



## ДУМКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО

УДК 631.333

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ВІДЦЕНТРОВОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ МАШИНИ  
ДЛЯ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ

*Квасневський Олег Анатолійович\** студент  
*Сидорук Тарас Миколайович\** студент  
*Яроцький Владислав Володимирович\** студент  
Вінницький національний аграрний університет  
**Kwasniewski O.**  
**Sidoruk T.**  
**Yarotskiy V.**

Vinnitsa National Agrarian University

**Анотація:** розроблено наукові основи обґрунтування технологічних параметрів машин для внесення мінеральних добрив.

Шляхом математичного моделювання щодо загальних випадків отримано залежності, які описують закономірності процесів, що здійснюють машини для внесення мінеральних добрив.

Встановлено закономірності сходження добрив з розсіювальних органів і характер їх розподілу по поверхні ґрунту. Виявлені основні фактори, які мають визначальний вплив на показники роботи машин. Створені технічні засоби, які впроваджені в серійне виробництво.

Розроблено програму, методіку 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.

**Ключові слова:** мінеральні добрива, розкидач відцентрового типу, лопаті, відцентровий робочий орган, диск, рівномірне розміщення гранул.

**Постановка проблеми**

Для кожної сільськогосподарської культури в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах існують оптимальні дози внесення добрив. Способи і строки їх внесення залежать від біологічних і сортових особливостей культури, попередників, ґрунтових умов, можливостей конкретного господарства. Як правило, застосовують розкидний і локальний способи внесення добрив [1]. Розкидне та локальне внесення добрив може бути основним й припосівним підживленням.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Встановлено [1,2], що нерівномірне внесення мінеральних добрив та вапна призводить до суттєвих втрат врожаю та погіршення його якості. До негативних наслідків потрібно також віднести забруднення навколишнього середовища.

Основними недоліками відцентрових машин для внесення мінеральних добрив є:

- висока нерівномірність розподілу за шириною захвату;
- перерозподіл по фракціях у межах ширини захвату;
- нестабільність ширини захвату.

Зрозуміло, що якість розкидання вітчизняними машинами треба підвищити, але це вимагає суттєвих витрат. Тому при удосконаленні технічного рівня машин треба орієнтуватись на економічно обґрунтовані межі. Все це вказує на необхідність подальших досліджень технологічного процесу внесення мінеральних добрив.

В ході аналітичних досліджень отримана математична модель внесення гранульованих добрив відцентровим дисковим апаратом і запропонована конструктивна схема розкидача власної конструкції.

Мета експериментальних досліджень – визначення впливу напрямку вітру на рівномірність внесення мінеральних добрив досліджуванім відцентровим робочим органом.

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

1. Розробити методики визначення:

- параметрів розподілу гранул по поверхні ґрунту в лабораторних умовах;

\*Науковий керівник: к.т.н., асистент Яропуд В.М.



- впливу вітру на параметри розподілу гранул по поверхні.
- 2. Розробити конструктивну схему дослідної установки та виготовити стенд.
- 3. Виготовити модель диска з основними конструктивними параметрами.
- 4. Провести лабораторні експерименти у відповідності до програми досліджень.
- 5. Виконати математичну обробку одержаних результатів.

### Програма досліджень

Лабораторними дослідженнями передбачалось[3]:

- визначення основних механіко-технологічних властивостей мінеральних добрив, що використовуються в дослідках;
- встановлення розподілу гранул за кінематичними та геометричними параметрами: частота обертання  $n$  диска, рад/с; кути  $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$  постановки напрямних потоку, град; кути  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ , – кути нахилу лопатей до площини обертання диска, град;
- розрахунок параметрів розподілу по поверхні окремо від кожного потоку та одночасно від усіх потоків для різного фракційного складу добрива;
- визначення конструктивних параметрів диска, за яких розподіл є найбільш наближеним до рівномірного;
- дослідження впливу вітру різної направленості і швидкості на кінцевий розподіл добрив;
- встановлення впливу на кінцевий розподіл добрив коливань висоти розташування диска та кута нахилу відносно поверхні ґрунту.

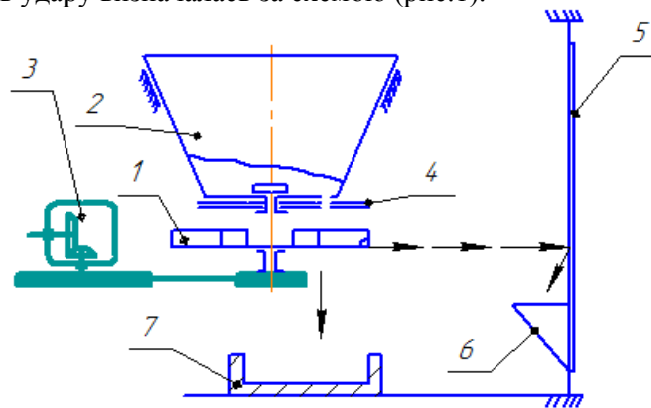
У програму польових випробувань закладено:

- виготовлення дослідного зразка диска, конструктивні і кінематичні характеристики якого визначались результатами лабораторних та польових досліджень;
- визначення якості поверхневого внесення мінеральних добрив за різних норм внесення;
- проведення порівняльного аналізу якості внесення серійним та розробленим відцентровим робочим органом.

У ході експерименту визначали основні механіко-технологічні властивості добрив[4], що використовувалися для досліджень.

Для визначення вологості, питомої ваги, коефіцієнтів внутрішнього та зовнішнього тертя, коефіцієнта відновлення при ударі використовували стандартні методики. Оригінальними можна вважати методики визначення допустимої швидкості удару гранул по металевій поверхні та визначення їх аеродинамічних властивостей.

Допустима швидкість удару визначалась за схемою (рис.1).



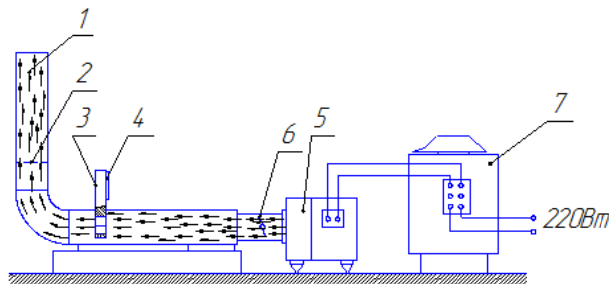
**Рис. 1. Схема до визначення допустимої швидкості удару гранули добрива по металевій поверхні: 1 – лопатевий диск; 2 – бункер; 3 – механізм приводу; 4 – дозатор; 5 – світлопоглинаючий екран; 6 – карман; 7 – лоток**

Лабораторна установка складається з лопатевого диска 1 з вертикальною віссю обертання, бункера 2, механізму приводу 3 з встановленим тахометром, дозатора 4, світлопоглинаючого екрану 5, збірника відпрацьованого матеріалу – кармана 6 та з лотка 7.

Критичну швидкість визначали на парусному класификаторі дещо зміненої конструкції (рис.2), в якому швидкість потоку заміряли безпосередньо анемометром 3. У пристрої повітряний потік утворюється вентилятором 5, який живиться від трансформатора 7. Швидкість потоку регулюється заслінкою 6. Застосування анемометра 3 на відміну від трубки Піто дозволяє

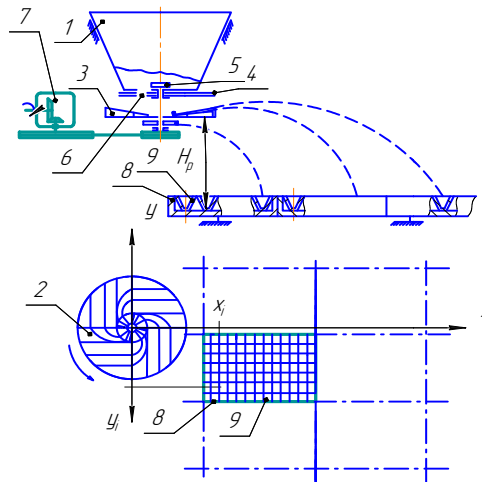


безпосередньо вимірювати швидкість без виконання допоміжних розрахунків.



**Рис. 2. Схема модифікованого парусного класифікатора: 1 – труба, 2 – сітка, 3 – анемометр, 4 – екран анемометра, 5 – дросель, 6 – вентилятор, 7 – трансформатор**

Для виконання програми лабораторних досліджень виготовлена установка (рис.3).

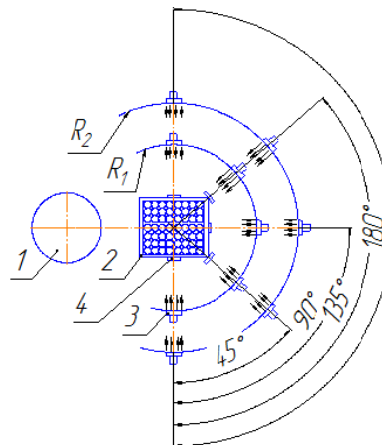


**Рис. 3. Схема лабораторної установки: 1 – бункер; 2 – диск; 3 – лопать; 4 – дозатор; 5 – активатор; 6 – вікно активатора; 7 – редуктор; 8 – лоток; 9 – пробовідбірники**

Для визначення параметрів розподілу використані лотки 8 з встановленими пробовідбірниками, які приймають падаючі гранули. Це надає можливості покоординатно ( $X_i, Y_i$ ) визначити розподіл гранул.

У дослідях використаний один лоток, оскільки параметри розподілу попередньо покоординатно встановлені. Вітровий потік створювався лопатевим вентилятором.

Швидкість і напрямок повітряного потоку регулювались зміною положення вентилятора 3 відносно лотка 2. Швидкість потоку замірялась анемометром 4 (рис.4).



**Рис. 4. Схема досліджень дії повітряного потоку: 1 – диск розкидача; 2 – лоток з пробовідбірниками; 3 – вентилятор; 4 – анемометр**



Польові випробування проведені з використанням серійних машин МВД-900 та МВУ-0,5, оснащених дисками запропонованої конструкції. Габарити диска, його елементи кріплення та приводу повністю відповідали серійному зразку диска. Єдиною відмінністю було встановлення на валу спеціального перехідника, що надавало можливість змінювати висоту положення диска над рівнем ґрунту.

Забезпечення стикового перекриття здійснювалось за допомогою GPS навігатора.

Для оцінки рівномірності поверхневого розподілу гранул на полі щільно один до одного розташовувались лотки, подібні до тих, що використовувалися в лабораторних дослідах.

### Результати досліджень

Лабораторні та польові дослідження проводили з використанням найбільш розповсюджених гранульованих добрив, а саме: аміачної селітри, суперфосфату, суміші *НРК* (комплексних мінеральних добрив). Враховуючи значний вплив механіко-технологічних властивостей задіяних в експерименті матеріалів на кінцевий розподіл по поверхні ґрунту, перед початком робіт визначали їхні основні властивості відповідно до методик.

Максимально допустима швидкість удару по металевій поверхні у суперфосфату найвища – 11,3 м/с. При вологості гранул від 5 до 12 % швидкість досягає максимальних значень у всіх дослідних добрив (8–12 м/с), а при підвищенні вологості від 12 до 35 % іде інтенсивне зменшення швидкості удару по металевій поверхні і коливається в межах 6–8 м/с. Це пояснюється руйнуванням гранул, які ударяються та подрібнюються, що є причиною зменшення допустимої швидкості удару.

Найбільшу критичну швидкість матимуть добрива, розмір фракції яких становить 3–5 мм, а найменшу – розміром 1–2 мм. Це пояснюється масою частинок. Коефіцієнт парусності падає у гранул, які мають діаметр 3–5 мм, що пов'язано, безпосередньо, з відношенням вільного падіння до квадрату критичної швидкості.

Дослідження з впливу повітряного потоку на розподіл гранул проводили на швидкостях повітряного потоку до 3,0 м/с (рис.5). На більших швидкостях нерівномірність різко зростає і виходить за межі агротехнічно допустимої. Отримані дані свідчать про те, що повітряний потік негативно впливає на рівномірність. Напрямок потоку теж є вагомим фактором, який визначає рівномірність.

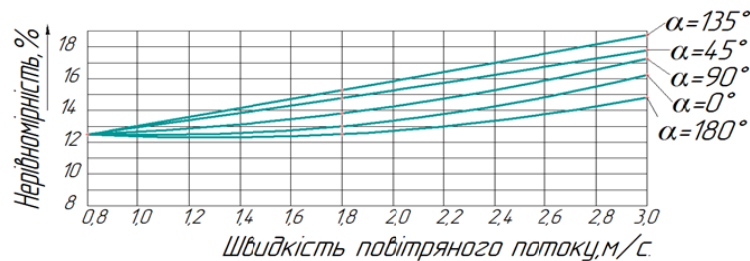


Рис. 5. Вплив швидкості повітряного потоку на нерівномірність розподілу гранул.

Найменший вплив спостерігався при напрямку вітру, перпендикулярному до руху агрегату, що можна пояснити отриманням найменших доз крайніми лотками. Найбільший вплив виявився при дії двох кутів: 45° та 135°. Проте значення нерівномірності за наявності повітряного потоку в цілому знаходилися в межах агротехнічних вимог.

### Висновки

1. Проведеними лабораторними дослідженнями підтверджена правильність обраних методик дослідження.

2. Експериментально доведено, що допустима швидкість удару становить від 8 до 12 м/с, залежно від вологості. Оптимальною потрібно вважати вологість 9–12 %, за якої спостерігається максимальна стійкість гранул до удару.

### Список літератури

1. Бакум М.В. Сільськогосподарські машини [у 2-х т.] / За ред. М.В. Бакума. – Харків : ХНТУСГ, 2008. – Т. 1. – 285 с. – (Частина 2. Машини для внесення добрив).
2. Лысенко А.Т. Факторы, влияющие на дробление гранулированных удобрений при высеве их разбрасывателями / А.Т. Лысенко, В.А. Михайленко // Вопросы механизации и электрификации сельскохозяйственного производства: труды Харьковского СХИ. – 1971. – Т. 150. – С. 105–109.
3. ОСТ 70.2.15-73 «Испытание сельскохозяйственной техники. Методы определения условий



испытаний».

4. Сендряков И.Ф. Физико-механические свойства удобрений, предназначенных для приготовления тукосмесей / И.Ф. Сендряков, Б.А. Гловайкий // Химия в сельском хозяйстве. – 1976. – № 11. – С. 26.

### References

1. Bakum M.V. Silskohospodarski mashyny [u 2-kh t.] / Za red. M.V. Bakuma. - Kharkiv: KHNTUS-H, 2008. - T. 1. - 285 s. - (Chastyna 2. Mashyny dlya vnesennya dobryv).
2. Lysenko A.T. Faktory, vliyayushchiye na drobleriye granulirovannykh udobreniy pri vyseve ikh razbrasyvatel'nyami / A.T. Lysenko, V.A. Mikhaylenko // Voprosy mekhanizatsii i elektrifikatsii sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva: trudy Khar'kovskogo SKHI. - 1971. - T. 150. - S. 105-109.
3. OST 70.2.15-73 «Ispytaniye sel'skokhozyaystvennoy tekhniki. Metody opredeleniya usloviy ispytaniy».
4. Sendryakov I.F. Fiziko-mekhanicheskiye svoystva udobreniy, prednaznachennykh dlya prigotovleniya tukosmesey / I.F. Sendryakov, B.A. Glovaykiy // Khimiya v sel'skomkhozyaystve. - 1976. - № 11. - S. 26.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ЦЕНТРОБЕЖНОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА МАШИНЫ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

**Аннотация:** разработаны научные основы обоснования технологических параметров машин для внесения минеральных удобрений.

Путем математического моделирования по общим случаям получены зависимости, описывающие закономерности процессов, осуществляющих машины для внесения минеральных удобрений.

Установлены закономерности восхождения удобрений с рассеивающих органов и характер их распределения по поверхности почвы. Выявлены основные факторы, которые оказывают решающее влияние на показатели работы машин. Созданы технические средства, которые внедрены в серийное производство.

Разработана программа, методика и получены результаты экспериментальных исследований центробежного рабочего органа для внесения минеральных удобрений. Предложено роторный рабочий орган, конструктивные особенности которого позволяют улучшить равномерность рассеивания минеральных удобрений.

**Ключевые слова:** минеральные удобрения, разбрасыватель центробежного типа, лопасти, центробежный рабочий орган, диск, равномерное размещение гранул.

### RESULTS OF THE AGENCY OF CENTRIFUGAL MACHINES MINERAL FERTILIZERS

**Summary:** a study scientific basis of technological parameters of machines to fertilization.

Through mathematical modeling of the overall cases depending obtained that describe the patterns of the processes carried machine for fertilization.

The regularities of scattering fertilizers climbing and nature of their distribution over the surface of the soil. The basic factors that have a decisive influence on the performance of the machines. Created technical measures introduced in series production.

The program, methodology and results of experimental studies centrifugal working body for fertilization. A rotor body design features which allow you to improve the uniformity of dispersion of mineral fertilizers.

**Keywords:** mineral fertilizer spreader centrifugal-type blades, centrifugal working body, disc, even placing pellets.