки грунту. Разом ці праці дають можливість зробити крок у напрямку оптимізації використання енергії та покращення ефективності процесу обробки ґрунту, що є важливим для забезпечення сталого розвитку сільського господарства.

## 3. Мета досліджень

Дослідження можливостей підвищення ефективності операцій обробітку ґрунту з використанням комбінованих методів.

## 4. Виклад основного матеріалу

Для підвищення тягово-зчіпних характеристик енергетичних засобів можна використовувати різні методи. Наприклад, можна застосовувати види колісних та гусеничних тракторів з різними системами управління та підвищеною тягою. Також можна використовувати спеціальні шини з підвищеною зчіпною здатністю, що дозволяють збільшити тягові характеристики.

Одним із методів підвищення тягово-зчіпних характеристик є застосування спеціальних коліс з підвищеною зчіпною здатністю. Ці шини мають спеціальний малюнок протектора, який дозволяє забезпечити кращу зчепність з поверхнею ґрунту [8].

Ще одним методом є збільшення тиску в колесах. Це може допомогти забезпечити кращу зчепність та підвищити тягові характеристики. Проте, цей метод має свої обмеження, оскільки збільшення тиску може призвести до пошкодження ґрунту та збільшення ушкоджень.

***Таблиця 1***

***Вплив тиску у шинах на виконання операцій обробки ґрунту***

| Тиск у шинах | Вплив на тягові зчеплення | Вплив на шкідливе стиснення ґрунту | Вплив на споживання палива |
|---|---|---|---|
| Високий | Покращення | Збільшення | Збільшення |
| Середній | Оптимальний | Оптимальний | Оптимальне |
| Низький | Погіршення | Зменшення | Зменшення |

У таблиці вказано, що підвищений тиск у шинах може покращити тягові характеристики, але при цьому збільшити шкідливе ущільнення ґрунту та споживання палива. Низький тиск у шинах, навпаки, може погіршити тягові зчеплення, але зменшити шкідливий вплив та споживання палива [9]. Оптимальний тиск у дозволяє досягти оптимальних результатів в обробці ґрунту, забезпечуючи достатній рівень тягових зчеплень при мінімальному впливі на середовище та зменшення споживання палива.

Також можна застосовувати методи, пов'язані з налагодженням оптимального розподілу ваги. Наприклад, можна встановити додаткове обладнання на енергетичні засоби, що дозволить змінювати розподіл ваги. Це може бути корисно при виконанні різних операцій з обробки ґрунту, коли необхідно змінювати тягові характеристики в залежності від умов роботи.

***Таблиця 2***

***Вплив розподілу ваги трактора на якість виконання операцій обробки грунту***

| Розподіл ваги | Вплив на тягові зчеплення | Вплив на шкідливе стиснення грунту | Вплив на стійкість нахилу |
|---|---|---|---|
| Рівномірний | Оптимальний | Оптимальний | Оптимальна |
| Передній | Погіршення | Збільшення | Погіршення |
| Задній | Погіршення | Збільшення | Поліпшення |

У таблиці вказано, що рівномірний розподіл ваги трактора дозволяє досягти оптимальних результатів в обробці ґрунту, забезпечуючи достатній рівень тягового зчеплення та мінімальний вплив на шкідливе стиснення ґрунту та стійкість нахилу. Перевага переднього розподілу ваги полягає в збільшенні шкідливого ущільнення ґрунту та погіршенні тягових зчеплень, тоді як задній розподіл ваги може покращити стійкість нахилу, але погіршити тягові зчеплення та збільшити шкідливе стиснення ґрунту.

Математично метод збільшення тиску в шинах можна виразити формулою:

$$F = P \cdot A \quad (1)$$

де F – сила, яку шина застосовує на грунт; P – тиск, який діє на шину; A – площа контакту шини з грунтом.

Оптимальний розподіл ваги буде:

$$P = (F \cdot L)/W \quad (2)$$

де P – тиск на підвіску; F – сила, яка діє на підвіску; L – відстань між передньою та задньою віссю; W – вага енергетичного засобу.

Також існують методи, які передбачають застосування спеціальних пристроїв, що допомагають підвищити тягові характеристики енергетичного засобу. Наприклад, можна використовувати пристрої для збільшення тягового опору, які допомагають забезпечити кращу зчіпність та підвищити тягові характеристики.

Для підвищення тягово-зчіпних характеристик енергетичного засобу можна використовувати також методи, пов'язані з оптимізацією швидкості руху та рівня енергоспоживання. Наприклад, можна налаштувати режим роботи двигуна та гідравлічних систем таким чином, щоб забезпечити максимальну ефективність та мінімальне споживання енергії [10].

Математично метод збільшення тягового опору можна виразити формулою:

$$F = \mu \cdot N \quad (3)$$

де F – сила тертя, необхідна для руху енергетичного засобу; μ – коефіцієнт тертя; N – нормальна сила, яка діє на енергетичний засіб.

Для трактора МТЗ-80 значення можуть бути наступними:

Вага енергетичного засобу W = 4100 кг;

Відстань між передньою та задньою віссю L = 2,6 м;

Сила, яка діє на підвіску F = 7000 Н;

Коефіцієнт тертя μ = 0,8;

Площа контакту шини з грунтом A = 0,1 м².

Тоді, за формулою (1) для збільшення тиску у шинах можна визначити значення сили, яку шина застосовує на грунт при різних значеннях тиску в шинах (рис.1):

***Таблиця 3***

***Значення сили, яку шина застосовує на грунт при різному значенні тиску***

| Тиск в шинах (кПа) | Сила, яку шина застосовує на грунт (Н) |
|---|---|
| 150 | 15000 |
| 200 | 20000 |
| 250 | 25000 |
| 300 | 30000 |

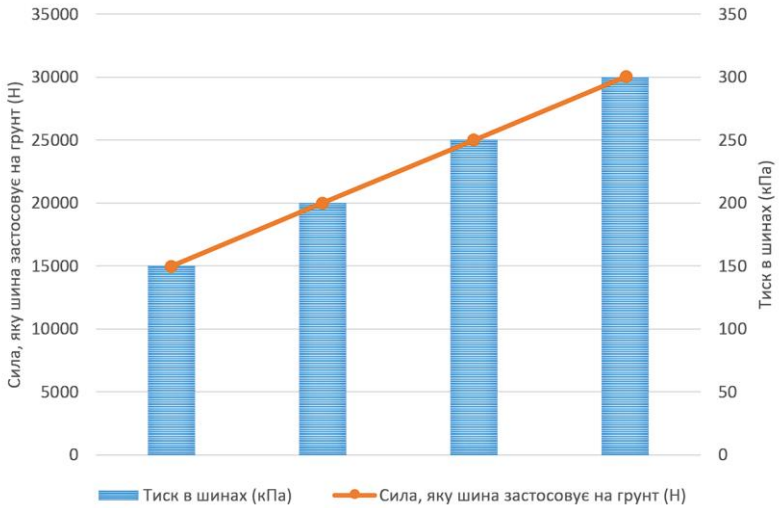


***Рис. 1. Залежність впливу тиску в шина відносно сили на ґрунт***

За формулою (2) для оптимального розподілу ваги можна визначити значення тиску на підвіску при оптимальному розподілі ваги (рис. 2).

***Таблиця 4***

***Значення тиску на підвіску при оптимальному розподілі ваги.***

| Сила, що діє на підвіску (Н) | Оптимальний тиск на підвіску (кПа) |
|---|---|
| 5000 | 30,5 |
| 6000 | 36,6 |
| 7000 | 42,7 |
| 8000 | 48,8 |

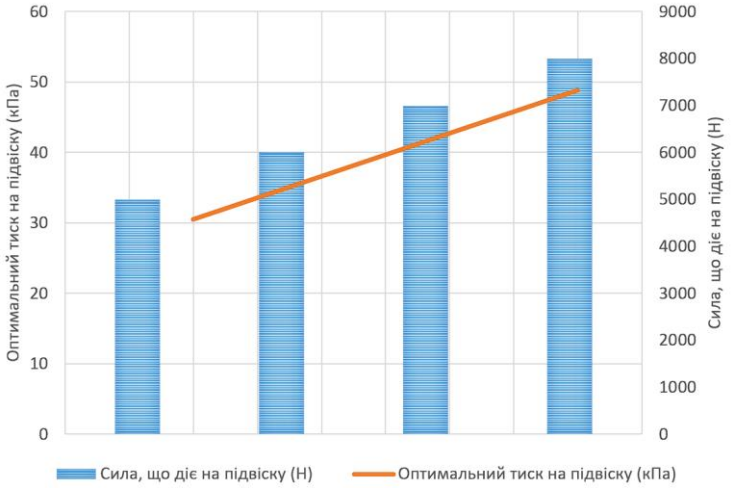


***Рис. 2. Показники тиску на підвіску і оптимального тиску***

Також можна відзначити, що застосування спеціальних пристроїв для збільшення тягового опору може допомогти підвищити тягово-зчіпні характеристики енергетичного засобу. Однак, ці методи можуть мати свої переваги та недоліки, тому необхідно обирати оптимальний метод залежно від умов експлуатації.

Оптимізація режиму роботи енергетичного засобу може бути виражена різними математичними формулами в залежності від конкретного випадку. Оцінка ефективності застосування різних методів підвищення тягово-зчіпних характеристик може бути проведена з використанням різних критеріїв. Один з найбільш важливих критеріїв - це підвищення продуктивності та економії часу.

Застосування спеціальних шин може підвищити тягово-зчіпні характеристики на м'яких ґрунтах, але цей метод може бути неефективним на твердих поверхнях та дорогах. Збільшення тиску в шинах також може підвищити тягово-зчіпні характеристики, але цей метод може призвести до

збільшення зносу шин та погіршення контролю над рухом енергетичного засобу.

Налагодження оптимального розподілу ваги може підвищити тягово-зчіпні характеристики на м'яких ґрунтах та зменшити ступінь зносу шин. Встановлення пристроїв з підвищеною зчіпленістю може покращити тягово-зчіпні характеристики на твердих поверхнях та дорогах, але може бути менш ефективним на м'яких ґрунтах.

## 5. Висновки

Зараз існує кілька методів підвищення тягово-зчіпних характеристик енергетичних засобів, які можуть бути використані в залежності від умов експлуатації. Застосування спеціальних шин з підвищеною зчіпною здатністю може забезпечити кращу зчепність на м'яких ґрунтах, а збільшення тиску в шинах може підвищити тягові характеристики, але це може призвести до збільшення зносу шин та погіршення контролю над рухом. Налагодження оптимального розподілу ваги може підвищити тягово-зчіпні характеристики на м'яких ґрунтах та зменшити ступінь зносу шин. Однак, кожен метод має свої переваги та недоліки, і необхідно обирати оптимальний метод залежно від конкретних умов експлуатації. Оцінка ефективності різних методів може бути проведена з використанням різних критеріїв, зокрема, підвищення продуктивності та економії часу.

### Список використаних джерел

1. Волков О. В. Теоретичне обґрунтування енергетичних показників електромеханічних систем сільськогосподарських машин. *Аграрна наука і техніка*. 2018. № 1. С. 67–73.
2. Гунько І. В., Бурлака С. А. Математичне моделювання роботи системи живлення дизельного двигуна працюючого на біопаливі з дросельним регулювання складу паливної суміші. *The scientific heritage*. 2020. № 50. С. 34–39.
3. Грабовський В. М. Танков Є. В. Розробка та дослідження конструкції навантажувача для установки пневматичної сівалки. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. 2016. Вип. 176. С. 34–41.
4. Дєдух А.В. Дослідження властивостей ґрунту під дією дископодібного робочого органа при різних режимах обробітку. *Аграрна наука і техніка*. 2015. № 4. С. 71–76.
5. Войтюк Д. Г., Дубровін В. О., Іщенко Т. Д. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник. К.: Вища освіта, 2004. 544 с.
6. Кравчука В. І., Грицишина М. І., Коваля С. М. Сучасні тенденції розвитку конструкцій сільськогосподарської техніки. К.: Аграрна наука, 2004. 396 с.
7. Bulgakov V., Olt J., Kuvachov V. et al. A theoretical and experimental study of the traction properties of agricultural gantry systems. *Agraarteadus: Journal of Agricultural Science*. 2020. № XXXI (1). P. 10–16.
8. Бойко А. І., Свірень М. О., Шмат С. І., Ножнов М. М. Нові конструкції ґрунтообробних та посівних машин. К., 2003. 203 с.
9. Мельников І. Ю. Дослідження показників ефективності роботи трактора на ущільнених ґрунтах. *Аграрна наука і техніка*. 2019. № 2. С. 7-11.
10. Бурлака С. А. Алгоритм функціонування машинно-тракторного агрегату з використанням системи живлення зі змішувачем палив. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2022. № 1 (305). С. 140–145.

### References

[1] Volkov, O.V. (2018). Teoretychne obgruntuvannya enerhetychnykh pokaznykiv elektromekhanichnykh system sil′s′kohospodars′kykh mashyn. *Ahrarna nauka i tekhnika, (1),* 67–73. [in Ukrainian].
[2] Hun′ko, I.V., & Burlaka, S.A. (2020). Matematychne modelyuvannya roboty systemy zhyvlennya dyzel′noho dvyhuna pratsyuyuchoho na biopalyvi z drosel′nym rehulyuvannya skladu palyvnoyi sumishi. *The scientific heritage, (50),* 34–39. [in Ukrainian].
[3] Hrabovs′kyy, V.M., & Tankov, YE.V. (2016). Rozrobka ta doslidzhennya konstruktsiyi navantazhuvacha dlya ustanovky pnevmatychnoyi sivalky. *Visnyk Kharkivs'koho natsional'noho tekhnichnoho universytetu sil's'koho hospodarstva imeni Petra Vasylenka, (176),* 34–41. [in Ukrainian].
[4] Dyedukh, A.V. (2015). Doslidzhennya vlastyvostey gruntu pid diyeyu dyskopodibnoho robochoho orhana pry riznykh rezhymakh obrobitku. *Ahrarna nauka i tekhnika, (4),* 71–76. [in Ukrainian].
[5] Voytyuk, D.H., Dubrovin, V.O., & Ishchenko, T.D. (2004). *Sil's'kohospodars'ki ta melioratyvni mashyny: Pidruchnyk.* K.: Vyshcha osvita. [in Ukrainian].
[6] Kravchuka, V.I., Hrytsyshyna, M.I., & Kovalya, S.M. (2004). *Suchasni tendentsiyi rozvytku konstruktsiy sil's'kohospodars'koyi tekhniky.* K.: Ahrarna nauka. [in Ukrainian].

[7] Bulgakov, V., Olt, J., Kuvachov, V. (2020). A theoretical and experimental study of the traction properties of agricultural gantry systems. *Agraarteadus: Journal of Agricultural Science, XXXI (1),* 10–16. [in English].
[8] Boyko, A.I., Sviren′, M.O., Shmat, S.I., Nozhnov, M.M. (2003). *Novi konstruktsiyi gruntoobrobnykh ta posivnykh mashyn.* K.: [in Ukrainian].
[9] Mel′nykov, I.YU. (2019). Doslidzhennya pokaznykiv efektyvnosti roboty traktora na ushchil′nenykh hruntakh. *Ahrarna nauka i tekhnika, 2,* 7–11. [in Ukrainian].
[10] Burlaka, S.A. (2022). Alhorytm funktsionuvannya mashynno-traktornoho ahrehatu z vykorystannyam systemy zhyvlennya zi zmishuvachem palyv. *Visnyk Khmel'nyts'koho natsional'noho universytetu, 1 (305),* 140–145. [in Ukrainian].

## INCREASING THE TRACTION AND TRACTION CHARACTERISTICS OF THE ENERGY VEHICLE WHEN CARRYING OUT COMBINED SOIL PROCESSING OPERATIONS

*The article is devoted to the study of methods and means that help to improve traction and traction characteristics of power vehicles, in particular tractors, when performing combined operations of soil treatment. The article analyzes the impact of weight distribution, tire pressure, and the use of special devices on the quality of tillage operations.*

*It was established that the efficiency of combined tillage operations depends on the level of traction and traction characteristics of the power tool. To increase traction characteristics of the tractor, it is proposed to use mathematical methods of increasing tire pressure and optimal weight distribution on the axle. The article also describes special devices for increasing traction resistance, which help to provide better traction and increase traction characteristics. This article examines the influence of soil parameters on traction and traction characteristics of an energy vehicle during combined soil treatment operations. It was found that soil indicators, such as moisture, density and fractional composition, have a significant impact on the quality of soil processing operations and traction characteristics of the tractor.*

*To solve this problem, methods of increasing traction and traction characteristics are proposed, such as a mathematical method of increasing tire pressure and a method of optimal weight distribution on the suspension. The use of special devices to increase traction resistance, which help to ensure better traction and improve traction characteristics, is also considered.*

*The research conducted by the authors can be useful for tillage and tractor maintenance specialists who are engaged in optimizing the operation of energy equipment at agricultural enterprises.*

***Key words:*** *soil, unit, tillage, tractor, mathematical model, tillage unit, working bodies, agricultural machinery.*
***F. 3. Fig. 2. Table. 4. Ref. 10.***

### *ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ*

**Кюрчев Володимир Миколайович** – доктор технічних наук, професор кафедри експлуатації та технічного сервісу машин, член-кореспондент НААН України, Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного (проспект Богдана Хмельницького, 18, Мелітополь, Запорізька область, 72312, Україна, e-mail: volodymyr.kyurchev@tsatu.edu.ua, https://orcid.org/0000-0003-4377-1924).
**Веселовська Наталія Ростиславівна** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Машин та обладнання сільськогосподарського виробництва» Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, Україна, 21008, e-mail: wnatalia@ukr.net, https://orcid.org/0000-0001-9399-6721).
**Бурлака Сергій Андрійович** – доктор філософії, старший викладач кафедри «Технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв» Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, e-mail: ipserhiy@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-4079-4867).

**Volodymyr Kyurchev –** Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Operation and Technical Service of Machines, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Ukraine, Dmytro Motornyi Tavra State Agricultural Technological University (Bohdan Khmelnytskyi Avenue, 18, Melitopol, Zaporizhia Region, 72312, Ukraine, e-mail: volodymyr .kyurchev@tsatu.edu.ua, https://orcid.org/0000-0003-4377-1924).
**Nataliia Veselovska** – Doctor of Technical Sciences, 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, https://orcid.org/0000-0001-9399-6721).
**Serhii Burlaka –** Ph.D., Senior Lecturer of the Department of "Technological Processes and Equipment of Processing and Food Production" of the Vinnytsia National Agrarian University (Sonyachna St., 3, Vinnytsia, 21008, Ukraine, e-mail: ipserhiy@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-4079-4867).