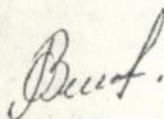


На правах рукопису

ОНИЩЕНКО ВОЛОДИМИР БОРИСОВИЧ

ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ РОБОТИ І ПАРАМЕТРІВ
ПНЕВМОВІДЦЕНТРОВИХ РОЗСІВВАЛЬНИХ РОБОЧИХ ОРґАНІВ
МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

Спеціальність 05.20.01
"Механізація сільськогосподарського виробництва"



Автореферат дисертації
на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Інституті механізації та електрифікації сільського господарства Української академії аграрних наук.

Науковий керівник - кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник
АДАМЧУК В.В.

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук,
професор
ГЛУХОВСЬКИЙ В.С.

кандидат технічних наук,
професор, член-кореспондент УААН
ВОЙТЮК Д.Г.

Провідна установа - Український державний центр по
випробуванню та прогнозуванню техніки
і технологій для сільського
господарства (УкрЦВТ).

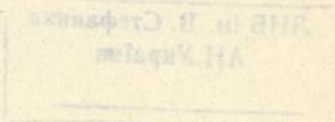
Захист дисертації відбудеться "19 листопада 1995 р.
о 14³⁰ год. на засіданні вченої ради Д 01.05.04 в Національному
аграрному університеті за адресою: м.Київ, вул.Героїв Оборони, 12,
учбовий корпус 7, ауд. 27. Просимо взяти участь в обговоренні
дисертації під час її захисту або вислати відгук на автореферат
в 2-х примірниках, завірений печаткою, на адресу: 252041,
м.Київ, вул. Героїв Оборони, 15, сектор захисту дисертацій.

3 дисертацій можна ознайомитись в бібліотеці Національного
аграрного університету.

Автореферат розісланий "15" вересня 1995 р.

Вчений секретар
спеціалізованої Ради,
кандидат технічних наук, доцент

В.Д.ГРЕЧКОСІЯ



ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00761300 (H)

ЛНБ ім. В. Стефаніка
АН України

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми досліджень. Досвід сільськогосподарського виробництва показує, що мінеральні добрива є одним із факторів інтенсифікації землеробства, за рахунок якого отримують більше 30 % приросту врожаю. Внесення добрив здійснюють як поверхневим, так і внутрішньогрунтовим способами. Найбільш розповсюдженим способом внесення добрив залишається суцільний поверхневий на базі машин кузовного типу з відцентровими розсіювальними робочими органами (РРО). Однак ці робочі органи розсіюють мінеральні добрива з високою нерівномірністю, що призводить до значного зниження врожайності сільськогосподарських культур. Необхідна якість внесення мінеральних добрив пневмовідцентровими РРО може бути забезпечена за рахунок здійснення диференційованої подачі повітряного струменя під попередньо розігнані відцентровим способом частинки добрив. В зв'язку з цим виникла необхідність обґрунтування конструктивно-технологічної схеми таких РРО, параметрів і режимів їх роботи, що і визначило актуальність досліджень.

Об'єкт дослідження – процес внесення мінеральних добрив, що включає диференційовану подачу повітряного струменя під частинки добрив, які попередньо розігнані відцентровим способом; пневмовідцентрові РРО та їх режими роботи.

Мета роботи – підвищення рівномірності та продуктивності внесення добрив машинами, що обладнані РРО.

Методи досліджень і апаратура. Методика теоретичних досліджень базувалась на законах руху тіла в повітряному середовищі. Експериментальні дослідження виконували з використанням спеціальних лабораторних установок з пробозідбірниками і необхідними приладами. Дослідження у польових умовах виконували на експериментальному зразку машини, що обладнана пневмовідцентровими РРО. Одержані результати досліджень обробляли методами дисперсійного і регресійного аналізу із застосуванням ПЕОМ.

Теоретичні результати та новизна. Одержано залежності, що описують процес внесення добрив пневмовідцентровими РРО, з їх урахуванням виведено формули для визначення основних конструктивних параметрів і кінематичних режимів роботи РРО.

Практичні результати і новизна. Обґрунтовано конструктивно-технологічну схему пневмовідцентрових РРО, параметри і режими їх роботи. Розроблено дослідний зразок пневмовідцентрових РРО. Но-

визна технічних рішень підтверджується авторськими свідоцтвами на винаходи № 1752234 та № 1802987. Розроблено методику інженерного розрахунку параметрів і режимів роботи PPO.

На захист виносяться: обґрунтування процесу внесення добрив пневмовідцентровими PPO із диференційованою подачею повітряного струменя; тип і конструктивно-технологічна схема PPO, параметри і режими роботи пневмовідцентрових PPO, методика їх інженерного розрахунку.

Апробація роботи. Основні положення і результати роботи схвалено на науково-технічних конференціях в 1990 р. (Глеваха), 1991 р. (Чабани, Глеваха), 1992 р. (Глеваха), 1993 р. (Глеваха). Матеріали дисертації опубліковані у восьми статтях і викладено в двох авторських свідоцтвах на винаходи.

Предмет і ступінь впровадження. Матеріали обґрунтування конструктивно-технологічної схеми, методика інженерного розрахунку параметрів і режимів роботи пневмовідцентрових PPO використані НДКТІМсільгоспмашем (м.Запоріжжя) при розробці машин для внесення мінеральних добрив. По результатах приймальних випробувань пневмовідцентрових PPO до машини МВУ-5 УкрЦВТ рекомендував їх впровадити у виробництво. Машина І РМГ-4А з пневмовідцентровими PPO, яку розробив НДКТІМсільгоспмаш, також успішно пройшла приймальні випробування і рекомендована до впровадження у виробництво.

На протязі 1993-1994 рр. експериментальне виробництво ДНТБ ІМЕСГ виготовило 50 зразків пневмовідцентрових PPO до машин МВУ-5 для господарств України.

Крім того, машина МВУ-5 з дослідним зразком пневмовідцентрових PPO була використана на внесенні добрив у господарствах Васильківського і Фастівського районів Київської області. Об'єм виконаних робіт склав 3300 га.

Ефективність впровадження. Застосування машин МВУ-5 з розробленими пневмовідцентровими PPO на внесенні твердих мінеральних добрив забезпечує їх розподіл з нерівномірністю до 20 % і підвищує змінну продуктивність на 29,8...40,0 %. Річний економічний ефект від застосування машин з пневмовідцентровими PPO складе при внесенні добрив: гранульованих - 4879,0 крб/га, порошковидних - 3029,4 крб/га (у цінах 1991 р.).

Галузь застосування. Результати досліджень можуть бути використані сільськогосподарським виробництвом та конструкторськими організаціями при вдосконаленні існуючих і створенні нових машин

для поверхневого внесення твердих мінеральних добрив.

Структура і обсяг дисертації. Дисертація складається із вступу, п'яти розділів, основних висновків, списку використаної літератури, який включає 94 найменування, в т.ч. II іноземною мовою, та додатків. Загальний обсяг дисертації 178 сторінок, з них 100 сторінок машинописного тексту, 13 таблиць, 62 рисунки, 13 додатків.

ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі "Стан питання і задачі досліджень" узагальнено результати вивчення ефективності основних технологій і технічних засобів для поверхневого внесення мінеральних добрив, проведено огляд тенденцій розвитку і аналіз конструкцій РРО, робота яких в значній мірі впливає на показники якості виконання технологічного процесу. Встановлено, що найбільш ефективними технічними засобами для поверхневого внесення мінеральних добрив є кузовні машини з РРО металевого типу. Однак ці робочі органи не забезпечують необхідної якості внесення мінеральних добрив по поверхні ґрунту.

З метою пошуку шляхів підвищення якості роботи РРО проведено аналіз результатів теоретичних і експериментальних досліджень, викладених у роботах Василенка П.М., Волкова В.А., Назарова С.І., Козловського Є.Є., Догановського М.Г., Хоменка М.С., Зирянова В.О., Чорноволова В.А., Соколова В.М., Вожика Ю.Г., Смаглія В.І. та інших дослідників.

На основі результатів аналізу досліджень елементів процесу роботи РРО висунуто такі гіпотези:

- підвищення рівномірності внесення добрив і робочої ширини захвату пневмовідцентровими РРО може бути досягнуто шляхом подачі повітряного струменя під частинки добрив, які вносяться на периферійні зони робочої ширини захвату;

- спрощення конструкції пневмовідцентрових РРО можна досягнути шляхом кріплення вентиляторних допатеї безпосередньо до нижньої поверхні розсівального диска.

Конструктивно-технологічна схема пневмовідцентрового РРО приведена на рис. 1.

Для перевірки гіпотез і досягнення загальної мети досліджень в кінці розділу сформульовано такі задачі досліджень:

- виконати теоретичний аналіз процесу роботи пневмовідцентро-

вого PPO з диференційованою подачею повітряного струменя під частинки добрив;

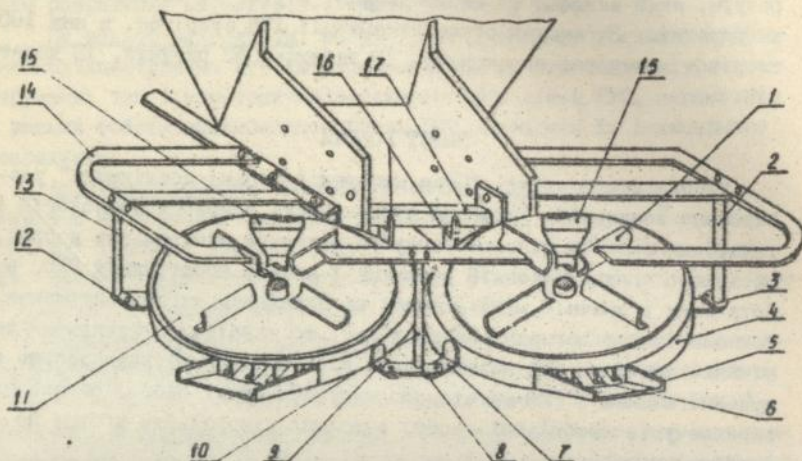


Рис. 1. Схема пневмовідцентрового PPO:

1 - лопатка; 2, 10, 13 - стойки; 3, 7, 8, 9, 12, 16 - кроштяни;
4 - кожух; 5 - козирок; 6 - лопаті; 11 - диск; 14 - дуга безпеки;
15 - редуктор

- одержати залежності для визначення траєкторії руху частинок добрив і дальності їх польоту;

- провести експериментальні дослідження пневмовідцентрових PPO, в яких вентиляторні лопаті змонтовано на нижній поверхні розсіювального диска з метою підтвердження результатів теоретичного аналізу;

- розробити методику інженерного розрахунку параметрів пневмовідцентрових PPO;

- визначити основні техніко-економічні показники роботи машин з пневмовідцентровими PPO.

У другому розділі "Теоретичні дослідження процесу роботи і параметрів пневмовідцентрових PPO" наведено елементи теорії процесу руху частинки добрив від PPO до поверхні поля, встановлено основні залежності, які характеризують траєкторію польоту частинки добрив у режимах гальмування та розгону; досліджено вплив конструктивних параметрів і режимів роботи PPO на швидкість повіт-

ряного струменя; визначено енергоємність пневмовідцентрового PPO. Кут, який проходить диск за час, поки частинка, підхоплена лопаткою, рухається по ній і досягає краю розсіювального диска називається кутом сходу або робочим кутом. Його визначали за формулою:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{f^2 - 1} - f} \left\{ \ln R - \ln \left[\frac{f + \sqrt{f^2 + 1}}{2\sqrt{f^2 + 1}} z_0 \right] \right\}, \quad (I)$$

де f - коефіцієнт тертя; R - радіус розсіювального диска, м;
 z_0 - радіус подачі добрив на диск, м.

Для того щоб частинки добрив долітали на периферійну зону робочої ширини захвату, кут сходу повинен становити $150 \dots 160^\circ$. Цієї мети можна досягнути подачею добрива у другий квадрант розсіювального диска, при цьому радіус подачі повинен становити $30 \dots 50$ мм.

Основна маса частинок добрив злітає з лопаток диска (рис. 2) під кутом до горизонту, рівним α , зі швидкістю V_0 . На центральну частину робочої ширини захвату вносяться добрива, які рухаються від PPO до поверхні поля за рахунок запасу кінетичної енергії, як тіло, кинуте під кутом до горизонту. Під добрива, що висіваються на периферійні зони робочої ширини захвату, подається повітряний струмінь під кутом β . Вилетівши за межі дії цього струменя частинка добрив також рухається за рахунок запасу кінетичної енергії.

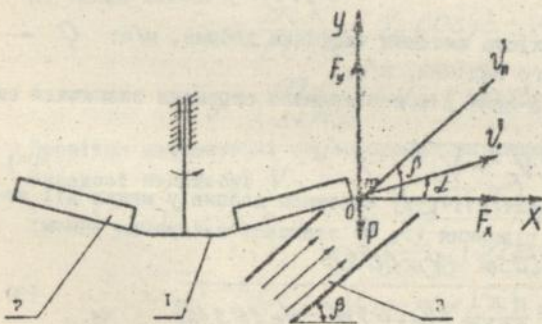


Рис. 2. Схема пневмовідцентрового PPO та сил, що діють на частинку добрив в момент сходу її з розсіювального диска:

де $F_x = m \frac{dv_x}{dt}$ - проекція результуючої сили на вісь x , Н;

$F_y = m \frac{dv_y}{dt}$ - проекція результуючої сили на вісь y , Н;

m - маса частинки добрив, кг; V_x, V_y - проекції швидкості руху частинки добрив V на осі координат, м/с; V_n - швидкість повітряного струменя, м/с; P - вага частинки добрив, Н; t - час руху частинки в зоні дії повітряного струменя, с;

1 - диск; 2 - лопатка; 3 - направляючий козирок.

Проаналізуємо рух частинок добрив на периферійні зони робочої ширини захвату. В залежності від місця їх сходу з РРО основна їх маса рухається в режимі гальмування або розгону.

В режимі гальмування рухаються частинки добрив, для яких має місце залежність:

$$V_0 > V_n \cos(\beta - \alpha) \quad (2)$$

При русі такої частинки у межах повітряного струменя на неї діє вага і загальна аеродинамічна сила. З певними допущеннями проєкції їх результуючої на осі координат можна записати наступним чином:

$$F_x = -\frac{mK}{\cos\beta} (V_x - V_n \cos\beta)^2 \quad (3)$$

$$F_y = -\frac{mK}{\sin\beta} (V_y - V_n \sin\beta)^2 \quad (4)$$

де K - коефіцієнт парусності частинки добрив, m^{-1} .

Провівши інтегрування та математичні перетворення отримали складові швидкості V :

$$V_x = V_n \cos\beta + \frac{V_0 \cos\alpha - V_n \cos\beta}{1 + \frac{tK}{\cos\beta} (V_0 \cos\alpha - V_n \cos\beta)} \quad (5)$$

$$V_y = V_n \sin\beta + U_3 \sqrt{\sin\beta} \lg(\operatorname{arctg} \frac{V_0 \sin\alpha - V_n \sin\beta}{U_3 \sqrt{\sin\beta}} - \frac{KU_3 t}{\sqrt{\sin\beta}}) \quad (6)$$

де $U_3 = \sqrt{\frac{g}{K}}$ - швидкість витання частинки добрив, м/с; g - прискорення вільного падіння, м/с.

Швидкість частинки в зоні дії повітряного струменя визначали за формулою:

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} \quad (7)$$

Для знаходження траєкторії руху частинок добрив у межах дії повітряного струменя рівняння (5, 6) записано наступним чином:

$$\frac{dx}{dt} = V_n \cos\beta + \frac{V_0 \cos\alpha - V_n \cos\beta}{1 + \frac{tK}{\cos\beta} (V_0 \cos\alpha - V_n \cos\beta)} \quad (8)$$

$$\frac{dy}{dt} = V_n \sin\beta + U_3 \sqrt{\sin\beta} \lg(\operatorname{arctg} \frac{V_0 \sin\alpha - V_n \sin\beta}{U_3 \sqrt{\sin\beta}} - \frac{KU_3 t}{\sqrt{\sin\beta}})$$

Провівши відповідні математичні перетворення після інтегрування отримали:

$$x = V_n \cos \beta t + \frac{\cos \beta}{K} \ln \left[1 + \frac{Kt}{\cos \beta} (V_0 \cos \alpha - V_n \cos \beta) \right]; \quad (10)$$

$$y = V_n \sin \beta t + \frac{\sqrt{\sin \beta}}{K} \ln \left[\cos \left(\frac{Ku_s t}{\sqrt{\sin \beta}} \right) - \frac{V_0 \sin \alpha - V_n \sin \beta}{u_s \sqrt{\sin \beta}} \sin \left(\frac{Ku_s t}{\sqrt{\sin \beta}} \right) \right]; \quad (11)$$

Кут виходу частинок добрив із повітряного струменя знаходили за формулою:

$$\alpha_0 = \arctg \frac{V_y}{V_x}. \quad (12)$$

Максимальну дальність польоту частинок добрив від пневмовідцентрового PPO до поверхні поля, які в першій фазі рухалися у режимі гальмування, визначали за формулою:

$$X_{max} = V_n \cos \beta t - \frac{\cos \beta}{K} \ln \left[1 + \frac{Kt}{\cos \beta} (V_0 \cos \alpha - V_n \cos \beta) \right] + \frac{t}{KR_x} \ln \left[\frac{K_x V_0 \cos \alpha}{\sqrt{K_y} u_s} \left(\delta + \operatorname{Arch} \frac{e^{K_y K h_0}}{\cos \delta} \right) + 1 \right]; \quad (13)$$

де K_x , K_y - сталі коефіцієнти; δ - стала інтегрування; h_0 - висота PPO над поверхнею поля, м.

В режимі розгону рухались частинки добрив для яких має місце залежність: $V_0 < V_n \cos(\beta - \alpha)$.

$$(14)$$

Проекції результуючої сили на осі координат (рис. 2) було виписано таким чином:

$$F_x = \frac{mK}{\cos \alpha} (V_n \cos \beta - V_x); \quad (15)$$

$$F_y = \frac{mK}{\sin \beta} (V_n \sin \beta - V_y)^2 - \rho. \quad (16)$$

Провівши математичні перетворення та інтегрування рівнянь знайшли складові швидкості V :

$$V_x = V_n \cos \beta - \frac{V_n \cos \beta - V_0 \cos \alpha}{1 + \frac{Kt}{\cos \beta} (V_n \cos \beta - V_0 \cos \alpha)}; \quad (17)$$

$$V_y = \frac{e^{\alpha t} \theta (\lambda - V_0 \sin \alpha) - \lambda (\theta - V_0 \sin \alpha)}{e^{\alpha t} (\lambda - V_0 \sin \alpha) - (\theta - V_0 \sin \alpha)}; \quad (18)$$

$$\text{де } \alpha = \frac{2u_s K}{\sqrt{\sin \beta}}; \quad (19)$$

$$\lambda = V_n \sin \beta + u_s \sqrt{\sin \beta}. \quad (20)$$

$$\theta = V_n \sin \beta - U_s \sqrt{\sin \beta}. \quad (21)$$

Швидкість частинки в зоні дії повітряного струменя визначали за формулою (7). Для знаходження траєкторії руху частинок добрив рівняння (17) і (18) записали таким чином:

$$\frac{dx}{dt} = V_n \cos \beta - \frac{V_n \cos \beta - V_0 \cos \alpha}{1 + \frac{kt}{\cos \beta} (V_n \cos \beta - V_0 \cos \alpha)}; \quad (22)$$

$$\frac{dy}{dt} = \frac{e^{\alpha t} \theta (\lambda - V_0 \sin \alpha) - \lambda (\theta - V_0 \sin \alpha)}{e^{\alpha t} (\lambda - V_0 \sin \alpha) - (\theta - V_0 \sin \alpha)}. \quad (23)$$

Провівши відповідні математичні перетворення та інтегрування, отримали:

$$x = V_n \cos \beta t - \frac{\cos \beta}{k} \ln \left[1 + \frac{kt}{\cos \beta} (V_n \cos \beta - V_0 \cos \alpha) \right]; \quad (24)$$

$$y = \lambda t + \frac{\sin \beta}{k} \ln \frac{2 U_s \sqrt{\sin \beta}}{V_0 \sin \alpha - \theta + (\lambda - V_0 \sin \alpha) e^{\alpha t}}. \quad (25)$$

Максимальна дальність польоту частинок добрив, які в першій фазі рухалися у режимі розгону, визначали за формулою:

$$x_{max} = V_n \cos \beta t - \frac{\cos \beta}{k} \ln \left[1 + \frac{kt}{\cos \beta} (V_n \cos \beta - V_0 \cos \alpha) \right] + \frac{1}{k_x k} \ln \left[\frac{k_x V_0 \cos \alpha}{\sqrt{R_y} U_s} \left(\sigma + \operatorname{Arch} \left(\frac{e^{k_y k h_0}}{\cos \sigma} \right) + 1 \right) \right]. \quad (26)$$

Встановлено, що збільшення кута установки направляючого козирка до горизонту β призводить до росту кута виходу частинок добрив із повітряного струменя α_s . Збільшення швидкості сходу частинок із розсіювального диска V_{cx} також призводить до росту швидкості виходу частинок добрив із повітряного струменя $V_{6,ix}$. Значення максимальної дальності польоту частинок добрив слід визначити за формулами (13, 26), і вона залежить від частоти обертання розсіювального диска, його діаметра, кута нахилу вектора швидкості до горизонту, швидкості повітряного струменя, кута установки направляючого козирка та швидкості витання частинок добрив. Встановлено, що пневмогідцентровий РРО забезпечує збільшення дальності польоту частинок добрив порошковидної фракції на 24,2 %, а гранульованої на 14,0 %.

Проведено аналіз впливу конструктивних параметрів та режимів роботи пневмогідцентрового РРО на швидкість повітряного струменя, яку визначали за формулою:

$$V_n = K_{cp} \sqrt{\frac{2B_0}{L_0} \left[\omega^2 (z_2^2 - z_1^2) - \frac{Q\omega}{2\pi} \left(\frac{\lg d_1}{B_1} - \frac{\lg d_2}{B_2} \right) \right]}, \quad (27)$$

де $K_{cp} = 1,2$ - коефіцієнт, що враховує нахилилине середовище;
 B_0 - висота випускного вікна кожуха, м; L_0 - відстань від полюса струменя до місця виміру швидкості, м; ω - кутова швидкість диска, с^{-1} ; z_1, z_2 - радіуси установки кромок лопатей відповідно внутрішніх та зовнішніх, м; θ - витрати повітря, $\text{м}^3/\text{с}$; d_1, d_2 - кути установочні лопатей відповідно на вході та на виході, градус; B_1, B_2 - висота лопатей відповідно на вході та виході, м.

Максимального значення швидкості повітряного струменя на виході із кожуха РРО можна досягнути при установці лопатей кутом вперед рівним ($+10^\circ$). При частоті обертання диска 13 с^{-1} швидкість повітряного струменя складала 25 м/с . При віддаленні від РРО вказана швидкість зменшувалась і на відстані чотирьох метрів складала $2,2 \text{ м/с}$.

Для визначення енергомосткості пневмовідцентрового РРО використали формулу:

$$N_{заг} = N_1 + N_2 + N_3 + N_4, \quad (28)$$

де N_1, N_2, N_3, N_4 - відповідно потужність, що витрачається на: надання частинкам добрив кінетичної енергії; подолання сил опору; створення повітряного струменя подолання енергії удару частинок добрив по лопатці, кВт.

Підставивши значення складових, отримали залежність для визначення енергомосткості пневмовідцентрового РРО:

$$N_{заг} = \frac{0,049 B H V_z V_a^2}{10^5 \text{ г}} + \frac{0,98 B H \pi n (\ell^2 - \ell_0^2) (f \cos d + \sin d) V_v V_a}{10^6 \text{ г} \ell} + \frac{\theta P_r}{1000 \eta} + \frac{0,0098 B H \omega^2 z_3^2 V_v}{10^4 \text{ г}}, \quad (29)$$

де B - робоча ширина захвату, м; H - доза внесення, кг/га;

V_v - поступальна швидкість руху частинки добрив, м/с; V_a - абсолютна швидкість сходу частинки добрив з лопатки диска, м/с;

n - частота обертання розсіювального диска, с^{-1} ; ℓ - повна довжина лопатки, м; ℓ_0 - відстань від центра диска до місця подачі частинки на диск, м; P_r - повний тиск, Па; η - к.к.д. РРО; z_3 - відстань від центра диска до початку лопатки, м.

Залежність (29) дозволяє визначити параметри та режими роботи пневмовідцентрового РРО для заданої дози внесення та робочої ширини захвату.

В третьому розділі "Програма і методика експериментальних досліджень" викладено програмні питання, описано лабораторні установки, методика досліджень і техніка вимірів, описано експериментальний зразок машин з пневмовідцентровими PPO.

Програма експериментальних досліджень передбачала:

- дослідження впливу конструктивних параметрів та режимів роботи PPO на швидкість повітряного струменя;
- дослідження процесу розсіювання добрив пневмовідцентровим PPO;
- визначення енергомосткості пневмовідцентрових PPO;
- проведення лабораторно-польових досліджень машини MBV-5 з пневмовідцентровими PPO;
- визначення економічної ефективності її застосування.

В процесі досліджень визначали швидкість повітряного струменя пневмовідцентрового PPO в залежності від конструктивних параметрів PPO і кінематичного режиму його роботи. Заміри швидкості проводили чашечним анемометром марки МС-ІЗ.

Дослідження дальності польоту частинок добрив в залежності від кута установки направляючого козирка, частоти обертання розсіювального диска та діаметра гранул частинок добрив виконували по плану трифакторного експеримента Бокса-Бенкіна.

Дослідження нерівномірності розподілу добрив по поверхні поля виконували по плану двофакторного експеримента. В дослідях змінювали дозу внесення та робочу ширину захвату.

Математичні моделі досліджуваних процесів було наведено у вигляді рівнянь регресії другого порядку, коефіцієнти яких визначали методом найменших квадратів на ПЕОМ. Значимість коефіцієнтів перевіряли за критерієм Стьюдента, однорідність дисперсій - за критерієм Кохрана, а гіпотезу адекватності одержаних моделей - за критерієм Фішера при надійній імовірності 0,95.

Енергомосткість пневмовідцентрового PPO визначали при допомозі ватметра марки К-506, який був під'єднаний до електродвигуна. Частота обертання розсіювального диска складала 10,0; 13,3; 16,6 і 19,9 с^{-1} .

При проведенні дослідів використовували суперфосфат гранульований, калій хлористий і селітру аміачну.

В четвертому розділі "Результати експериментальних досліджень" наведено: одержані дані, їх аналіз, узагальнення та співставлення із даними теоретичних досліджень; обґрунтовано раціональ-

ні значення досліджуваних параметрів пневмовідцентрових PPO; сформульовано висновки.

На основі проведених лабораторних досліджень по визначенню швидкості повітряного струменя було підтверджено теоретичні дослідження доцільності установки лопатей на нижній поверхні розсіювального диска кутом вперед ($+10^\circ$). Це дало можливість збільшити швидкість повітряного струменя на 2 м/с в порівнянні з радіальним кріпленням лопатей. Крім того, кріплення лопатей безпосередньо до нижньої поверхні диска дає можливість зменшити масу PPO на 18 кг в порівнянні з варіантом, коли лопаті були змонтовані в окреме робоче колесо.

Експериментально було визначено значення коефіцієнта середовища $K_{cp} = 1,2$.

Встановлено (рис. 3), що максимальне значення швидкості повітряного струменя на виході із кожуха становить 37 м/с при частоті обертання диска $19,9 \text{ с}^{-1}$ і 25 м/с при частоті обертання диска $13,3 \text{ с}^{-1}$.

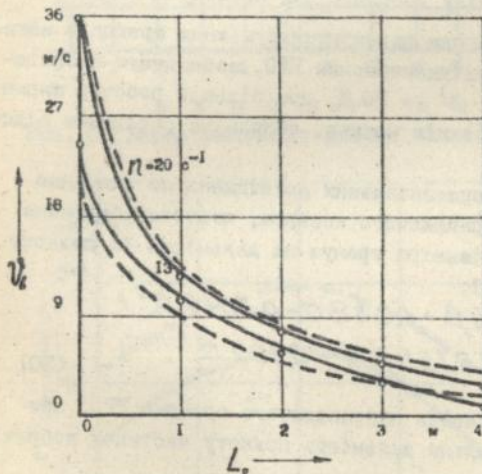


Рис. 3. Залежність швидкості повітряного струменя V_g від відстані L_0
 ——— експериментальна;
 - - - - - теоретична

При віддаленні від PPO вказана швидкість повітряного струменя зменшувалась і на відстані чотирьох метрів становила 2,2 м/с при $n = 13,0 \text{ с}^{-1}$ і 4,1 м/с при $n = 19,9 \text{ с}^{-1}$.

Наявність у пневмовідцентрового PPO диференційованої подачі

повітряного струменя призводить до перегороду добрих по робочій ширині захвату. Етра розподілу добрих у пневмовідцентрових PPO має більш вирівняний характер ніж у серійних відцентрових PPO (рис. 4).

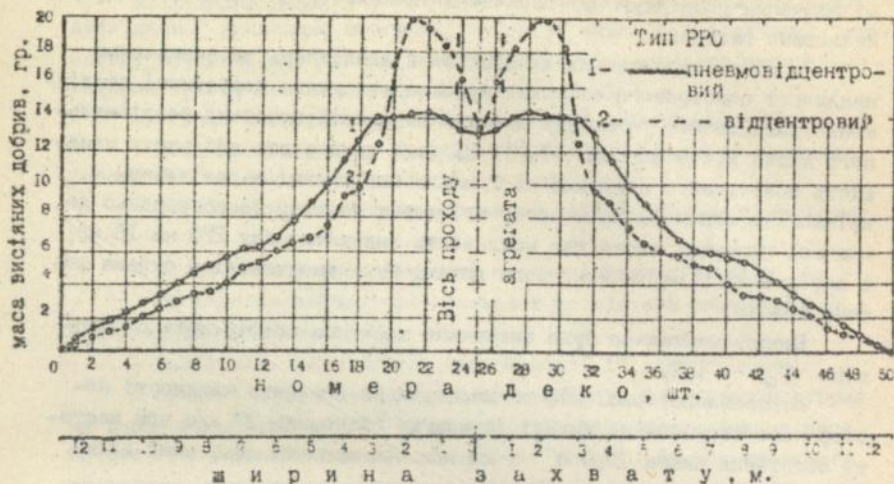


Рис. 4. Емпіра розподілу добрив після проходу агрегата

Внаслідок цього, з урахуванням перекриття суміжних проходів машина МВУ-5, обладнана пневмовідцентровими РРО, забезпечує необхідну якість внесення добрив $\gamma = 20\%$, при більшій робочій ширині захвату $B = 17$ м (рис. 5) ніж машина, обладнана серійними відцентровими РРО $B = 12$ м.

За результатами експериментальних досліджень по вивченню впливу кута установки направляючого козирка, частоти обертання розсіувального диска та діаметра гранул на дальність їх польоту одержано рівняння регресії:

$$L = 4,588 - 0,0644\beta + 1,338d - 0,0019\beta^2 + 0,0104\beta n - 0,0155\beta d - 0,102 d^2. \quad (30)$$

Оптимальний кут установки направляючого козирка РРО, при якому досягається максимальна дальність польоту частинок добрив, складає 15° (рис. 6).

Збільшення частоти обертання розсіувального диска як відцентрового, так і пневмовідцентрового РРО від $10,0$ до $19,9$ с^{-1} призводить до росту дальності польоту частинок добрив (рис. 7).

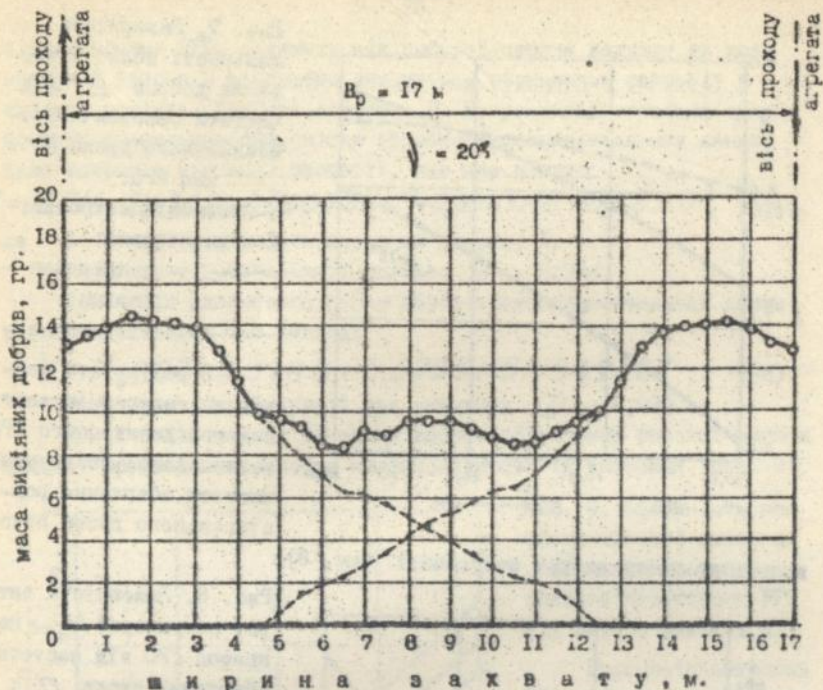


Рис. 5. Еюра розподілу добрив після суміжних проходів агрегата

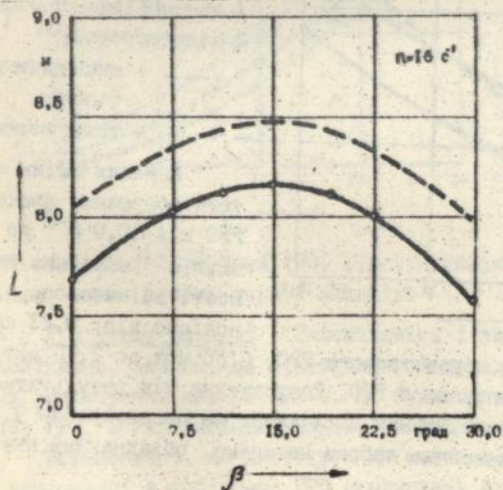


Рис. 6. Залежність дальності польоту частинок добрив L від кута установки направляючого козирка β :

— — — — — експериментальна;
 - - - - - теоретична

Розходження між результатами теоретичних та експериментальних досліджень не перевищували 8,7 %.

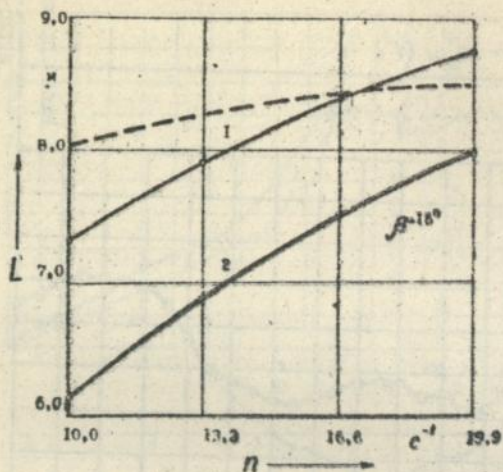


Рис. 7. Залежність дальності польоту частинок добрив L від частоти обертання розсіювального диска n :
тип PPO:

1-пневмовідцентровий;
2-відцентровий;

— — — — експериментальна;
— — — — теоретична

В результаті досліджень енергомісткості пневмовідцентрового PPO встановлено: збільшення частоти обертання розсіювального диска приз-

водить до росту витрат потужності (рис. 8).

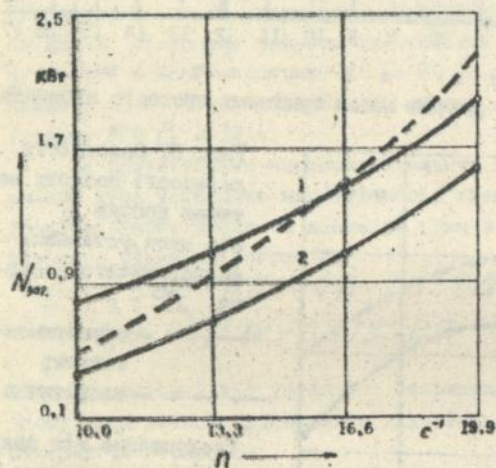


Рис. 8. Залежність витрат потужності $N_{заг}$ на привод PPO від частоти обертання диска n :
тип PPO:

1-пневмовідцентровий;
2-відцентровий;

— — — — експериментальна;
— — — — теоретична

В межах зміни частоти обертання диска PPO від $10,0 \text{ с}^{-1}$ до $19,9 \text{ с}^{-1}$ значення потужності змінювалось відповідно від: $0,21 \text{ кВт}$

до $1,60 \text{ кВт}$ при роботі відцентрового PPO; $0,80 \text{ кВт}$ до $2,15 \text{ кВт}$ при роботі пневмовідцентрового PPO. Розходження між результатами теоретичних та експериментальних досліджень не перевищували $7,8 \%$.

Нерівномірність внесення добрив машинами, обладнаними пневмо-

відцентровими PPO, залежить від робочої ширини захвату та дози внесення добрив і адекватно описується рівнянням регресії у вигляді полінома другого ступеня. По результатах внесення суперфосфату гранульованого, після обробки експериментальних даних, було одержано рівняння регресії, яке має вигляд:

$$V = 20,816 - 2,476B - 0,000039B^2 + 0,0033NB + 0,083B^2, \quad (31)$$

де V - нерівномірність внесення добрив, %.

Коефіцієнт детермінації складає $D = 0,994$.

Для калію хлористого після обробки експериментальних даних рівняння регресії має вигляд:

$$V = 13,227 - 4,578B + 0,0025NB - 0,494B^2 \quad (32)$$

Коефіцієнт детермінації має значення $D = 0,999$.

При постійній дозі внесення добрив збільшення робочої ширини захвату призводить до росту нерівномірності їх внесення (рис. 9).

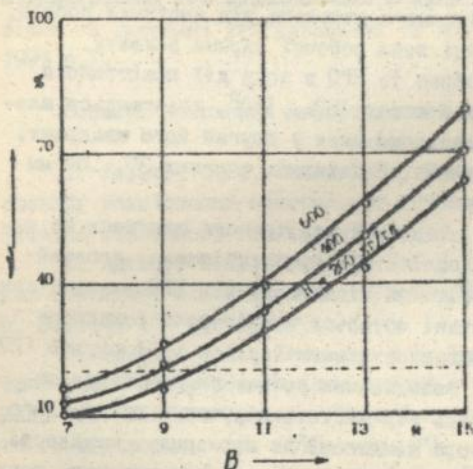


Рис. 9. Залежність нерівномірності внесення V калію хлористого пневматичними PPO від ширини захвату B

Пневматичний PPO забезпечує внесення добрив з нерівномірністю до 20 %, при цьому робоча ширина захвату на внесенні гранульованих добрив складала 16,0... 22,0 м, а перешковидних - 8,5...9,5 м, що у 1,3...1,5 рази вище в порівнянні з машинами,

які обладнані серійними PPO. Більшим дозам внесення добрив відповідала менша робоча ширина захвату.

У п'ятому розділі "Впровадження і апробація результатів досліджень, економічна ефективність" наведено результати державних випробувань машини МВУ-5, що була обладнана пневматичними PPO, в Українському центрі випробування техніки.

Встановлено, що застосування машини з пневматичними PPO в порівнянні з серійними PPO призводить до зниження: припуск

експлуатаційних витрат на 29,9 % і 40,0 % відповідно при внесенні гранульованих та порошковидних добрив; питомих енерговитрат в 1,3 рази. Одержано річний економічний ефект 4879,0 крб/га і 3023,4 крб/га відповідно на внесенні гранульованих і порошковидних добрив (в цінах 1991 р.).

ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

1. Внесення основної дози гранульованих та порошковидних мінеральних добрив, а також підживлення зернових культур найбільш раціонально проводити машинами кузовного типу з пневмовідцентровими PPO, так як вони об'єднують переваги відцентрових та пневматичних PPO.

2. Найбільш повно можливості пневмовідцентрових PPO виявляються при виконанні їх конструкції по дисково-вентиляторному типу, яка передбачає закріплення лопатей до нижньої поверхні диска та диференційовану подачу повітряного струменя під частинки добрив, що висіваються на периферійні зони робочої ширини захвату.

3. Збільшена подача добрив із PPO в зону дії повітряного струменя, при куті їх сходу в межах $150...160^\circ$, досягається шляхом подачі добрив на розсіювальний диск у другий його квадрант, при цьому радіус подачі повинен знаходитись в межах 30...50 мм (залежність 1).

4. Найбільше значення швидкості повітряного струменя на виході із PPO, рівне 25 м/с, досягається при закріпленні лопатей кутом вперед, рівному $(+10^\circ)$. При віддаленні від PPO вказана швидкість зникається і на відстані чотирьох метрів вона складає 2,2 м/с. Поточне значення швидкості визначається за формулою (27).

5. Значення дальності розсіювання добрив визначається за формулами (13, 26) і залежить від частоти обертання диска, його діаметра, кута нахилу вектора швидкості до горизонту, швидкості повітряного струменя, кута установки направляючого козирка, швидкості витання частинок добрив. Встановлено, що пневмовідцентровий PPO забезпечує збільшення дальності польоту частинок добрив порошковидної фракції на 24,2 %, а гранульованої - на 14,0 %.

6. Оптимальний кут підйому направляючого козирка кожуха PPO складає 15° , а найбільш вигідне значення частоти обертання розсіювального диска знаходиться в межах $13,3...19,9 \text{ с}^{-1}$.

7. Нерівномірність внесення добрив машиною, що обладнана пневмовідцентровими PPO, залежить від робочої ширини захвату, до-

зи їх внесення і адекватно описується рівняннями регресії: для гранульованих добрив - (31); порошковидних добрив - (32).

8. Пневмовідцентрові РРО забезпечують внесення добрив з нерівномірністю до 20 %, при цьому робоча ширина захвату на внесенні гранульованих добрив складає 16,0...22,0 м, а порошковидних добрив - 8,5...9,5 м. Більшим дозам внесення добрив відповідає менша ширина захвату.

9. Застосування машини МВУ-5, що обладнана пневмовідцентровими РРО, в господарських умовах при порівнянні із серійною машиною забезпечує збільшення робочої ширини захвату в 1,3...1,5 рази, при цьому досягається зниження прямих експлуатаційних витрат на 29,9 % і 40,0 % відповідно при внесенні гранульованих та порошковидних добрив, а також знижуються питомі енерговитрати в 1,3 рази.

Річний економічний ефект від застосування машини із пневмовідцентровими РРО складає 4879,0 крб/га та 3029,4 крб/га відповідно на внесенні гранульованих та порошковидних добрив (в цінах 1991 р.).

Основні положення дисертаційної роботи викладені в таких працях:

1. Адамчук В.В., Масло І.П., Онищенко В.Б. Удосконалення способу розсіювання мінеральних добрив //Механізація та електрифікація сільського господарства. - К., 1992, вип. 75, с. 49...51.

2. Адамчук В.В., Онищенко В.Б., Гусліні В.П. та ін. Машини для розкидної сівби зернових //Земледілля. - М. 1992, № 7-8, с. 39...40 (рос.мов.).

3. Адамчук В.В., Онищенко В.Б. Вплив повітряного потоку на траєкторію сходу мінеральних добрив з пневмовідцентрового розкидального робочого органу //Механізація та електрифікація сільського господарства. - К. 1993, вип. 77. - с. 7-10.

4. Адамчук В.В., Онищенко В.Б., Ратушний В.В. Як зменшити нерівномірність внесення мінеральних добрив машинами типу МВУ // Науково-технічні, економічні та екологічні основи механізації процесів підвищення родючості ґрунту: Матеріали Республ. конф. - Глеваха, 1991. - с. 22...23.

5. Онищенко В.Б. Як зменшити нерівномірність внесення мінеральних добрив //Внесок молодих вчених в інтенсифікацію сільського господарства УРСР: Матеріали Республ. конф. - Чабани, 1991, - с. 4...5.

6. Адамчук В.В., Онищенко В.Б., Ратушний В.В. Результати досліджень пневмовідцентрового розкидального робочого органу // Інженерно-технічне забезпечення виробництва сільськогосподарської продукції в нових умовах господарювання: Матеріали наук.-техн. конф. - Глеваха, 1992. - с. 50...51.

7. Адамчук В.В., Онищенко В.Б., Ратушний В.В., Дзус Т.О., Ляшинська С.В. Результати модернізації та випробування машин для внесення мінеральних добрив типу МВУ //Енергозберігаючі технології та технічні засоби для виробництва сільськогосподарської продукції: Тез. доп. наук.-техн. конф. - Глеваха, 1993. - с. 25...26.

8. Адамчук В.В., Онищенко В.Б. Обґрунтування параметрів та режимів роботи пневмовідцентрового робочого органу для внесення мінеральних добрив //Енергозберігаючі технології та технічні засоби для виробництва сільськогосподарської продукції: Тези доп. наук.-техн. конф. - Глеваха, 1993. - с. 33...34.

9. А.с. № 1752234 СРСР, МКИ О А ОІ С І5/04. Розсіювальний орган машини для внесення мінеральних добрив / В.В.Адамчук, В.Б.Онищенко, В.П.Гуслін та ін. - заявл. 11.11.90 № 4381002/15. - опубл. в Б.И., 1992, № 29 (рос.мов.).

10. А.с. № 1802987 СРСР, МКИ А ОІ С І5/04, І7/00. Пристрій для внесення мінеральних добрив / В.В.Адамчук, В.Б.Онищенко, В.П.Гуслін та ін. - заявл. 08.04.91 № 4925708/15 - опубл. в Б.И., 1993, № 11 (рос.мов.).

Vladimir B. Onitschenko. Substantiation of operation process and parameters of pneumocentrifugal spreading, working members of machines for solid mineral fertilizers application. Manuscript.

Thesis for competition of scientific degree of Cand. Sc. /Technology/ by speciality 05.20.01—mechanisation of agricultural production, Institute for agricultural Engineering and Electrification, Glevakha, 1995.

8 scientific works and 2 certificates of authorship are being defended. The subject-matter of these ones is theoretical and experimental investigations of technological process of solid mineral fertilizers application. On the basis of these investigations it was determined the type and constructive-technological scheme of pneumocentrifugal spreading working member. The results of investigations have been used by designing-constructive organisations while machines for fertilizers application are being developed.

Онищенко В.Б. Обоснование процесса работы и параметров пневмоцентробежных рассеивающих рабочих органов машин для внесения твердых минеральных удобрений.

Рукопись.

Диссертация на соискания ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.01 — "механизация сельскохозяйственного производства". Институт механизации и электрификации сельского хозяйства, Глеваха, 1995.

Защита 8 научных работ и 2 авторских свидетельства, которые содержат теоретические и экспериментальные исследования технологического процесса внесения твердых минеральных удобрений. На основании проведенных исследований обоснованы тип и конструктивно-технологическая схема пневмоцентробежного рассеивающего рабочего органа. Результаты исследований использованы проектно-конструкторскими организациями при разработке машин для внесения удобрений.

Ключевые слова:

минеральные удобрения, рабочая ширина захвата, доз внесения, пневмоцентрированный рассеивающий рабочий орган, скорость воздушного потока, скорость частинок удобрений, диаметр гранул удобрений, оптимальный угол, угловая скорость.

1144348

AB 33.061

la 533-100