

<https://doi.org/10.31891/2307-5732-2026-363-7>

УДК 631.331.2:621.65

РУТКЕВИЧ ВОЛОДИМИР

Вінницький національний аграрний університет

<https://orcid.org/0000-0002-6366-7772>

e-mail: v_rut@ukr.net

ШАРГОРОДСЬКИЙ СЕРГІЙ

Вінницький національний аграрний університет

<https://orcid.org/0000-0003-2125-773X>

e-mail: sergey20@vsau.vin.ua

КАЖУРО МАКСИМ

Вінницький національний аграрний університет

<https://orcid.org/0009-0003-9610-4049>

e-mail: makskazhuro@gmail.com

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ РОЗКИДАЧА ДОБРИВ З ГІДРАВЛІЧНИМ ПРИВОДОМ РОБОЧИХ ОРГАНІВ

Розглядається питання підвищення ефективності використання органічних та органо-мінеральних добрив у сучасному землеробстві шляхом удосконалення конструкції та приводу розкидачів добрив. Обґрунтовано актуальність проблеми, зумовленої дефіцитом органічних добрив внаслідок скорочення обсягів тваринництва та необхідністю раціонального використання наявних ресурсів. Показано, що традиційні розкидачі типів ПРТ, РОУ, МТУ, які мають механічний привод, не забезпечують достатньої рівномірності розподілу матеріалу та стабільності подачі при зміні фізико-механічних властивостей добрив.

Виконано аналіз наукових досліджень вітчизняних і зарубіжних учених щодо конструктивних та функціональних рішень у сфері розподілу твердих органічних і органо-мінеральних добрив. Узагальнено, що перспективним напрямом є впровадження гідравлічних систем приводу робочих органів, які забезпечують плавне регулювання частоти обертання роторів і подачі транспортерів, автоматичну адаптацію до зміни навантаження, підвищення рівномірності розкидання та зниження енерговитрат.

Представлено конструктивно-технологічну схему розкидача органо-мінеральних добрив із гідравлічним приводом робочих органів. Описано будову, принцип роботи розкидача та його гідравлічного приводу.

Запропоноване технічне рішення забезпечує підвищення рівномірності внесення органо-мінеральних добрив, точності дозування, зменшення енергоспоживання та підвищення надійності агрегату. Застосування гідропроводу створює передумови для реалізації адаптивного керування технологічними параметрами внесення, що відповідає сучасним вимогам точного та ресурсоощадного землеробства.

Ключові слова: органо-мінеральні добрива, розкидач добрив, гідравлічний привод, роторні робочі органи, точне землеробство, адаптивне дозування, ефективність внесення, енергозбереження.

RUTKEYVYCH VOLODYMYR, SHARGORODSKIY SERHIY, KAJURO MAXIM

Vinnitsia National Agrarian University

INCREASING THE EFFICIENCY OF THE FERTILIZER SPREADER WITH HYDRAULIC DRIVE OF THE WORKING BODIES

The issue of increasing the efficiency of using organic and organo-mineral fertilizers in modern agriculture by improving the design and drive of fertilizer spreaders is considered. The relevance of the problem caused by the shortage of organic fertilizers due to the reduction in livestock production and the need for rational use of available resources is substantiated. It is shown that traditional spreaders of the PRT, ROU, MTU types, which have a mechanical drive, do not provide sufficient uniformity of material distribution and stability of supply when changing the physical and mechanical properties of fertilizers.

An analysis of scientific research by domestic and foreign scientists on constructive and functional solutions in the field of distribution of solid organic and organo-mineral fertilizers is performed. It is summarized that a promising direction is the introduction of hydraulic drive systems for working bodies, which provide smooth regulation of the rotor rotation frequency and conveyor feed, automatic adaptation to load changes, increasing the uniformity of spreading and reducing energy consumption.

The structural and technological scheme of the spreader of organic-mineral fertilizers with a hydraulic drive of the working bodies is presented. The structure, principle of operation of the spreader and its hydraulic drive, which includes a two-section pump, hydraulic motors of the rotors and conveyor, a piston hydraulic cylinder of the dosing valve, a system of throttles and distributors, is described.

The proposed technical solution ensures increased uniformity of the application of organic-mineral fertilizers, dosing accuracy, reduced energy consumption and increased reliability of the unit. The use of a hydraulic drive creates the prerequisites for the implementation of adaptive control of the technological parameters of application, which meets the modern requirements of precise and resource-saving agriculture.

Key words: organo-mineral fertilizers, fertilizer spreader, hydraulic drive, rotary working elements, precision agriculture, adaptive dosing, application efficiency, energy saving.

Стаття надійшла до редакції / Received 10.01.2026

Прийнята до друку / Accepted 11.02.2026

Опубліковано / Published 26.03.2026



This is an Open Access article distributed under the terms of the [Creative Commons CC-BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

© Руткевич Володимир, Шаргородський Сергій, Кажуро Максим

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Підвищення ефективності використання добрив у сучасному землеробстві є одним із ключових

чинників забезпечення сталого розвитку аграрного виробництва та раціонального використання природних ресурсів [1]. Ефективність внесення добрив визначається не лише якістю самих добрив, а й рівнем технічного забезпечення процесу їх розподілу на полі. Одним із найважливіших технічних елементів цієї системи є розкидач добрив, від конструктивних і функціональних особливостей якого залежить рівномірність розподілу поживних речовин, продуктивність технологічного процесу та енергоефективність виконання операції.

В умовах дефіциту органічних добрив, зумовленого зменшенням обсягів тваринництва, особливого значення набуває застосування орґано-мінеральних добрив, що поєднують позитивні властивості органічних і мінеральних компонентів. Проте ефективне використання таких сумішей потребує удосконалення технічних засобів їх внесення, оскільки вони характеризуються підвищеною вологістю, неоднорідною структурою та змінними фізико-механічними властивостями [2]. Традиційні розкидачі типів ПРТ, РОУ, МТУ, які мають механічний привод робочих органів, не забезпечують стабільності подачі та рівномірності розподілу матеріалу по поверхні поля, особливо при зміні навантаження чи швидкісного режиму агрегату. Це призводить до втрат поживних речовин, зниження ефективності використання добрив та підвищення енергетичних витрат.

З огляду на це, важливим науковим і практичним завданням є розроблення технічних рішень, спрямованих на удосконалення системи приводу робочих органів розкидачів добрив. Застосування гідравлічного приводу у таких машинах відкриває можливості для плавного регулювання частоти обертання роторів і транспортерів, автоматичної адаптації до змін робочого навантаження, підвищення надійності та ресурсоощадності процесу внесення.

Таким чином, постановка проблеми полягає у науковому обґрунтуванні та технічній реалізації способів підвищення ефективності роботи розкидача орґано-мінеральних добрив шляхом застосування гідравлічного приводу робочих органів. Вирішення цієї проблеми має важливе значення для розвитку сучасного агротехнічного машинобудування, оптимізації систем живлення рослин, зменшення енергоспоживання та підвищення продуктивності технологічних процесів внесення добрив у сільськогосподарському виробництві.

Аналіз досліджень та публікацій

Проблематика підвищення ефективності внесення органічних та орґано-мінеральних добрив залишається одним із ключових напрямів сучасної агроінженерії, оскільки від рівномірності та точності їх розподілу залежить ефективність використання поживних речовин, стан родючості ґрунтів і продуктивність сільськогосподарських культур [3]. У наукових працях багатьох українських і зарубіжних дослідників (Бублика М.Ф., Дегодюка Е.Г., Гребенюка Г.В., Репетова О.М., Папуша В.І., Войтюка Д.Г., Савченка О.П., Dubrovina V., Zbyteka Z., Głaba T. та інших) зазначено, що традиційні системи внесення органічних добрив, зокрема розкидачі типів ПРТ, РОУ, МТУ, РУН, не забезпечують необхідної рівномірності розподілу матеріалу по поверхні поля, особливо за умов змінної вологості, щільності та гранулометричного складу добрив [4].

Дослідження показують, що використання горизонтальних або вертикальних роторів (рис.1) із неоптимальними геометричними параметрами лопатей часто призводить до формування зон із надлишковою або заниженою концентрацією добрив, що знижує ефективність удобрення, спричиняє нерівномірний розвиток рослин та ускладнює подальші технологічні операції з обробітку ґрунту [5, 6]. Українські науковці (зокрема, Войтюк Д.Г. і Савченко О.П.) у своїх роботах підкреслюють необхідність оптимізації конструкції робочих органів, підвищення ступеня подрібнення та стабільності потоку матеріалу, а також впровадження адаптивних систем дозування відповідно до агрофізичних властивостей добрив.



Рис. 1. Розкидачі органічних добрив: а) з горизонтальним ротором, б) з вертикальним ротором

У цьому контексті перспективним є вдосконалення конструкцій розкидачів із урахуванням специфіки технологічних процесів у різних галузях рослинництва. Прикладом сучасного технічного рішення є розкидач компосту для садів і виноградників ANNOVI (рис.2), який має компактні розміри та спеціально адаптований для роботи у вузьких міжряддях. Конструкція машини забезпечує регулювання дальності розкидання у межах 1–5 метрів, що дає змогу здійснювати локалізоване внесення добрив безпосередньо біля підніжжя дерев, що сприяє зменшенню втрат поживних речовин і підвищенню точності дозування. Додатково розкидач може бути оснащений поворотним дишлом, що забезпечує точне слідування за колією трактора, а також системою регулювання подачі матеріалу. Машина є універсальною та може працювати з різними видами органічних добрив - гноєм, компостом, рослинними відходами тощо [7].



Рис. 2. Розкидач компосту для садів і виноградників ANNOVI

Як показують дослідження вітчизняних учених (Репетова О.М., Мацюка М.В., Біленка М.В., Кравчука В.І.), основними чинниками, що знижують якість розподілу, є нестабільність подачі матеріалу транспортером, нерівномірність подрібнення фракцій у роторних механізмах, а також коливання кутової швидкості робочих органів при механічному приводі від валу відбору потужності трактора. Механічна передача не дозволяє здійснювати плавне регулювання швидкості обертання ротора, що призводить до формування зон із надлишковим або недостатнім внесенням добрив, а отже - до погіршення агротехнічних показників рівномірності [8].

У наукових працях Войтюка Д.Г. та Савченка О.П. [9] зазначено, що вдосконалення конструкції роторних робочих органів може суттєво підвищити ефективність розкидання, однак навіть за оптимізації форми лопатей і параметрів ротора залишаються проблеми стабільності потоку добрив, пов'язані з нерівномірністю подачі. З огляду на це, сучасні наукові дослідження спрямовані на розроблення нових систем дозування та приводу, здатних забезпечити адаптивну роботу агрегату залежно від властивостей матеріалу.

Вагомий внесок у напрям підвищення точності дозування та рівномірності розподілу внесли дослідження з використання гідравлічних систем приводу. Згідно з даними досліджень польських та німецьких учених (Kowalski A., Głaba T., Zbyteka Z., Müllera J.), застосування гідроприводу у системах транспортування і розкидання твердих добрив дозволяє стабілізувати частоту обертання робочих органів та зменшити енергоспоживання агрегату. Експериментальні випробування розкидачів з гідравлічним приводом показали покращення рівномірності внесення на 15–25 % у порівнянні з механічними приводами [10].

Гідравлічні системи приводу дозволяють реалізувати автоматичне регулювання швидкості обертання роторів і подачі транспортерів відповідно до швидкості руху агрегату або зміни густини добрив, що сприяє зменшенню втрат поживних речовин і забезпечує більш стабільний агрофізичний ефект на поверхні поля. Водночас гідропривод спрощує кінематичну схему машини, знижує рівень вібрацій і навантаження на трансмісію трактора, підвищуючи надійність та довговічність агрегату.

Дослідження європейських виробників (зокрема, компаній ANNOVI, Strautmann, Bergmann, Joskin) свідчать, що застосування гідравлічних систем у сучасних розкидачах компосту, торфу та гною дозволяє ефективно регулювати дальність і напрям розкидання, здійснювати дозування за сигналами датчиків маси та вологості. Такі технічні рішення поступово впроваджуються у високотехнологічні розкидачі нового покоління, орієнтовані на точне землеробство [11].

В українських умовах питання впровадження гідравлічного приводу у розкидачах твердих органіко-мінеральних добрив набуває особливої актуальності, що зумовлено не лише дефіцитом органічних добрив, а й потребою у підвищенні ефективності використання наявних ресурсів, зменшенні енерговитрат та екологічному навантаженні на ґрунтову систему. Застосування гідроприводу відкриває можливість створення універсальних машин, здатних працювати з добривами різної структури та вологості, а також регулювати норму внесення у режимі реального часу.

Крім того, ряд наукових робіт (Гребенюка Г.В., Репетова О.М., Бублика М.Ф., 2020–2024 рр.) підкреслюють необхідність переходу до адаптивних систем управління технологічними параметрами розкидання - через інтеграцію гідроприводу з мікропроцесорними контролерами, що враховують швидкість руху агрегату, масу добрив у кузові, рівень їх подачі та бажану норму внесення. Такий підхід відповідає концепції «інтелектуалізації агротехнічних процесів» та підвищує рівень автоматизації сучасних машин [12, 13].

Отже, узагальнення наукових праць показує, що вирішення проблеми підвищення ефективності роботи розкидачів органічних і органіко-мінеральних добрив має здійснюватися за такими напрямками:

- оптимізація конструкції роторів та транспортерів з урахуванням властивостей добрив;
- впровадження гідравлічних систем приводу з можливістю автоматичного регулювання параметрів;
- інтеграція систем контролю та керування, заснованих на сенсорних технологіях і мікропроцесорному управлінні;
- використання адаптивних технологій точного землеробства для підвищення рівномірності розподілу та зниження втрат поживних речовин.

Таким чином, сучасний стан наукових досліджень підтверджує, що застосування гідравлічного приводу у розкидачах добрив є перспективним шляхом підвищення ефективності їх роботи. Дане рішення забезпечує оптимальне поєднання технічної надійності, енергозбереження та точності виконання агротехнічних вимог, що відповідає стратегічним завданням розвитку ресурсоощадного та екологічно безпечного

землеробства.

Виклад основного матеріалу

На кафедрі машин та обладнання сільськогосподарського виробництва Вінницького національного аграрного університету ведеться науково-дослідна робота, присвячена підвищенню ефективності роботи розкидача органо-мінеральних добрив з гідравлічним приводом робочих органів. Метою досліджень є оптимізація конструктивних та технологічних параметрів машини для забезпечення рівномірного внесення органічних та органо-мінеральних добрив, підвищення продуктивності агрегату та зменшення енергетичних витрат під час роботи в полі. Дослідження охоплюють аналіз систем подачі добрив, вдосконалення гідравлічних приводів роторів та регулюючих механізмів, що дозволяє покращити контроль ширини та інтенсивності розподілу матеріалу та забезпечити більш ефективне використання добрив у сільському господарстві.

Розкидач органо-мінеральних добрив є складною агротехнічною машиною, призначеною для рівномірного внесення у ґрунт органічних, мінеральних та змішаних добрив. Основною метою його використання є забезпечення рівномірного розподілу поживних речовин по поверхні поля, що сприяє підвищенню родючості ґрунту, зниженню втрат поживних елементів і оптимізації норм внесення [7].

Конструктивно-технологічну схему розробленого розкидача органо-мінеральних добрив представлено на рис. 3.

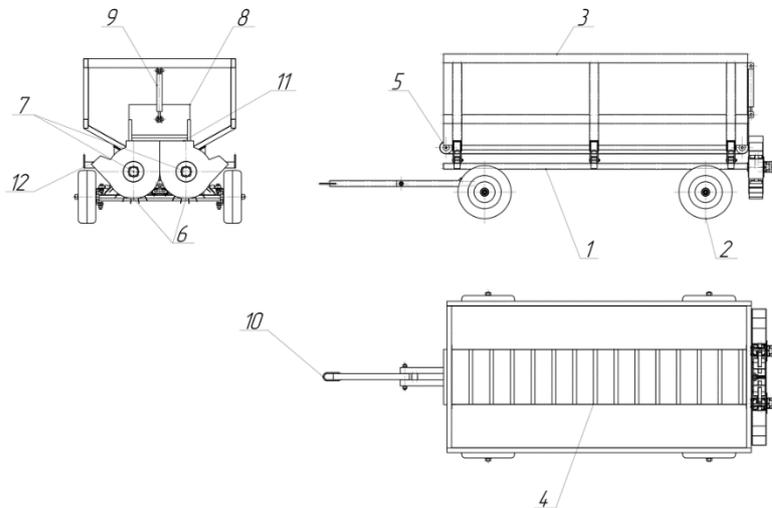


Рис. 3. Конструктивно-технологічна схема розкидача органо-мінеральних-добрив: 1 – рама, 2 – ходове шасі, 3 – кузов, 4 – скребковий транспортер, 5 – гідродвигун, 6 – роторні робочі органи, 7 – гідродвигуни, 8 – дозуюча заслінка, 9 – поршневий гідроциліндр, 10 – дишло, 11 – завантажувальне вікно, 12 – вивантажувальне вікно

Конструктивно розкидач органо-мінерального добрива складається з кількох основних функціональних вузлів, змонтованих на прямокутній рамі 1, яка спирається на двовісне ходове шасі 2. Така конструкція забезпечує стабільність руху агрегату по полю та є основою для встановлення всіх робочих і допоміжних механізмів.

На рамі 1 розташовано кузов 3 - бункер для завантаження органо-мінеральних добрив, виготовлений із корозійностійкої сталі. Усередині кузова змонтовано скребковий транспортер 4, який забезпечує поступове переміщення матеріалу до розкидального механізму роторного типу. Привод транспортера здійснюється від гідродвигуна 5, що забезпечує плавне регулювання швидкості подачі залежно від заданої норми внесення.

У задній частині кузова встановлено два вертикальні роторні робочі органи 6 із завантажувальним вікном 11, кожен із яких приводиться в дію окремим гідродвигуном 7. Ротори оснащені системою лопатей, закріплених під певним кутом до площини обертання, що забезпечує ефективне диспергування матеріалу та рівномірний розподіл його по ширині захвату. Нижня частина роторного кожуха має регульовані напрямні лопатки 5 (рис. 4), які дозволяють змінювати траєкторію польоту частинок і тим самим коригувати ширину та інтенсивність розкидання добрив по ширині кузовного розкидача.

Для точного дозування кількості добрив, що подаються до роторів, передбачено дозуючу заслінку 8, положення якої регулюється за допомогою поршневого гідроциліндра 9, що дозволяє точно контролювати норму внесення в межах заданого діапазону, що є важливим для оптимізації агротехнічного процесу.

На передній частині кузовного розкидача встановлено дишло 10 для агрегування з енергетичним транспортним засобом. Через нього здійснюється буксирування розкидача та подача гідравлічної енергії до гідросистеми машини.

Кожен ротор 8 приводиться в дію гідродвигуном 4 (рис.4) та складається з маточини 7 на які розміщуються лопаті 2 під оптимальним кутом до радіуса. Така конструкція сприяє підвищенню продуктивності, зменшенню енергоспоживання і забезпечує рівномірність розподілу частинок навіть за змінної вологості матеріалу. Ротор 8 розміщений у кожусі 1, що містить вивантажувальне вікно 3 квадратного перерізу, завантажувальне вікно 6 та регульовані лопатки 5 у нижній частині.

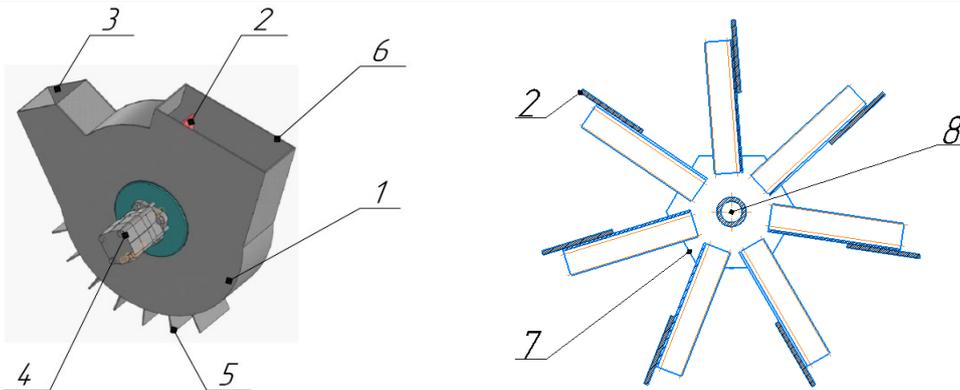


Рис. 4. Роторний робочий орган: 1 – кожух ротора, 2 – лопать, 3 – вивантажувальне вікно, 4 – гідродвигун, 5 – регульовані лопатки, 6 – завантажувальне вікно, 7 – маточина, 8 – ротор

Принцип роботи розкидача органо-мінерального добрива.

Після завантаження органо-мінеральних добрив у кузов 3 (рис. 3), скребковий транспортер 4, що приводиться у дію гідродвигуном 5, починає поступово переміщувати матеріал у напрямку задньої частини кузова. Далі добрива надходять на дозуючу заслінку 8, що визначає кількість матеріалу, який подається на роторні робочі органи 6 через завантажувальне вікно.

Під час обертання ротори, що отримують обертальний момент від гідродвигунів 7, розкидають добрива на поверхню поля. Частинки добрив, потрапляючи на лопаті, отримують необхідну кінетичну енергію, що забезпечує їх рівномірний розподіл по ширині захвату.

Зміна швидкості обертання роторів, положення регульованих лопаток та кута нахилу лопатей дозволяє адаптувати параметри розкидання до різних типів матеріалу (сипучі, вологі, гранульовані) і агротехнічних вимог.

Схему гідравлічного привода роторного розкидача органо-мінеральних добрив представлено на рис. 5.

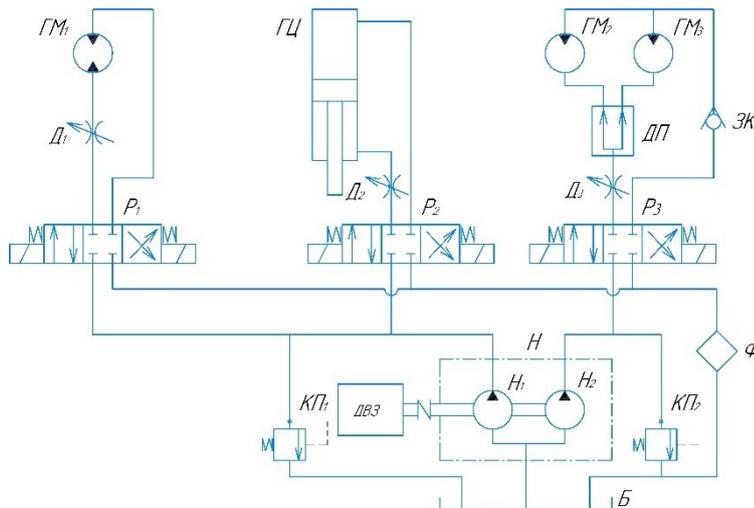


Рис. 5. Схема гідравлічного привода роторного розкидача органо-мінерального добрива

Гідравлічний привод роторного розкидача органо-мінерального добрива містить гідробак Б, двосекційний насос Н до складу якого входять насоси H_1 та H_2 , які з'єднанні спільним валом та приводяться в дію від одного двигуна, запобіжні клапани $КП_1$, $КП_2$, розподільники P_1 , P_2 , P_3 ділильник потоку $ДП$, гідродвигуни $ГМ_1$, $ГМ_2$, $ГМ_3$, $ГЦ$, зворотній клапан $ЗК$, регульовані дроселя $Д_1$, $Д_2$, $Д_3$ фільтр Φ , нагнітальні та зливні гідролінії.

Синхронізація гідродвигунів $ГМ_1$, $ГМ_2$, $ГМ_3$, $ГЦ$ здійснюється за допомогою двосекційного насоса H , що приводиться в обертання одним двигуном. По суті, це дві окремі гідравлічні схеми, що об'єднанні спільним приводом. Привод гідродвигунів здійснюється при перемиканні розподільників P_1 , P_2 , P_3 . Для регулювання потоку робочої рідини, що надходить до гідродвигунів $ГМ_1$, $ГМ_2$, $ГМ_3$, $ГЦ$, використовується дроселями $Д_1$, $Д_2$, $Д_3$.

Гідравлічний привод роторного розкидача органо-мінерального добрива дозволяє спростити кінематичну структуру механізму, рівномірно розподілити в ній інерційні маси, підвищити жорсткість приводу та характеристики системи управління [10-12]

Науково-технічні переваги конструкції:

1. Використання гідравлічного приводу дозволяє реалізувати безступеневе регулювання робочих параметрів, що підвищує точність дозування.
2. Модульність конструкції забезпечує можливість заміни типу робочих органів або адаптації машини

під різні типи добрив.

3. Регульовані напрямні лопатки дозволяють контролювати рівномірність внесення та ширину захвату.
4. Застосування скребкового транспортера забезпечує стабільну подачу матеріалу навіть при нерівномірній консистенції добрив.
5. Компактність та надійність конструкції сприяють зниженню експлуатаційних витрат і простоїв під час роботи.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі

У результаті проведеного аналізу встановлено, що ефективність використання орґано-мінеральних добрив у значній мірі залежить від конструкції та приводу розкидача. Традиційні механічні системи приводу не забезпечують необхідної рівномірності подачі матеріалу, особливо при зміні фізико-механічних властивостей добрив. Запропонована конструкція розкидача орґано-мінеральних добрив із гідравлічним приводом робочих органів дозволяє підвищити точність дозування, стабільність роботи роторів і транспортерів, зменшити енергоспоживання та покращити агротехнічні показники розподілу поживних речовин. Використання гідравлічної системи забезпечує можливість адаптації технологічного процесу до умов роботи та властивостей матеріалу, що підвищує ефективність внесення добрив і надійність агрегату в цілому.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на експериментальне визначення впливу параметрів гідравлічного приводу (тиску, витрати робочої рідини, частоти обертання роторів) на рівномірність розподілу орґано-мінеральних добрив, а також на розроблення системи автоматизованого керування подачею матеріалу залежно від швидкості руху агрегату та агрофізичних властивостей добрив. Перспективним напрямом є інтеграція гідроприводу з мікропроцесорними контролерами та сенсорними технологіями в межах концепції точного землеробства.

Література

1. Скрильник Є.В. Перспективи і напрямки виробництва та застосування орґано-мінеральних добрив і біостимуляторів в землеробстві України. / Є.В. Скрильник, О.О. Бацула, Р.А. Розумна // Вісник аграрної науки Південного регіону. – 2000. – Вип.1. С. 223-228.
2. Шмат С.І. Тенденції сталого розвитку сучасного сільськогосподарського машинобудування в Україні і за рубежом [Електронний Ресурс] / С.І. Шмат, П.Г. Лузан, С.В. Колісник // КНТУ. – 2010. Режим доступу: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/4971>
3. Гаврилюк В.А. Орґано-мінеральні добрива – комплексне вирішення використання сировинних ресурсів / В.А. Гаврилюк, С.М. Демчук // Агроєкологічний журнал. – 2013. – №4. С. 78-81.
4. Орґано-мінеральні біоактивні добрива – перспектива для відтворення родючості ґрунтів / С.Е. Дегодюк, Е.Г. Дегодюк, О.І. Вітвицька [та ін.] // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2010. – Кн. 1. – С. 39-45.
5. Розкидачі орґанічних добрив: ефективність, види та особливості використання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://agroelita.info/rozkydachi-orhanichnykh-dobryv-efektyvnist-vydy-ta-osoblyvosti-vykozystannia/> (дата звернення: 27.10.2025). – Назва з екрана.
6. Техніка для орґаніки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://agrotimes.ua/article/tehnika-dlya-organiky/> (дата звернення: 27.10.2025). – Назва з екрана.
7. Руткевич В. Сучасні тенденції розвитку техніки для внесення сипучих орґано-мінеральних добрив. / В. Руткевич, М Кажуро // Вісник Хмельницького національного університету. Серія: технічні науки. – 2025. – № 4(355). – С. 531–537.
8. Думич В. Машини для внесення твердих міңдобрив / В. Думич, М. Мазурак, В. Наріз // Агробізнес Сьогодні. – 2019. – № 8. – С. 126.
9. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини / Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка; підручник – Київ: Агроосвіта, 2015. – С. 166-185.
10. Іванов М.І. Підвищення експлуатаційної ефективності блочно-порційного вивантажувача консервованих кормів шляхом гідрофікації привода робочих органів / М.І. Іванов, С.А. Шаргородський, В.С. Руткевич // Промислова гідравліка і пневматика. – 2013. – № 1(39). – С. 91–96.
11. Руткевич В.С. Розроблення висівної системи псівного комплексу для внутрішньо-ґрунтового диференційованого мінерального удобрення з одночасною сівбою зернових культур / В. Руткевич, В. Остапенко // Вісник Хмельницького національного університету. Серія: технічні науки. – 2024. – № 1 (330). – С. 264–270.
12. Руткевич В.С. Дослідження стійкості адаптивної системи гідроприводів блочно-порційного відокремлювача консервованого корму / В.С. Руткевич // Техніка і технології АПК. – 2018. – № 4 (103). – С. 29–34.
13. Мельник В.І. Удосконалення роторного розкидача орґанічних добрив / В.І. Мельник, О.А. Романашенко, О.І. Анікеєв, Г.В. Фесенко // Інженерія природокористування. – 2018– №2(10). – С. 59–62.

References

1. Skrylnyk Ye.V. Perspektyvy i napriamky vyrobnytstva ta zastosuvannia orhano-mineralnykh dobyrv i biostemulatoriv v zemlerobstvi Ukrainy. / Ye.V. Skrylnyk, O.O. Batsula, R.A. Rozumna // Visnyk ahramoi nauky Pivdennoho rehionu. – 2000. – Vyp.1. S. 223-228.
2. Shmat S.I. Tendentsii staloho rozvytku suchasnoho silskohospodarskoho mashynobuduvannia v Ukraini i za rubezhem [Elektronnyi Resurs] / S.I. Shmat, P.H. Luzan, S.V. Kolisnyk // KNTU. – 2010. Rezhym dostupu: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/4971>

3. Havryliuk V.A. Orhano-mineralni dobrovya – kompleksne vyrishennia vykorystannia syrovynnykh resursiv / V.A. Havryliuk, S.M. Demchuk // Ahroekologichnyi zhurnal. – 2013. – №4. S. 78-81.
4. Orhano-mineralni bioaktyvni dobrovya – perspektyva dlia vidtvorennia rodiuchosti gruntiv / S.E. Dehodiuk, E.H. Dehodiuk, O.I. Vitvytska [ta in.] // Ahrokhimiia i gruntoznavstvo. – 2010. – Kn. 1. – C. 39-45.
5. Rozkydachi orhanichnykh dobrov: efektyvnist, vydy ta osoblyvosti vykorystannia [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <https://agroelita.info/rozkydachi-orhanichnykh-dobryv-efektyvnist-vydy-ta-osoblyvosti-vykorystannia/> (data zvernennia: 27.10.2025). – Nazva z ekrana.
6. Tekhnika dlia orhaniky [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <https://agrotimes.ua/article/tehnika-dlya-organiky/> (data zvernennia: 27.10.2025). – Nazva z ekrana.
7. Rutkevych V. Suchasni tendentsii rozvytku tekhniky dlia vnesennia sypuchykh orhano-mineralnykh dobrov. / V. Rutkevych, M Kazhuro // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Seriya: tekhnichni nauky. – 2025. – № 4(355). – C. 531–537.
8. Dumych V. Mashyny dlia vnesennia tverdykh mindobryv / V. Dumych, M. Mazurak, V. Nariz // Ahrobiznes Sohodni. – 2019. – № 8. – S. 126.
9. Voitiuk D.H. Silskohospodarski mashyny / D.H. Voitiuk, L.V. Aniskevych, V.V. Ishchenko ta in.; za red. D.H. Voitiuka; pidruchnyk – Kyiv: Ahrosvita, 2015. – S. 166-185.
10. Ivanov M.I. Pidvyshchennia ekspluatatsiinoi efektyvnosti blochno-portsiinoho vyvantazhuvacha konservovanykh kormiv shliakhom hidrofikatsii pryvoda robochykh orhaniv / M.I. Ivanov, S.A. Sharhorodskiy, V.S. Rutkevych // Promyslova hidravlika i pnevmatyka. – 2013. – № 1(39). – C. 91–96.
11. Rutkevych V.S. Rozroblennia vysivnoi systemy posivnoho kompleksu dlia vnutrishno-hruntovoho dyferentsiiovanoho mineralnoho udobrennia z odnochasnoiu sivboiu zernovykh kultur / V. Rutkevych, V. Ostapenko // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Seriya: tekhnichni nauky. – 2024. – № 1 (330). – C. 264–270.
12. Rutkevych V.S. Doslidzhennia stiikosti adaptivnoi systemy hidropryvodiv blochno-portsiinoho vidokremlivuvacha konservovanoho kormu / V.S. Rutkevych // Tekhnika i tekhnolohii APK. – 2018. – № 4 (103). – C. 29–34.
13. Melnyk V.I. Udoskonalennia rotornoho rozkydacha orhanichnykh dobrov / V.I. Melnyk, O.A. Romanashenko, O.I. Anikeiev, H.V. Fesenko // Inzheneriia pryrodokorystuvannia. – 2018– №2(10). – S. 59–62.