

УДК 631.333

© Н.О. Пономаренко, к.т.н.

Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет

ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ПОЛЬОВИХ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВІДЦЕНТРОВИХ РОЗКИДАЧІВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

Розроблено програму, методика та отримані результати експериментальних досліджень відцентрового робочого органу для внесення мінеральних добрив. Запропоновано роторний робочий орган, конструкційні особливості якого дозволяють покращити рівномірність розсіювання мінеральних добрив.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ, МІНЕРАЛЬНІ ДОБРИВА, ВІДЦЕНТРОВИЙ РОЗКИДАЧ.

Постановка проблеми. Усі добрива поділяють на мінеральні й органічні, а за станом – на тверді та рідкі. Мінеральні добрива – це продукт промислового походження, їх виготовляють на хімічних заводах (азотні: аміачна, натрієва, кальцієва селітри, сульфати та ін.; фосфорні: суперфосфати, фосфоритне борошно, борошно з кісток та ін.; калійні: хлористий калій, калійна сіль, та ін). Промислові добрива застосовують, як правило, в гранульованому вигляді з діаметром гранул 1–4 мм. Мінеральні добрива вносять у нормі 20–600 кг/га залежно від способу внесення, потреб ґрунту та вирощуваних рослин [1].

Для механізації внесення твердих мінеральних добрив у ґрунт використовують спеціальні туковисівні апарати, які встановлюють на комбінованих агрегатах для локального внесення, посівних та садильних машинах, культиваторах-рослинопідживлювачах, а також тукові розкидні сівалки. На вітчизняних комбінованих машинах

встановлюють тарілчасто-скребкові апарати з пальцевими ворущилками (апарати типу АТД–2), а останнім часом — котушково-штифтові або шнекові.

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 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].

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 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, 5, 6, 7]. Нерівномірність розташування при поверхневому внесенні добрив по всій площі поля не повинна перевищувати 20% 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 технічні характеристики розкидача.

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

Мета експериментальних досліджень – підтвердження адекватності розробленої моделі та відпрацювання конструктивних і кінематичних параметрів розкидача.

У відповідності до мети нами окреслено коло задач, вирішення яких є необхідною і достатньою умовою досягнення поставленої мети.

Програма експериментальних досліджень. Програмою польових випробувань передбачалося:

- виготовлення дослідного зразка диска, оптимізованого за результатами лабораторних досліджень;
- визначення якості поверхневого внесення добрив при різних нормах внесення;
- проведення порівняльного аналізу якості внесення серійним та розробленим розкидачами.

Результати дослідження. Польові випробування виконувалися з використанням серійної машини МВД–900, оснащеної дисками запропонованої нами конструкції. Габарити диска, його елементи кріплення та приводу повністю відповідали серійному зразку диска. Єдиною відмінністю було встановлення на валу спеціального переходника, що надавало можливості змінювати висоту положення диска над рівнем ґрунту.

Для уточнення параметрів розподілу в окремі лотки були встановлені пробовідбірники, що дозволяло оцінювати параметри поперечного розподілу в більш вузькому діапазоні (рис. 1). Суть

експерименту полягала в тому, що агрегат в робочому положенні проходив послідовно три рядки лотків, добрива з них збирались в окрему тару, занотовувались координати лотка відносно осі проходу агрегату і взята проба зважувалась. У подальшому, обробка отриманих результатів виконувалась за методикою статистичної обробки результатів досліджень.

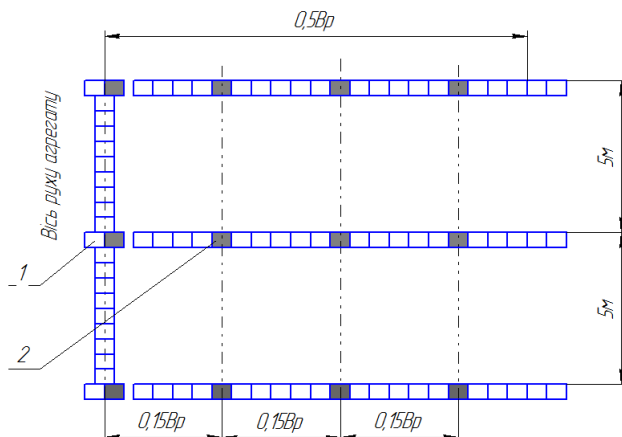


Рис. 1 – Схема розміщення лотків для визначення рівномірності внесення добрива: 1 – лотки без пробовідбірників; 2 – лотки з пробовідбірниками

Після проведення кожного етапу експерименту гранули в кожному пробовідбірнику зважувались і знаходилось середнє значення:

$$X_{CP} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{I=1}^n X_I, \quad (1)$$

де X_I – вага гранул в окремо взятому пробовідбірнику; n – кількість пробовідбірників.

Знаходимо середнє квадратичне відхилення:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{I=1}^n (X_I - X_{CP})^2}. \quad (2)$$

Знаходимо коефіцієнт варіації, який тотожно дорівнює нерівномірності внесення у відсотковому представленні:

$$v = \frac{\sigma}{X_{CP}}; \quad (3)$$

$$P = 100 \cdot v, \quad (4)$$

де P – нерівномірність внесення.

Експериментальні дослідження проводили на полях господарств ТОВ «Чемпіон» Павлоградського району, ССТ «Діброва» Широківського та ФГ «Ларіни» Солонянського району Дніпропетровської області. У випробуваннях використовували машини МВД–900, МВУ–0,5 та Garmet–500, із використанням як дослідних, так і серійних дисків. Окремо, для порівняння, була задіяна машина ROTAFLOW RS–М (Голландія).



Рис. 2 - Робота машини МВД-900 з розробленим відцентровим робочим органом

Характеристика умов випробувань була такою:

- загальна площа ділянки 1 га;
- рельєф поля рівний;
- мікрорельєф рівний;
- нахил місцевості в межах 2 %;
- тип добрива – суперфосфат;
- наявність вітру – до 3 м/с у зустрічному напрямку по відношенню до машинно-тракторного агрегату.

Результати представлені нами у вигляді графіків (рис. 3–4).

Аналіз отриманих залежностей підтверджує, що нерівномірність розподілу гранул в цілому задовільна. Характерним є те, що зі збільшенням висоти встановлення диска над рівнем ґрунту нерівномірність внесення добрив зменшується. Такий результат обумовлений більш тривалим польотом частки і, як наслідок, більш тривалим розподіленням потоку (рис. 3 і 4). Детально розглянувши графіки, переконуємося, що менша рівномірність внесення добрив спостерігається в однодискових машинах МВУ–0,5 та Garmet–500. Це пояснюється конструктивними особливостями агрегатів. Добрива потрапляють на оброблювану площу однобічно, що більш виражено у серійних дисків.

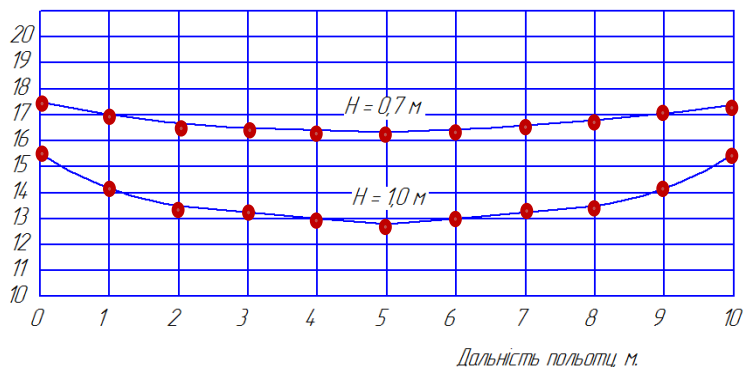


Рис. 3 – Нерівномірність розподілу гранул із застосуванням машини МВД–900 залежно від висоти розташування експериментального диска над рівнем ґрунту

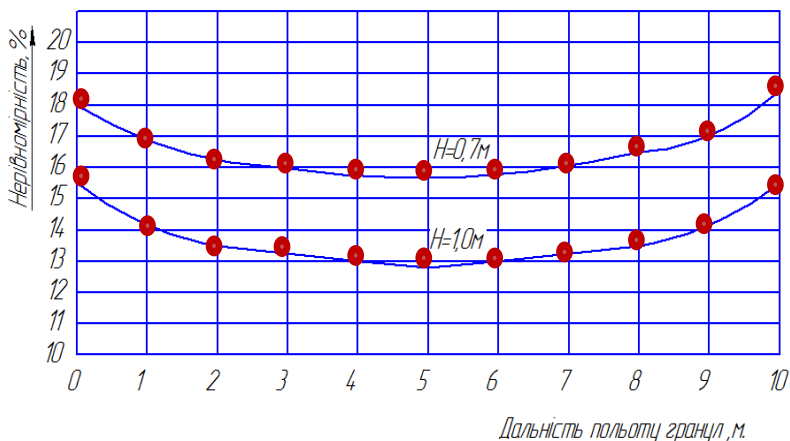


Рис. 4 – Нерівномірність розподілу гранул із застосуванням машини МВУ–0,5 і використанням розробленого робочого органа залежно від висоти розташування експериментального диска над рівнем ґрунту

Результати розподілу гранул у порівняльному аспекті модернізованою машиною (рис. 5) та серійною ROTAFLOW RS-M представлені на рис. 6, де бачимо, що нерівномірність розподілу гранул у машини з модернізованим робочим органом становить в межах 12,8–15,5 %, що нижче на 7–10% від даних, серійної машини

іноземного виробництва. Експеримент зі серійною машиною ROTAFLOW RS-M (рис.7) проводився лише в ФГ «Ларіни».



Рис. 5 – Навішування розробленого відцентрового робочого органа на машину МБУ–0,5

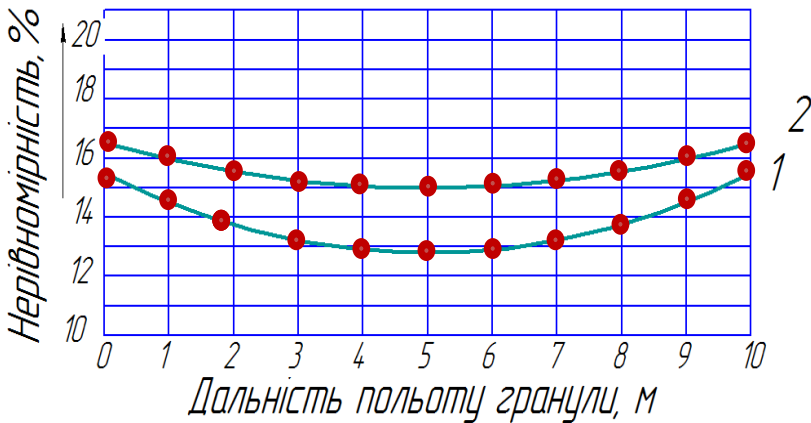


Рис. 6 – Нерівномірність розподілу гранул машиною: 1 – модернізованою; 2 – ROTAFLOW RS-M

Машина із серійними дисками показує нерівномірність на рівні 23–27%, що суттєво перевищує показник як модернізованої машини, так і ROTAFLOW RS-M. Нерівномірність розкидання запропонованою конструкцією менше за імпорتنу в середньому на 7–10 %. Однак цей показник у ROTAFLOW RS-M більш стабільний за значенням по ширині захвату.

Як показано в огляді наукових літературних джерел [1,2], нерівномірність у межах агротехнічних вимог не впливає на врожайність культур і може вважатися задовільною, але впливає на якість продукції. Проте показник серійної машини до 27 % не відповідає викладеним вимогам.



Рис. 7 – Проведення експерименту із серійною машиною ROTAFLOW RS-M

Полеві дослідження машини Garmet-500 були проведені під час руху, відхиленому від поступального, з розробленим робочим органом (рис. 8). Результат – нерівномірність внесення добрив збільшується на 5–8 % від загальної за умов нестійкого руху.



Рис. 8 – Полеві дослідження машини Garmet-500 під час руху, відхиленому від поступального, з розробленим робочим органом

Проаналізувавши отримані залежності (рис. 9), бачимо, що на якість внесення добрив впливає висота розташування диска над поверхнею. Це стосується як руху, відхиленого від поступального, з розробленим робочим органом, так і стійкого руху модернізованої машини. Так, рівномірність внесення добрив різко погіршується на 5,5–6 % при висоті 1,1 м. Отже, оптимальним параметром висоти постановки диска над рівнем ґрунту слід вважати 1,0 м.

Машина з серійними дисками показує нерівномірність на рівні 23–27%, що суттєво перевищує показник як модернізованої машини, так і ROTAFLOW RS-M. Нерівномірність розкидання нашої машини краще за імпорту в середньому на 7–10%. Проте цей показник у ROTAFLOW RS-M більш стабільний за значенням по ширині захвату.

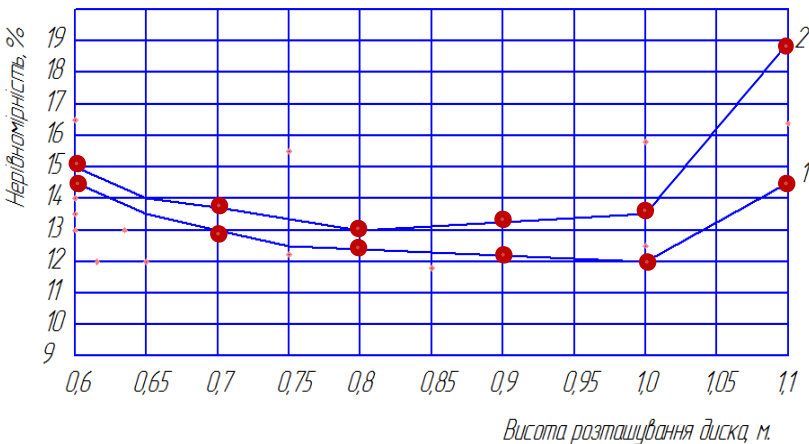


Рис. 9 – Нерівномірність розподілу гранул для машини Garmet-500 з модернізованим робочим органом: за стійкого руху (1) та відхиленого від поступального (2)

Як показано при огляді літературних джерел така нерівномірність не впливає на врожайність культур і може вважатись задовільною. Проте показник серійної машини до 27% не відповідає агровигодам.

Висновки:

1. Проведеними лабораторними дослідженнями доведена адекватність розробленої математичної моделі. Підтверджена також вірність обраних методик дослідження;

2. Оптимальними слід вважати наступні конструктивні та кінематичні параметри відцентрового розкидача мінеральних добрив:

- діаметр диска 650 мм;
- висота постановки диска над рівнем ґрунту – 0,7 – 1,0 м;
- діапазон частоти обертання диска $n = 54,45\text{--}58,64$ рад/с;
- кількість лопатей (секторів) – 4;
- кількість напрямних ребер на лопаті (секторі) – 3;
- кількість дисків – 2;
- кут нахилу ребер до площини обертання дисків – 90° ;
- діаметр живильника біля основи – 240 мм, на вершині – 196 мм.

3. Нерівномірність внесення мінеральних добрив модернізованим диском знаходиться в межах 12,9 – 15%, що в середньому на 7 – 10% краще за відомі зразки.

Література

1. Арискин С. Какой разбрасыватель удобрений выбрать / С.Арискин // Газета «Картофельная система». №2. – 2009 г. <http://www.potatosystem.ru/vnesenie-udobreniy/>
2. В.Г. Минеев / Задачи агрохимии. – Вестник с.-х. науки, 1982, №9. – С. 24.
3. Сівак Ігор Миколайович. 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.
7. Контроль качества полевых работ. Справочник. М.: Росагропромиздат, 1991. – 191с.
8. Пат. 84397 Україна, МПК⁹ А01С17/00. Відцентровий конусний пристрій для поверхневого внесення мінеральних добрив / Кобець А.С., Науменко М.М., Пономаренко Н.О.; заявник та власник Дніпропетровський державний аграрний університет. № у 201300156; заявл. 25.02.13; опубл. 25.10.13, Бюл.№20/2013.

Рецензент д.т.н., проф. В.І. Дирда