

УДК 631.333

DOI: 10.37128/2520-6168-2020-3-10

**ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ
РОБОЧОГО ОРГАНУ ДЛЯ РОЗКИДАННЯ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ**

Пономаренко Наталія Олександрівна, к.т.н., доцент
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Яропуд Віталій Миколайович, к.т.н., доцент
Вінницький національний аграрний університет
Лепеть Євген Іванович, асистент
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Nataliia Ponomarenko, PhD of Eng., Associate Professor
Dnipro State Agrarian and Economic University
Vitaliy Yaropud, PhD of Eng., Associate Professor
Vinnytsia National Agrarian University
Yevhen Lepet, assistant
Dnipro State Agrarian and Economic University

Машини які використовуються в світовій практиці для поверхневого внесення мінеральних добрив найчастіше обладналися відцентровими апаратами з вертикальним або горизонтальним розташуванням осі обертання. Маючи високу продуктивність і надійність технологічного процесу, вони не завжди можуть забезпечити отримання необхідної дози і рівномірності розсівання добрив по ширині.

В Україні в даний час випускаються машини для внесення мінеральних добрив, які раніше у нас не вироблялися. Оскільки близько 2/3 всіх наявних мінеральних добрив, а також більшу частину вапнякових і гіпсовмісних матеріалів вносять суцільним способом, то для цього необхідно мати певний парк машин для внесення добрив, доступних споживачам. Внесення добрив суцільним способом здійснюється наземними засобами і авіацією.

Однією з основних агротехнічних вимог, що пред'являються до машин для внесення сипучих матеріалів (мінеральних добрив), є рівномірний їх розподіл по поверхні поля. Від нерівномірного внесення добрив зниження урожаю зернових культур досягає 10...15%.

Основним недоліком машини для внесення мінеральних добрив є: недосконала конструкція розкидального механізму, що призводить до нерівномірного розсіювання добрив по поверхні поля; велика кількість передач, що впливає на металоємність і вартість виготовлення і ускладнює конструкцію.

Ланцюгові передачі, які приводять в рух розкидальний пристрій та транспортер (під час роботи ланцюг розтягується, що потребує використання натяжних роликів, та злітання із зірочок, особливо на приводі розкидального пристрою); значна нерівномірність внесення добрив обумовлена недосконалою конструкцією розкидального диска.

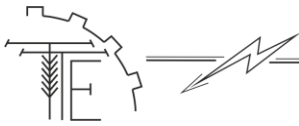
Головну причину низької якості розподілу добрив машинами розсіюючого типу більшість дослідників вбачають в значному впливі на технологічний процес зовнішніх випадкових чинників: рельєфу поля, швидкості і напрямку вітру, вологості повітря, пружних, фрикційних, гігроскопічних і гранулометричних властивостей добрив. Тому вдосконалення технологічного процесу розсіювання добрив, з метою забезпечення заданої рівномірності їх розподілу по поверхні поля в умовах реального функціонування, є актуальним науково-практичним завданням. Для того, щоб усунути перелічені недоліки запропоновано новий розкидальний робочий орган.

Ключові слова: мінеральні добрива, розкидач відцентрового типу, еталонний зразок, диск із лопатками, дотичні до радіусу диска.

Рис. 3. Табл. 2. Ф. 2. Літ. 8.

1. Вступ

В сучасному виробництві сільськогосподарських культур використовують різні технології вирощування, починаючи від інтенсивної, яка передбачає максимальне забезпечення потреб рослин в



елементах живлення і закінчуючи no-till, де відсутній передпосівний обробіток ґрунту. При цьому, ми постійно пам'ятаємо, що поживні речовини (мікро- та мікроелементи) рослини отримують з ґрунту. У сучасних господарствах основний акцент, при вирощуванні культур, роблять у виборі застосування органічних та мінеральних добрив, саме за цих умов значного впливу цінового чинника на рентабельність є уміле застосування наявних резервів.

Механізовані технологічні процеси застосування твердих мінеральних добрив передбачають виконання таких основних операцій:

- навантаження добрив у енергетичні засоби (якщо є потреба – забезпечити підготовку їх до внесення);
- вивантаження добрив (якщо необхідно – провести подрібнення);
- навантаження добрив у енергетичні засоби з метою перевезення їх до місця внесення або перевантаження останніх до машин для внесення добрив.

Визначаючи пріоритетну роль мінеральних добрив у сільському господарюванні, важливо оптимізувати всі чинники у зв'язку з тим, що частка на добрива в загальній структурі енергетичних витрат є суттєвою і для різних культур її величина коливається в межах 34-63% [1].

Найпоширенішими машинами для внесення твердих мінеральних добрив є навісні та причіпні відцентрові розкидачі (типу МВУ), в яких робочі органи представляють собою два відцентрових диски, як правило, з оригінальними лопатками. Ці розкидачі призначені для поверхневого розкидання твердих мінеральних добрив, вапна і гіпсу. Їх агрегують з тракторами класів 1,4 та 3, робоча ширина розкидання при цьому складає від 8 до 24 м з нормою внесення в межах 0,1...1,4 т/га.

Основними технологічними режимами роботи розкидача є ширина смуги внесення добрив та швидкість агрегату. Серед імпортних аналогів технологічні переваги мають машини фірм Amazone, Rau, Silky, Vreg та інших.

Ефективність добрив зростає з підвищенням рівня попереднього удобрення ґрунту. Чим вищий цей рівень на початковій ротації, тим менше потрібно добрив для отримання максимальної продуктивності сівобороту в наступній ротації. Існує границя насичення ґрунту добривами, після якої наступне застосування азоту, фосфору, калію (NPK) не призводить до росту продуктивності сівобороту [2].

2. Аналіз останніх досліджень та публікацій

В Україні домінують напрямки землеробства з використанням хімічних препаратів. Пов'язано це з багатьма факторами, але визначальним є те, що за розрахунками, через нестачу певних хімічних елементів у ґрунті, через хвороби рослин, наявність бур'янів і шкідників втрачається більше третини можливого урожаю.

Для забезпечення належного рівня поживних речовин у ґрунті необхідно вносити мінеральні добрива. Витрати агрохімікатів у перерахунку діючої речовини на один гектар у світі зростають. Тобто існує проблема не тільки інтенсифікації процесів захисту рослин і внесення мінеральних добрив, але і пошуку нових механіко-технологічних шляхів економії технічного матеріалу та збереження навколишнього середовища [3].

Мінеральні добрива вносять за прямоочною або перевальною технологіями в залежності від наявної техніки та відстані від поля до складу. Остання застосовується рідко, оскільки супроводжується великими втратами добрив при транспортуванні. Вносять їх в оптимальні агротехнічні терміни, виконуючи установлені дози та рівномірно розташовуючи їх по поверхні поля. Діаметр гранул добрив не повинен перевищувати 5 мм. Руйнування гранул до 1 мм – не більше 5% [4-6].

Нерівномірність розташування при поверхневому внесенні добрив по всій площі поля не повинна перевищувати 25% для кузовних машин та 15% - для тукових сівалок. Якість роботи машин залежить від точності регулювання відцентрового робочого органу та правильної установки ширини захвату агрегату. Нерівномірність внесення добрив відцентровими робочими органами машин часто перевищує паспортні значення в декілька разів та досягає 50-70%, що нерідко призводить до недобору на ¼ врожаю сільськогосподарських культур. Досліди, які були проведені в господарствах [7] показали, що цей недолік можна виправити, якщо робочий захват агрегату не буде перевищувати оптимальних розмірів, які вказуються в технічні характеристики розкидача.

Підвищення дальності розсіювання сипучого матеріалу можна досягти за допомогою осі лопатки, яка приймається криволінійною, в формі дуги, кола випуклої в напрямку протилежному напрямку обертання і дотичної до радіуса диска в центрі. [8].

3. Мета дослідження

Дослідити та покращити вплив конструкцій роторних робочих органів на якісні показники роботи розкидачів мінеральних добрив.

4. Викладення основного матеріалу

Одним із способів збільшення величини ширини захвату відцентрового розкидача і підвищення рівномірності розташування по ній мінеральних добрив є надання окремим порціям частинок початкових швидкостей, вільного руху, які відрізняються величиною та напрямком

Відцентрові розкидачі подають більшу кількість добрив на середню частину полоси розсіву і меншу – по краях, то для покращення рівномірності потрібно працювати з перекриттям суміжних проходів. Але цей спосіб одночасно зменшує робочу ширину захвату, що в деякій мірі понижує переваги відцентрового розкидача. Щоб покращити рівномірність, необхідно змінити характер розташування добрив по ширині захвату. Найбільш просто це здійснити шляхом зміни осі лопатки, що приймається криволінійною, у формі дуги, кола випуклої в напрямку, протилежному напрямку обертання і дотичної до радіуса диска в центрі.

З цією метою досліджено конструкцію відцентрового розкидача мінеральних добрив (рис. 1).

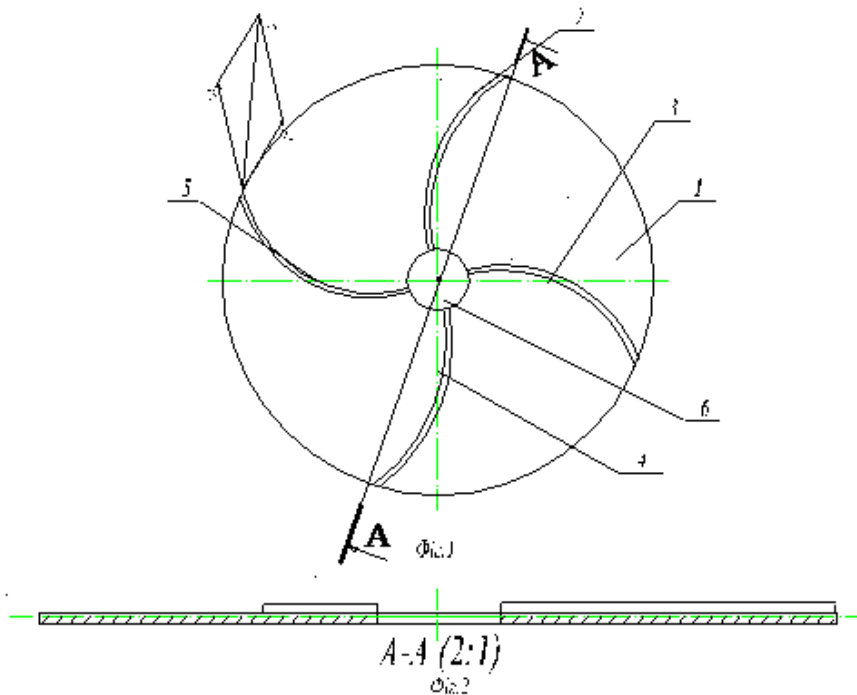


Рис. 1. Пелюстковий робочий орган для розкидання сипучих матеріалів

Робочий орган складається з диска 1, що обертається, із закріпленими на ньому лопатками 2, 3, 4, 5, криволінійні осі яких є дотичними до радіуса диска в його центрі. Диск 1 обертається на вертикальному валі 6.

Пристрій працює наступним чином. Сипучий матеріал, що подається на диск 1, який захоплюється лопатками 4 і під дією відцентрових сил переміщується вздовж лопаток 4, сходить з поверхні диску 1 та розсівається по поверхні поля.

Швидкість вильоту добрив буде визначатися як (1):

$$\vec{V} = \vec{V}_r + \vec{V}_e, \quad (1)$$

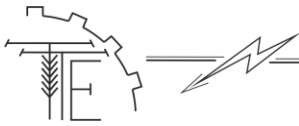
де \vec{V}_r, \vec{V}_e – відповідно відносна та переносна швидкість вильоту сипучої суміші, м/с.

Причому,

$$V_r = \omega \cdot (R - r_0); \quad V_e = \omega \cdot R, \quad (2)$$

де R – радіус диска;

r_0 – відстань від центра диска до внутрішнього торця лопатки.



При криволінійній формі осі лопатки, що пропонується, дальність польоту частинок сипучого матеріалу значно змінюється в бік зростання.

Застосування корисної моделі забезпечить за рахунок зміни прямолінійної форми на криволінійну випуклу в напрямі протилежному обертанню диска, підвищення продуктивності та зменшення трудомісткості виконання внесення добрив. Така конструкція розкидача дає можливість отримати більш рівне розташування добрив по ширині захвату, оскільки ми будемо працювати з перекриттям суміжних проходів, при цьому робоча ширина захвату не постраждає, оскільки дана конструкція дозволяє значно збільшити дальність польоту робочої суміші.

Було проведено експериментальні дослідження для покращення якісних показників відцентрових розкидачів, нами було виготовлено дослідний зразок роторного робочого органу діаметром 600 мм і взято еталонний диск. Дослідження проводились в ТОВ «Чемпіон» Павлоградського району Дніпропетровської області.



Рис. 2. Робота в полі експериментальним машинно-тракторним агрегатом

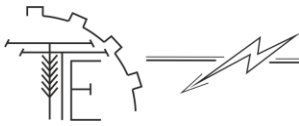
Щоб забезпечити перевірку якості внесення добрив необхідно виконати чотири проїзди агрегату «човниковим» способом руху з відстанню між суміжними проходами, рівною заданій робочій ширині. Траєкторію 1-4 проходів агрегату відмічають кілками. Їх устанавлюють у два ряди на відстані 10-15 м до і після протівнів. З метою економії добрив їх висівають лише в зоні контрольної ділянки.

Після проходів агрегату з установленою дозою внесення, добрива послідовно збирають в пронумеровані пакетики, знімаючи остатки волосяною щіточкою, зважують з точністю до 0,1 г. Результати заносять до журналу. Потім сумують маси окремих проб і визначають середню масу добрив, які припадають на один протівень. Перемноживши її на 40, визначають фактичну дозу внесення добрив (в кг/га). Якщо вона відрізняється одна від одної більш чим на 10%, регулюють відкриття дозуючої заслінки та здійснюють повторний проїзд машини і знову визначають фактичну дозу внесення добрив.

Нерівномірність розташування добрив по поверхні поля визначають по відносному відхиленню максимальної та мінімальної маси проб на протівнях від фактично-середньої. Якщо відхилення не перевищують 25%, то вважається, що машина вносить добрива на заданій робочій ширині з нерівномірністю, яка не перевищує агротехнічний допуск. [3].

В таблиці 1 наведено параметри диска відцентрового типу з пелюстковими лопатками.

Дослідження впливу різних експериментальних конструкцій роторних робочих органів на рівномірність внесення мінеральних добрив по ширині захвату агрегату проводились на дослідному відцентровому робочому органу у складі розкидача польського виробництва JAR-MET 500, який навішувався на трактор МТЗ-80.1, згідно методики [8] в шестикратній повторюваності. Агрегат рухається по полю на 6 передачі зі швидкістю 10,6 км/год. Висота робочого органу відносно поверхні



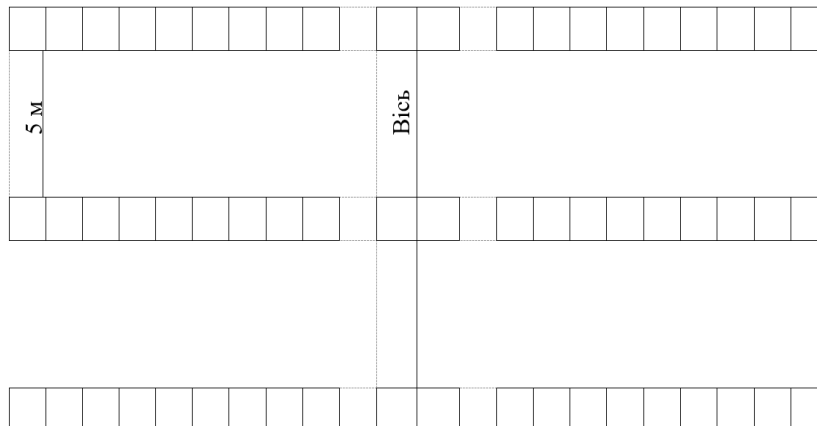
поля становила 700 мм.

Таблиця 1

Параметри диска відцентрового типу, прийняті при проведенні експериментальних досліджень

Параметр	Величина	
	Пелюстковий (пологий)	Пелюстковий (гострий)
Кут нахилу пелюстків диску відносно горизонтальної поверхні	12°, 13°, 14°, 15°	10°, 11°, 12°, 13°
Кут між пелюстками, один відносно одного	90°, 90°, 90°, 90°	45°, 135°, 45°, 135°

По полю, перпендикулярно напрямку руху агрегату з інтервалом 0,5 м встановлено ряд противнів розміром 0,5×0,5×0,05 м (рис.3). Останні занурювались у ґрунт таким чином, щоб їхня бокова частина була на одному рівні з поверхнею поля. Залишено було вільне місце для коліс трактора. Потім бункер дослідної установки було заповнено мінеральними добривами, встановлювалась задана норма висіву, висота розташування робочого органу над поверхнею поля та поступальна швидкість руху агрегату і кутова швидкість робочого органу. Підготовлений до роботи агрегат проїжджав в робочому положенні перпендикулярно ряду розташованих по полю противнів, які збирають добрива, що летіли з робочого органу. Після кожної повторюваності досліду мінеральні добрива, які потрапили в противні, збирали, звішували та записували вагові значення і обробляли методом варіаційної статистики.

**Рис. 3. Схема розташування противнів при проведенні експерименту**

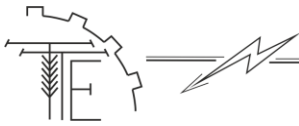
Ширина захвату агрегату визначається за кількістю мінеральних добрив у противнях. Центр перекриття знаходився по обидва боки від осі розкидача по противням. Вага добрив складала 50% від середньої ваги. Відстань між противнями двох сусідніх проходів і була шириною захвату агрегату.

Експериментальні дані, які виведені в таблицю 2, показують, що по рівномірності внесення мінеральних добрив кращі результати досягаються, з використанням восьмипелюсткових (пологого та гострого) робочого органу. Порівняно з еталонним робочим органом коефіцієнт варіації знижується на 55%. Робоча ширина захвату в першому випадку (табл. 2), як в еталонному, так і в експериментальних зразках, не досягає конструктивної в зв'язку з недостатньою якістю суперфосфату. Згідно дослідів, які проведені в Німеччині, найбільша рівномірність внесення гранульованих мінеральних добрив буде досягатись всіма типами розкидачів при середніх розмірах гранул добрив від 2,8 до 3,2 мм.

Найкращі результати досягаються при внесенні карбаміду - коефіцієнт варіації у першому дослідному зразку (пелюстковий (пологий)робочий орган) по ширині розкидання зменшується до 17%, порівняно з еталонним має переваги на 38%, а другий зразок (гострий) – на 37,2%.

Проведені досліді показали, що з допомогою відцентрового робочого органу нерівномірність внесення робочої суміші всього лиш 8%.

Робота, яка проводиться в університеті по удосконаленню конструкції відцентрового розкидача дозволяє зробити висновок, що більш раціонально при створенні нових машин такого типу іти шляхом оснащення їх робочими органами з криволінійною формою повздовжньої осі лопатки, яка



матиме форму дуги, кола, буде дотичною до радіуса в центрі диска і повернутою випуклістю в напрямі протилежному обертанню диска.

Таблиця 2

Результати дослідження різних конструкцій експериментальних робочих органів

Показники	Зразки робочих органів		
	Пелюстковий (пологий)	Пелюстковий (гострий)	Еталонний
Суперфосфат порошкоподібний			
Коефіцієнт варіації, %	27	28,8	60
Похибка досліду, %	3,5	4,3	4,3
Робоча ширина захвату, м	2,8	2,8	3,0
Карбомід			
Коефіцієнт варіації, %	17	17,8	55
Похибка досліду, %	4,0	4,5	4,0
Робоча ширина захвату, м	5	5	5

5. Висновки та перспективи подальших досліджень

Установка плоского диску з криволінійною формою повздожньої осі лопатки дозволить збільшити ширину захвату розсіювання сипучих матеріалів та приведе до підвищення рівномірності їх розподілу по поверхні ґрунту за рахунок накладання секторів і без втрат продуктивності.

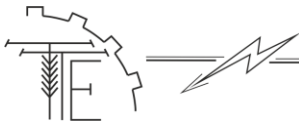
Ефективність запропонованого робочого органу підтверджується проведеними дослідженнями.

Список використаних джерел

1. Адамчук В. В. Механіко-технологічні і технічні основи підвищення ефективності внесення твердих мінеральних добрив та хіммеліорантів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра. техн. наук : 05.05.11. Київ, 2006. 45 с.
2. Кобець А. С., Науменко М. М., Пономаренко Н. О. Обґрунтування конструкції чотирилопатевого відцентрового розкидача мінеральних добрив. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. 2013. С.65–67.
3. Кравчук В. І., Грицигінна М. І., Ковалюк С. М. Сучасні тенденції розвитку конструкції с/г техніки. *Аграрна наука*, 2004. 396 с.
4. Aliev E., Bandura V., Pryshliak V., Yaropud V., Trukhanska O. Modeling of mechanical and technological processes of the agricultural. *INMATEH - Agricultural Engineering*. vol. 54. no.1. 2018. P. 95–104.
5. Пономаренко Н. О., Яропуд В. М., Зозуляк О. В. Прийоми локального внесення добрив. *Всеукраїнський науково-технічний журнал «Вібрації в техніці та технологіях»*. 2016 р. Вип. 3(83). С. 59–62.
6. До питання створення машини для внесення мінеральних добрив / А.С. Кобець та ін. *Всеукраїнський науково-технічний журнал «Вібрації в техніці та технологіях»*. 2017 р. Вип. 1 (84). С. 64–67.
7. Kobets A. S., Ponomarenko N. A., Kobets O. M., Tesliuk H. V., Kharytonov M. M., Yaropud V. M. Study of fertilizer spreader centrifugal type under field conditions. *INMATEH - Agricultural Engineering*. vol. 57. no.1. 2019. P. 253–260.
8. Пономаренко Н. О. Обґрунтування параметрів відцентрового робочого органу машини для внесення мінеральних добрив автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.05.11. Мелітополь, 2014. 24 с.

References

- [1] Adamchuk, V. V. (2006). *Mekhaniko-tekhnologichni i tekhnichni osnovy pidvyshchennya efektyvnosti vnesennya tverdikh mineral'nykh dobryv ta khimmeliorentiv* [Mechanical-technological and technical bases of increase of efficiency of introduction of firm mineral fertilizers and chemical ameliorants]. *Author's abstract. dis. dock. tech. Science: 05.05.11*. Kyiv. [In Ukrainian].
- [2] Kobets, A. S., Naumenko, M. M., Ponomarenko, N. O. (2013). *Obhruntuvannya konstruktsiyi chotyryloplatevoho vidtsentrovoho rozkydacha mineral'nykh dobryv* [Substantiation of the design of a four-bladed centrifugal spreader of mineral fertilizers]. *Bulletin of Dnipropetrovsk State Agrarian University*, 65-67. [In Ukrainian].
- [3] Kravchuk, V. I., Gritsiginna, M. I., Kovalya, S. M. (2004). *Suchasni tendentsiyi rozvytku*



- konstruktsiyi s/h tekhniki [Modern trends in the development of agricultural machinery]. *Agrarian Science*. [In Ukrainian].
- [4] Aliev, E., Bandura, V., Pryshliak, V., Yaropud, V., Trukhanska, O. (2018). Modeling of mechanical and technological processes of the agricultural [Modeling of mechanical and technological processes of the agricultural]. *INMATEH - Agricultural Engineering*. vol. 54, no.1, 95–104. [In English].
- [5] Ponomarenko, N. O., Yaropud, V. M., Zozulyak O. V. (2016). Pryyomy lokal'noho vnesennya do bryv [Methods of local application of fertilizers]. *All-Ukrainian scientific and technical journal "Vibrations in engineering and technology"*. 3 (83), 59–62. [In Ukrainian].
- [6] Kobets, A. S., Naumenko, M. M., Ponomarenko, N. O., Yaropud, V. M., (2017). Do pytannya stvorennya mashyny dlya vnesennya mineral'nykh do bryv [To the question of creating a machine for applying mineral fertilizers]. *All-Ukrainian scientific and technical journal "Vibrations in engineering and technology"*. Vol. 1 (84), 64–67. [In Ukrainian].
- [7] Kobets, A. S., Ponomarenko, N. A., Kobets, O. M., Tesliuk, H. V., Kharytonov, M. M., Yaropud, V. M. (2019). Study of fertilizer spreader centrifugal type under field conditions [Study of fertilizer spreader centrifugal type under field conditions]. *INMATEH - Agricultural Engineering*. vol. 57, no.1, 253–260. [In English].
- [8] Ponomarenko, N. O. (2014). Obgruntuvannya parametriv vidtsentrovoho robochoho orhanu mashyny dlya vnesennya mineral'nykh do bryv [Substantiation of parameters of centrifugal working body of the machine for application of mineral fertilizers]. *Author's ref. dis...cand. tech. Sciences: 05.05.11*. Melitopol, [In Ukrainian].

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО ОРГАНА ДЛЯ РАЗБРАСЫВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ

Машины, которые используются в мировой практике для поверхностного внесения минеральных удобрений чаще оборудуются центробежными аппаратами с вертикальным или горизонтальным расположением оси вращения. Имея высокую производительность и надежность технологического процесса, они не всегда могут обеспечить получение необходимой дозы и равномерности посева удобрений по ширине.

В Украине в настоящее время выпускаются машины для внесения минеральных удобрений, которые раньше у нас не производились. Поскольку около 2/3 всех имеющихся минеральных удобрений, а также большую часть известняковых и гипсосодержащих материалов вносят сплошным способом, то для этого необходимо иметь определенный парк машин для внесения удобрений, доступных потребителям. Внесение удобрений сплошным способом осуществляется наземными средствами и авиацией.

Одной из основных агротехнических требований, предъявляемых к машинам для внесения сыпучих материалов (минеральных удобрений), является равномерное их распределение по поверхности поля. От неравномерного внесения удобрений снижение урожая зерновых культур достигает 10 ... 15%.

Основным недостатком машины для внесения минеральных удобрений являются: несовершенная конструкция розкидального механизма, что приводит к неравномерному внесению удобрений по поверхности поля; большое количество передач, влияет на металлоемкость и стоимость изготовления и усложняет конструкцию.

Цепные передачи, которые приводят в движение розкидальный механизм и транспортер (во время работы цепь растягивается, что требует использования натяжных роликов, и взлета с звездочек, особенно на приводе розкидального механизма); значительная неравномерность внесения удобрений обусловлена несовершенной конструкцией розкидального диска.

Главную причину низкого качества распределения удобрений машинами рассеивающей типа большинство исследователей видят в значительном влиянии на технологический процесс внешних случайных факторов: рельефа поля, скорости и направления ветра, влажности воздуха, упругих, фрикционных, гигроскопических и гранулометрических свойств удобрений. Поэтому совершенствование технологического процесса посева удобрений, с целью обеспечения заданной равномерности их распределения по поверхности поля в условиях реального функционирования, является актуальной научно-практической задачей. Для того, чтобы устранить перечисленные недостатки предложен новый розкидальный рабочий орган.

Ключевые слова: минеральные удобрения, разбрасыватель центробежного типа, эталонный образец, диск с лопатками, касаются радиуса диска.

Рис. 3. Табл. 2. Ф. 2. Лит. 8.

**RESEARCH OF CONSTRUCTIVE-TECHNOLOGICAL PARAMETERS
OF WORKING BODY FOR SCATTERING BULK MATERIALS**

Machines used in world practice for surface application of mineral fertilizers are often equipped with centrifugal devices with vertical or horizontal location of the axis of rotation. Having high productivity and reliability of technological process, they cannot always provide reception of a necessary dose and uniformity of scattering of fertilizers on width.

In Ukraine, currently produced machines for the application of mineral fertilizers, which we have not previously produced. Since about 2/3 of all available mineral fertilizers, as well as most of the limestone and gypsum-containing materials are applied in a continuous manner, it is necessary to have a certain fleet of machines for applying fertilizers available to consumers. Fertilizer application in a continuous manner is carried out by land and aviation.

One of the main agrotechnical requirements for machines for the application of bulk materials (mineral fertilizers) is their uniform distribution on the field surface. From uneven application of fertilizers, the reduction in grain yield reaches 10 ... 15%.

The main disadvantages of the machine for applying mineral fertilizers are: imperfect design of the spreading mechanism, which leads to uneven scattering of fertilizers on the field surface; a large number of gears, which affects the metal content and cost of manufacture and complicates the design.

Chain transmissions that drive the spreading device and the conveyor (during operation the chain is stretched, which requires the use of tension rollers, and take-off from the sprockets, especially on the drive of the spreading device); significant uneven application of fertilizers due to imperfect design of the spreading disc.

The main reason for the low quality of fertilizer distribution by scattering machines, most researchers see a significant impact on the technological process of external random factors: field relief, wind speed and direction, humidity, elastic, frictional, hygroscopic and particle size distribution of fertilizers. Therefore, the improvement of the technological process of fertilizer scattering, in order to ensure a given uniformity of their distribution on the field surface in the conditions of real functioning, is an urgent scientific and practical task. In order to eliminate these shortcomings, a new spreading working body is proposed.

Key words: mineral fertilizers, centrifugal spreader, reference sample, disk with blades, tangent to the radius of the disk.

Fig. 3. Tabl. 2. F. 2. Ref. 8.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Пономаренко Наталія Олександрівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри тракторів і сільськогосподарських машин Дніпровського державного аграрно-економічного університету (вул. Сергія Єфремова, 25, м. Дніпро, Україна, 49000, e-mail: nanagieva@ukr.net)

Яропуд Віталій Миколайович – кандидат технічних наук, доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, +380978399834, yaropud77@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0003-0502-1356>.)

Лепеть Євген Іванович – асистент кафедри тракторів і сільськогосподарських машин Дніпровського державного аграрно-економічного університету (вул. Сергія Єфремова, 25, м. Дніпро, Україна, 49000, e-mail: lepet@ukr.net)

Пономаренко Наталія Александровна – кандидат технических наук, доцент кафедры тракторов и сельскохозяйственных машин Днепровского государственного аграрно-экономического университета (ул. Сергея Ефремова, 25, г. Днепро, Украина, 49000, e-mail: nanagieva@ukr.net)

Яропуд Виталий Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры машин и оборудования сельскохозяйственного производства Винницкого национального аграрного университет (ул. Солнечная, 3, г. Винница, 21008, Украина, +380978399834, yaropud77@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0003-0502-1356>)

Лепет Евгений Иванович – ассистент кафедры тракторов и сельскохозяйственных машин Днепровского государственного аграрно-экономического университета (ул. Сергея Ефремова, 25, г. Днепр, Украина, 49000, e-mail: lepet@ukr.net)

Ponomarenko Nataliya Oleksandrivna – candidate of technical sciences, assistant professor of the department of expiuation machinery-tractor park of Dnipro national agrarian-economic university (St. S.Efremova, 25, Dnipro, Ukraine, 49000, e-mail: nanagieva@ukr.net)

Yaropud Vitalii Mykolaiovych – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of machinery and equipment for agricultural production of Vinnytsia National Agrarian University (street Sonyachna, 3, Vinnytsia, 21008, Ukraine+380978399834, yaropud77@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0003-0502-1356>)

Lepet Yevhen Ivanovych – Assistant of the Department of Tractors and Agricultural Machines of Dnipro State Agrarian and Economic University (Serhiy Yefremov St., 25, Dnipro, Ukraine, 49000, e-mail: lepet@ukr.net)