

УДК 631.333

А.С. Кобець, д.т.н.; М.М. Науменко, к.т.н.; Н.О. Пономаренко  
Дніпропетровський державний аграрний університет

## **РОБОЧИЙ ОРГАН ДЛЯ РОЗКИДАННЯ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ**

*Наведено обґрунтування конструкції робочого органу для розкидання сипучого матеріалу.*

**МІНЕРАЛЬНІ ДОБРИВА, РОЗКИДАЧ ВІДЦЕНТРОВОГО ТИПУ, ВІДНОСНИЙ РУХ, ДИСК ІЗ ЛОПАТКАМИ, ДОТИЧНІ ДО РАДІУСУ ДИСКА, ШВИДКІСТЬ ВІЛЬОТУ.**

**Постановка проблеми.** Мінеральні добрива є одним з основних джерел підвищення родючості ґрунту і в більшості випадків вносяться суцільним способом. Ця операція виконується за допомогою різноманітних машинно-тракторних агрегатів, робота яких оцінюється за рядом показників якості [1]. Серед показників якості розкидачів добрив найголовніші – це повнота і норма внесення та рівномірність розподілу по площі. Останній показник особливо актуальний, коли вноситься повна доза, тому, що нерівномірне внесення може призвести до нерівномірного росту рослин, до накопичення в рослинній продукції шкідливих речовин особливо нітратів [2]. Все це призводить до зниження ефективності добрив, до зменшення врожайності і до зниження якості продукції рослинництва.

**Аналіз досліджень і 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 ТМ та збереження навколишнього середовища [3].

Мінеральні добрива вносять за прямою 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%. [4-7] 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  $\frac{1}{4}$  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 технічній характеристиці розкидача.

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

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

**Матеріал досліджень.** Одним із способів збільшення 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 [9].

Відцентрові розкидачі подають більшу кількість добрив на середню частину полоси розсіву і меншу – по краях, в зв'язку з чим 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 прямолінійної осі лопатки, на криволінійну, в формі дуги, кола випуклої в напрямку, протилежному напрямку обертання і дотичної до радіуса диска в центрі.

З цією метою в ДДАУ було досліджено конструкцію відцентрового розкидача мінеральних добрив.

Схема конструкції робочого органу (вид зверху та розріз А-А) наведена на рис. 1.

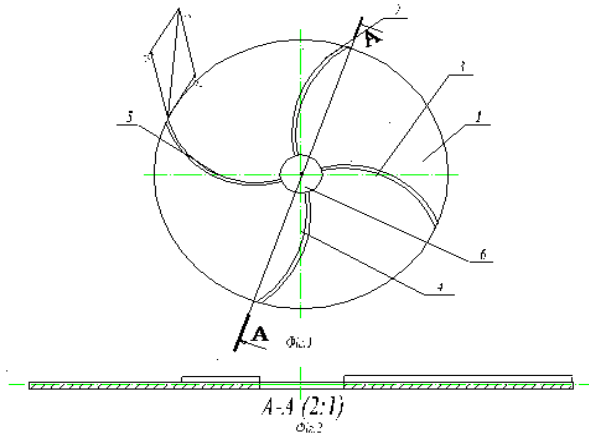


Рис. 1 – Робочий орган для розкидання сипучих матеріалів

Схема конструкції робочого органу (вид зверху та розріз А–А) наведена на рис. 1.

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, захоплюється лопатками 4 і під дією відцентрових сил переміщується вздовж лопаток 4 і сходять 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,

$$V_e = \omega \cdot R, \quad (2)$$

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.

Відносну швидкість можна визначити з основного рівняння динаміки відносного руху окремої туки, яка для випадку, що розглядається має вигляд:

$$m\overline{Wr} = \overline{P} + \overline{F_{T1}} + \overline{F_{T2}} + \overline{N_1} + \overline{N_2} + \overline{F_e} + \overline{F_K}, \quad (3)$$

де  $m$  – маса туки;  $W_r$  – відносне прискорення;  $P = mg$  – вага туки;  $N_1$  – горизонтальна нормальна реакція лопатки;  $F_{T1}$  – сила тертя, що виникає при ковзанні туки по лопатці;  $N_2$  – вертикальна нормальна реакція диска;  $F_{T2}$  – сила тертя, що виникає при ковзанні туки по диску;  $F_e$  – переносна сила інерції;  $F_K$  – Коріолісова сила інерції.

Вектори сил, що діють на туку окрім вертикальних сил  $P$  і  $N_2$  наведенні на рис. 2.

Проектуючи вектори рівняння (3) на дотичну до траєкторії можна отримати:

$$mWr = -F_{T1} - F_{T2} + F_e \cos \frac{\gamma}{2} \quad (4)$$

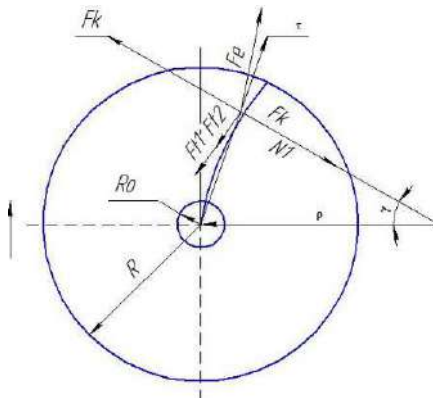


Рис. 2 – Схема сил, що діють на туку в горизонтальній площині, та геометричні характеристики розкидача

Сили тертя  $F_{T1}$  і  $F_{T2}$  визначаються як

$$F_{T1} = f_1 N_1 \text{ і } F_{T2} = f_2 N_2,$$

де  $f_1$  і  $f_2$  – коефіцієнт тертя ковзання.

Скалярне рівняння для визначення нормальної реакції  $N_1$  має вигляд:

$$N_1 - F_K - F_e \sin \frac{\gamma}{2} \quad (5)$$

Коріолісова сила інерції визначається як:

$$F_K = m2\omega V_r,$$

де  $\omega$  – кутова швидкість диска;

$V_r$  – відносна швидкість туки.

Для переносної сили інерції можна отримати:

$$F_e = m\omega^2 2\rho \sin \frac{\gamma}{2},$$

де  $\rho$  – радіус кривизни осі лопатки.

Враховуючи викладене, і маючи на увазі, що  $N_2 = mg$ , приводимо рівняння (4) до вигляду:

$$mW_r = -f_1 2m \omega V_r - f_1 m \omega^2 2 \rho \sin \frac{\gamma}{2} - f_2 mg + m \omega^2 2 \rho \sin \frac{\gamma}{2} \cos \frac{\gamma}{2},$$

або

$$\frac{dV_r}{dt} = -2f_1 \omega V_r - 2f_1 \omega^2 \rho \sin \frac{\gamma}{2} - f_2 g + \omega^2 \rho \sin \gamma.$$

Виражаючи відносну швидкість  $V_r$  і поточне значення кута  $\gamma$  через дугову координату  $s$  можна прийти до остаточного вигляду рівняння:

$$\frac{d^2 s}{dt^2} = -2f_1 \omega \frac{ds}{dt} - 2f_1 \omega^2 \rho \sin \frac{s}{2\rho} - f_2 g + \omega^2 \rho \sin \frac{s}{\rho}. \quad (6)$$

Чисельний розв'язок диференціального рівняння (6) дає можливість встановлювати кінематичні характеристики відносно руху, що дозволяє визначити при якому радіус кривизни  $\rho$  абсолютна швидкість вильоту туки буде максимальною.

Як окремий випадок з рівняння (6) витікає диференціальне рівняння руху вздовж прямолінійної радіальної лопатки, яке для  $\rho \rightarrow \infty$  має вигляд:

$$\frac{d^2 s}{dt^2} = -2f_1 \omega \frac{ds}{dt} - f_1 \omega^2 s - f_2 g + \omega^2 s. \quad (7)$$

При незначній силі тертя, для  $f_1 = f_2 = 0$ , диференціальне рівняння (7) дає розв'язок:

$$V_r = \omega \sqrt{R^2 - R_0^2}, \quad (8)$$

де  $R_0$  – радіус вала розкидача.

Тоді абсолютна швидкість вильоту складатиме:

$$V = \omega \sqrt{2R^2 - 2RR_0 + R_0^2}$$

Для випадку коли  $R_0 \ll 0$ , відносна швидкість може бути визначеною як:

$$V = \omega R.$$

Теоретичне значення абсолютної швидкості вильоту матиме мінімальне значення:

$$V_{min} = \omega R \sqrt{2}.$$

Для лопатки з радіусом кривизни  $\rho = \frac{R}{2}$  абсолютна швидкість за тих же умов складатиме:

$$V_{max} = 2\omega R.$$

З викладеного витікає очевидна перспективність застосування лопатки криволінійною віссю обертання, так як швидкість вильоту гранул добрива може бути суттєво збільшеною, при забезпеченні мінімального тертя гранул з робочими поверхнями диска.

**Висновки.** Установка плоского диска 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.

#### Література

1. Яблонский А.А., Никифорова В.М. Курс теоритической механики. Том 1.
2. Ковтун Ю.В., Нетецький Л.Г. Статистичні аспекти показників якості при механізованому внесенні добрив // Наукові праці Полтавської державної аграрної академії. – Том 6 (25). Механізація та електрифікація сільського господарства. – Полтава: РВВ ПДАА, 2007. С. 65 – 68.
3. Сівак І.М. Обґрунтування параметрів регулювання розподільника мінеральних добрив в системі точного землеробства: Дис. канд. наук: 05.05.11 – 2008.
4. А.Б. Лурье, А.А. Громбчевский / Расчет и конструирование сельско-хозяйственных машин. – М.: Машиностроение. 1977. – 528 с.
5. М.Г. Догановский, Е.В. Козловский. Машины для внесения удобрений. – М.Машиностроение», 1972. – 272 с.
6. Индустриальная технология применения минеральных удобрений / Сост. М.Н.Марченко. – М.: Россельхозиздат, 1987. – 239 с.: ил.
7. Контроль качества полевых работ: Справочник. – М.: Росагропромиздат, 1991. – 191 с.

8. Заявка на патент на корисну модель «Робочий орган для розкидання сипучих матеріалів.

9. С.Д. Полонецкий, Б.А. Кушилкин, В.Д. Переверзев. Об улучшении качественных показателей центробежных разбрасывателей. – В сб. Записки Воронежского СХИ им.К.Д. Глинки. Т.35. 1968.

УДК 631.4

© Л.В. Коломієць, к.с.-г.н.; В.П. Резніченко, к.с.-г.н.; О.В. Прищепова  
Кіровоградський національний технічний університет

### **СИДЕРАЦІЯ ЯК АЛЬТЕРНАТИВА ТРАДИЦІЙНОМУ УДОБРЕННЮ**

*Проаналізовано значення сидеральних культур для відновлення родючості ґрунту, покращення фітосанітарного стану посівів, забезпечення необхідного рівня врожайності сільськогосподарських культур при одночасному зниженні кількості мінеральних добрив. Наведено особливості мікробіологічних процесів у ґрунті, котрі поліпшують його властивості.*

**СИДЕРАЛЬНІ КУЛЬТУРИ, ҐРУНТ, ДОВКІЛЛЯ, ДОБРИВА, ХІМІЗАЦІЯ, РОДЮЧІСТЬ, АЗОТ, ФОСФОР, КАЛІЙ, ЕКОЛОГІЧНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО.**

**Постановка проблеми.** На деякому етапі розвитку сільського господарства з усіх існуючих засобів боротьби за врожай перевага була надана тотальній хімізації землеробства. Відбувається неухильне зниження вмісту гумусу в ґрунтах, що викликало в Україні зростання за останні 17 років внесення мінеральних добрив на гектар орної землі (в перерахунку на 100%-ний вміст поживних речовин) з 65,1 до 157,4 кг. Внесення надвисоких доз мінеральних добрив та пестицидів призводить до забруднення водойм, питної води і продуктів харчування. Постає необхідність впровадження якісно нових технологій вирощування сільськогосподарських культур.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Україна взяла на себе зобов'язання дотримуватися міжнародних принципів сталого розвитку (Йоханесбург, 2002). Основним практичним напрямом сталого розвитку у галузі сільського господарства є “органічне агропробудництво”. Попри існуючі труднощі, галузь органічного