

ІНСТИТУТ МЕХАНІЗАЦІЇ ТА ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
УКРАЇНСЬКОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК
Є ІМЕСГ УААН

На правах рукопису

РАТУШНИЙ ВОЛОДИМИР ВАСИЛЬОВИЧ

ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ РОБОТИ І ПАРАМЕТРІВ
ВІДЦЕНТРОВИХ РОСПОДІЛЬНИХ РОБОЧИХ ОРґАНІВ
БАГАТСКАНАЛЬНИХ ПНЕВМАТИЧНИХ ВИСІВНИХ СИСТЕМ
МАШИН ДЛґ ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

Спеціальність 05.20.01-

"Механізація сільськогосподарського виробництва"

Вашин

Автореферат дисертації
на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Глеваха - 1994

Дисертація 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 технічних наук,
професор
ЛЕМИШКО М.О.

кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник
НАСОНОВ В.А.

Провідне підприємство: завод "Хмільниксільмаш"

Захист відбудеться 26 травня 1994 р. о 16 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 020.30.01 по присудженню наукового ступеня доктора технічних наук в Інституті механізації та електрифікації сільського господарства Української академії аграрних наук за адресою: 255133, Київська область, Васильківський район, смт. Глеваха-1, вул. Вокзальна, 11, ІМЕСГ УААН, кімната 613.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Інституту механізації та електрифікації сільського господарства УААН за вказаною вище адресою.

Автореферат розісланий "19" квітня 1994 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради *Грицишин* М.І. Грицишин

ЛНБ України ім.В.Стефаника



00801592 (P)

AB - 20. 000

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми дослідження. Підвищення продуктивності рослинництва тісно пов'язано із застосуванням мінеральних добрив, ефективність використання яких підвищується при їх внесенні внутрішньогрунтовым способом. Проте сільськогосподарське виробництво не забезпечено високопродуктивними технічними засобами для виконання цієї операції з необхідною рівномірністю внесення добрив. Це вимагає вдосконалення технічних засобів, які використовуються для таких цілей. Одним із перспективних напрямів у розвитку конструкцій машин для внутрішньогрунтового внесення мінеральних добрив є застосування багатоканальних пневматичних висівних систем, які забезпечують незалежний розподіл добрив і транспортуючого повітря з наступним уведенням добрив у повітряний потік і переміщенням їх по горизонтальних каналах до місць внесення у ґрунт. Однак машини з такими висівними системами і індивідуальним дозуванням добрив із бункера в кожний канал транспортуючого робочого органа конструктивно складні і мають низьку продуктивність. Уникнути цих недоліків можна при використанні висівних систем із загальним дозуванням мінеральних добрив. Необхідна якість їх внесення такими висівними системами може бути забезпечена за рахунок застосування відцентрових розподільних робочих органів з обґрунтованими параметрами і режимами їх роботи. Це і визначило актуальність досліджень, які направлені на вирішення вказаних питань.

Об'єкт дослідження - процес внесення мінеральних добрив, який базується на їх відцентровому розподілі та пневматичному транспортуванні багатоканальною висівною системою; відцентрові розподільні робочі органи та їх режими роботи.

Мета роботи - підвищення рівномірності і продуктивності внутрішньогрунтового внесення твердих мінеральних добрив багатоканальними пневматичними висівними системами.

Методи досліджень і апаратура. Методика теоретичних досліджень базувалась на аналізі фізичних і математичних моделей, розроблених із застосуванням основних положень механіки сипучих середовищ і теорії руху матеріальної частинки по шорстких ротаційних поверхнях. Експериментальні дослідження виконували з використанням спеціальних лабораторних установок, обладнаних пробовідбірниками і необхідними приладами. Дослідження у польових умовах виконували на експериментальному зразку машини із

багатоканальною пневматичною висівною системою. Одержані результати оброблювали методами дисперсійного і регресійного аналізів із використанням ПЕОМ.

Теоретичні результати і новизна. Одержано залежності, які описують процес відцентрового розподілу добрив, з їх врахуванням виведено формули для визначення основних конструктивно-кінематичних параметрів відцентрових розподільних робочих органів, запропоновано графо-аналітичний спосіб для визначення згладжуваної здатності при пневматичному висіві добрив.

Практичні результати і новизна. Обґрунтовано конструктивно-технологічну схему висівної системи, параметри її робочих органів і режими пневмотранспортування добрив. Розроблено експериментальний зразок машини з багатоканальною пневматичною системою. Новизна технічних рішень підтверджується авторськими свідоцтвами NN 1400533, 1625385 і 1727620. Розроблена методика інженерного розрахунку параметрів і режимів роботи відцентрових розподільних робочих органів.

На захист вносяться: обґрунтування процесу внесення твердих мінеральних добрив, який базується на незалежному розподілі віддозованого потоку матеріалу відцентровим робочим органом на складові з наступним їх пневматичним висівом; конструктивно-технологічна схема, параметри і режими роботи, методика інженерного розрахунку відцентрових розподільних робочих органів багатоканальних пневматичних висівних систем.

Апробація роботи. Основні положення і результати роботи схвалено на науково-технічних конференціях в 1984 р. (Київ), 1987 р. (Дослідницьке), 1988 р. (Глеваха), 1990 р. (Глеваха, Мінськ), 1991 р. (Київ) 1992 р. (Глеваха, Чабани), 1993 р. (Глеваха). Матеріали дисертації опубліковано в дев'яти статтях і викладено в трьох авторських свідоцтвах на винаходи.

Предмет і ступінь впровадження. Матеріали обґрунтування конструктивно-технологічної схеми, методика інженерного розрахунку параметрів і режимів роботи багатоканальної пневматичної висівної системи використані НДКТ ІМСільгоспмашем (м. Запоріжжя) при розробці дослідних зразків машин (МВВ-8 і МВВ-12) для внутрішньогрунтового внесення твердих мінеральних добрив. Машини МВВ-8 і МВВ-12 успішно пройшли попередні випробування.

Експериментальний зразок машини з багатоканальною пневматичною висівною системою був використаний для внутрішньогрунтового внесення добрив у дослідних господарствах на площі 105 га.

Ефективність впровадження. Застосування машин з розробленими багатоканальними пневматичними висівними системами для внутрішньогрунтового внесення мінеральних добрив забезпечує їх внесення з нерівномірністю до 10% і підвищує продуктивність праці на 21%. Річний економічний ефект від застосування машин МВВ-8 і МВВ-12 складає, відповідно, 569,7 і 1781,2 крб (у цінах 1991 р.).

Галузь застосування. Результати досліджень можуть бути використані сільськогосподарським виробництвом та конструкторськими організаціями при вдосконаленні існуючих і створенні нових машин для внутрішньогрунтового внесення добрив та комбінованих агрегатів для обробітку ґрунту, внесення добрив і сіви с.-г. культур.

Структура і обсяг дисертації. Дисертація складається із вступу, п'яти розділів, основних висновків, списку використаної літератури із 117 найменувань, в т.ч. 17 іноземною мовою, та додатків. Загальний обсяг дисертації 191 стор., з них 115 стор. машинописного тексту, 10 таблиць, 65 рисунків, 10 додатків.

ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі "Стан питання і задачі досліджень" узагальнено результати вивчення ефективності способів і технічних засобів для внесення мінеральних добрив, проведено огляд тенденцій розвитку і аналіз конструкцій багатоканальних висівних систем та їх розподільних робочих органів, робота яких в значній мірі впливає на показники якості виконання технологічного процесу. Встановлено, що найбільш перспективними є технічні засоби із централізованою висівною системою з загальним дозуванням добрив. Проте, робочі органи, які застосовуються для розподілу віддозованого потоку добрив, не забезпечують необхідної якості їх внесення.

З метою пошуку можливих шляхів підвищення якості роботи таких висівних систем проведено аналіз результатів теоретичних і експериментальних досліджень, викладених у роботах Назарова С.І., Нефедова Б.А., Догановського М.Г., Какшикова Ю.П., Шмоніна В.А., Борджана І.Д., Лєжнева А.В., Лісничого Л.К., Прокопенка В.А., Бєляєва Є.А., Любушко Н.І., Гусєва В.М., Лєскея А.В., Насонова В.А., Скорлякова В.І. та інших дослідників. Крім цього, для визначення оптимальних режимів пневмотранспортування добрив проаналізовано роботи Зуєва Ф.Г., Заборсіна Ф.Г., Дзядзіо А.М., Гастєрштадта І., Смаковського Ф.П. та ін.

На основі результатів огляду і аналізу досліджень еле-

ментів процесу роботи багатоканальних висівних систем висушено гіпотезу, що якісне внесення різних за фізико-механічними властивостями добрив в найбільшій мірі може бути забезпечене системами із загальним дозуванням і незалежним розподілом добрив і повітря при застосуванні відцентрових розподільних робочих органів, конструктивно-технологічна схема яких приведена на рис. 1.

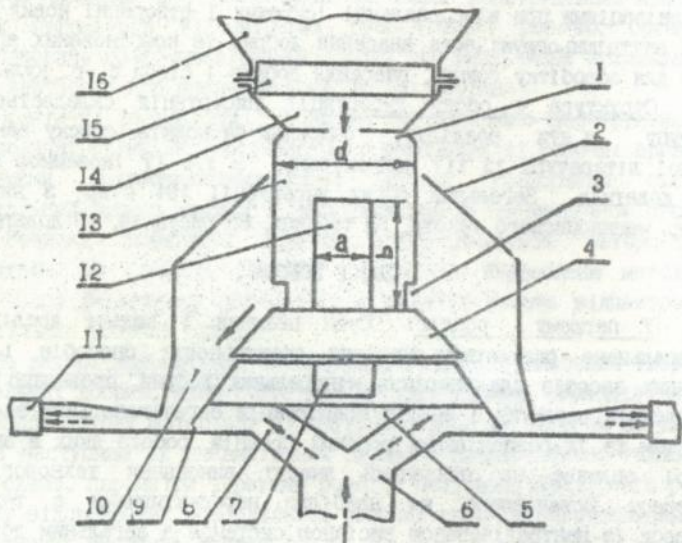


Рис.1. Схема відцентрового розподільного робочого органа:

1 - впускне вікно; 2 - корпус; 3,12 - випускне вікно; 4 - диск; 5 - подільник повітряного потоку; 6 - пневмопровід; 7 - привод розподільника; 8 - пневмоканали; 9 - ежектори; 10 - приймальна горловина відвідного патрубку; 11 - канал транспортуючого робочого органу; 13 - розподільник; 14 - туюнаправник; 15 - дозуючий пристрій; 16 - бункер

Для перевірки цієї гіпотези і досягнення загальної мети досліджень в кінці розділу сформульовано задачі досліджень.

У другому розділі "Теоретичні дослідження процесу роботи відцентрових розподільних і пневматичних транспортуючих робочих органів висівних систем" наведено елементи теорії процесу відцентрового розподілу добрив, встановлено основні залежності, які характеризують його протікання; досліджено процес пневматичного транспортування добрив.

Для визначення діаметра розподільника використано рівняння швидкості при гравітаційному витіканні сіпучого матеріалу із бункерів. Для забезпечення необхідної пропускної здатності розподільного робочого органа, яка обумовлюється агротехнічними вимогами і шириною захвату машини, діаметр впускного вікна його розподільника повинен задовольняти умову:

$$d \geq 0,873 \sqrt{[1/g] [D_{\max} \vartheta_{\max} B / (k \lambda \gamma)]^2}, \quad (1)$$

де d - діаметр впускного вікна розподільника, м; D_{\max} - максимальна доза внесення добрив, кг/м^2 ; ϑ_{\max} - максимальна швидкість агрегату, м/с; B - робоча ширина захвату машини, м; $k = 0,8 \dots 1,0$ - коефіцієнт витрати добрив через вікно; $\lambda = 0,48 \dots 0,65$ - коефіцієнт витікання добрив; γ - об'ємна маса добрив, кг/м^3 .

З метою визначення умов, необхідних для стабільного руху частинок добрив до впускного вікна розподільника, було складено рівняння сил, які діють на частинку (рис. 2):

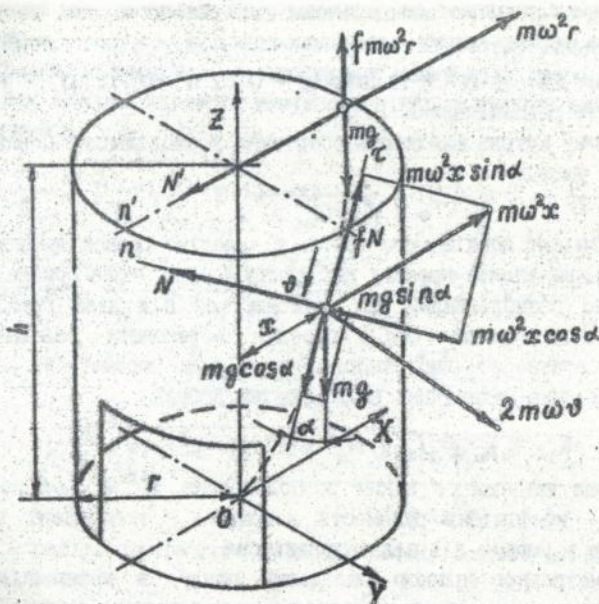


Рис. 2. Схема для аналізу руху частинок добрив у розподільнику

$$R = F - F_{\text{тр}}$$

де $R = m_c \, d\theta/dt$ - результуюча сила, яка рухає частинку до випускного вікна, Н; m_c - маса частинки, кг; θ - швидкість руху частинки, м/с; t - час руху частинки, с; $F = P \cos\alpha - F_{\text{ц}} \sin\alpha$ - сила, яка рухає частинку униз, Н; $P = m_c g$ - сила тяжіння, Н; g - прискорення вільного падіння, м/с²; α - кут між дотичною до траєкторії руху частинки і вектором сили тяжіння, град; $F_{\text{ц}} = m_c \omega^2 x$ - відцентрова сила, Н; ω - кутова швидкість обертання, рад/с; x - відстань частинки від осі обертання, м; $F_{\text{тр}} = f(P \sin\alpha - F_{\text{ц}} \cos\alpha)$ - сила тертя; f - коефіцієнт внутрішнього тертя.

Проекція сили Коріоліса на площину XOY, в якій відповідно до умов поставленої задачі розглядається рух частинки, дорівнює нулю, так як вектор цієї сили перпендикулярний до згаданої площини. Тому

$$m_c d\theta/dt = m_c g \cos\alpha - m_c \omega^2 x \sin\alpha - f (m_c g \sin\alpha + m_c \omega^2 x \cos\alpha).$$

Після інтегрування і відповідних підстановок було одержано взаємозв'язок конструктивно-кінематичних параметрів розподільника, при яких досягається усунення самовільного руху частинок добрив через верхню кромку останнього:

$$h \geq d/2f + g(g^2 + 1) \ln[g/(g + 0.5 f \omega^2 d)] / (f \omega)^2, \quad (2)$$

де h - висота розподільника, м.

При цьому кутова швидкість обертання розподільника повинна відповідати умові:

$$\omega \leq \sqrt{g/(f_n r)}, \quad (3)$$

де f_n - коефіцієнт зовнішнього тертя, r - радіус розподільника, м.

Проведений аналіз процесу витікання добрив через бокове випускне вікно розподільника, що здійснюється під дією гравітаційних і відцентрових сил, дозволив встановити залежність пропускну і з'ятності випускного вікна від параметрів розподільника і фізико-механічних властивостей добрив:

$$q = k \gamma S \lambda_{\text{ц}} g \sqrt{[b m_n + \omega^2 r^2 / g] / [g^2 + (\omega^2 r)^2]}, \quad (4)$$

де S - площа випускного вікна розподільника, м²; b - його висота, м; m_n - коефіцієнт рухомості добрив; $\lambda_{\text{ц}}$ - коефіцієнт витікання добрив в умовах дії відцентрових сил.

Хронометражною оцінкою складових циклу, в межах якого здійснюється один оберт розподільника, доведено, що форма виконання його випускного вікна впливає на рівномірність розподілу добрив. Проаналізовано вплив асиметричної подачі

добрих у розподільний робочий орган для двох варіантів виконання розподільника: першого - коли розподільник мав випускне вікно у вигляді бокового отвору і другого - розподільник мав випускне вікно у вигляді кільцевої щілини. Якщо припустити, що поперечний переріз потоку добрив, що поступає у розподільник, має круглу форму, а швидкість частинок є сталою величиною, то для першого варіанта виконання розподільника нерівномірність розподілу добрив по відповідних патрубках буде визначатися за формулою

$$\nu = \frac{m}{2k\pi r} \sqrt{\sum_{i=1}^m (\Delta l_i)^2 / (m-1)} \cdot 100; \quad (5)$$

$$\Delta l_i = \sqrt{r^2 + e^2 - 2er \cos \varphi_i} - \sqrt{r^2 + e^2 - 2er \cos \varphi_{i-1}};$$

$$k = v_n / (\omega r); \quad \varphi_i = (2\pi / m) i; \quad i = (1, 2, 3, \dots, m).$$

де ν - нерівномірність внесення добрив, %; m - кількість відповідних патрубків; v_n - швидкість частинок потоку добрив, що подається, м/с; φ_i, φ_{i-1} - кут повороту розподільника відносно початкового положення до зміщення випускного вікна з i -м, $(i-1)$ -м відповідним патрубок, град; e - величина зміщення осі потоку добрив відносно осі розподільника, м; i - порядковий номер відповідного патрубка.

Для другого варіанта нерівномірність розподілу визначається за формулою

$$\nu = \frac{m}{S_n} \sqrt{\sum_{i=1}^m (\Delta S_i)^2 / (m-1)} \cdot 100; \quad S_n = \pi r_n^2; \quad \Delta S_i = S_i - S_{cp};$$

$$S_i = \lg \varphi_i \left[\frac{x_i^2}{2} - \frac{\pi r_n^2}{4} - \frac{x_i - e}{2} \sqrt{-x_i^2 + 2ex_i - (e^2 - r_n^2)} - \right. \\ \left. - \frac{r_n^2}{2} \arcsin \frac{x_i - e}{r_n} - \sum_{k=0}^{i-1} (S_k) \right] \quad (6)$$

$$S_{cp} = S_n / m; \quad x_i = \frac{e \pm \sqrt{e^2 - (1 + \lg^2 \varphi_i)(e^2 - r_n^2)}}{1 + \lg^2 \varphi_i}$$

де r_n - радіус поперечного перерізу потоку добрив, що поступає у розподільник, м.

Розрахунки, що виконано за формулами (5) і (6), та порівняльний аналіз показали переваги варіанта використання розподільника з випускним вікном у вигляді бокового отвору. При цьому

нерівномірність розподілу добрив ν для прийнятих в дослідженнях інтервалів варіювання факторів, що вивчалися, складає $\nu = 1,4...18,1\%$, тоді як у другому варіанті $\nu = 24,8...72,6\%$ при інших рівних умовах.

Встановлено також, що для надходження добрив до кожного відповідного патрубку на протязі всього циклу роботи розподільника необхідною умовою є:

$$b \geq \sqrt[3]{Q_0/2 + \sqrt{R_0}} + \sqrt[3]{-Q_0/2 - \sqrt{R_0}} - A_0/3;$$

$$Q_0 = 2(A_0/3)^2 - A_0 B_0/3 + C_0; \quad p = A_0^2/3 + B_0; \quad R_0 = (p/3)^3 + (Q_0/2)^2;$$

$$A_0 = (\omega m r)^2/g; \quad B_0 = 2 \pi r (m - 1); \quad C_0 = S m. \quad (7)$$

Добрива, що розподіляються по відповідних патрубках через ежектори надходять у канали пневматичного транспортуючого робочого органа. На розгінних ділянках каналів характер зміни швидкостей частинок добрив при низьких концентраціях аеросуміші ($\mu \leq 3$ кг/кг) визначається за відомою формулою Трефца, інтегрування якої дає рівняння для визначення відстані, що пройдена частинкою за час t . Остання була покладена в основу викладеного в дисертації графо-аналітичного способу визначення згладжувальної здатності висівної системи при пневматичному транспортуванні добрив в залежності від вхідної нерівномірності поступаючого потоку добрив, умов транспортування (швидкості транспортуючого повітря і довжини каналів) та аеродинамічних властивостей добрив. Виконані на ПЕСМ попередні розрахунки показали, що при пневмотранспортуванні добрив згладжується нерівномірність потоку, причому найбільш інтенсивне згладжування має місце на початковій ділянці пневмотранспортування і при менших швидкостях повітря.

У третьому розділі "Програма і методика експериментальних досліджень" викладено програмні питання, описано лабораторні установки, методика досліджень і техніка вимірів, описано експериментальний зразок машини з багатоканальною пневматичною висівною системою.

При вивченні процесу відцентрового розподілу добрив визначалась пропускна здатність розподільного робочого органа, нерівномірність розподілу добрив по відповідних патрубках і по ходу руху агрегату в залежності від конструктивних параметрів розподільника і кінематичного режиму його роботи. Залежність коефіцієнта витікання добрив в полі дії відцентрових сил від

кутової швидкості обертання і радіуса розподільника визначалась по стандартному плану двофакторного експеримента. Дослідження якості розподілу добрив в межах одного оберту розподільника виконували по плану трифакторного експеримента Бокса-Бенкіна. В дослідях змінювали ширину a , висоту b випускного вікна розподільника і його куту швидкість обертання ω . Основні рівні та інтервали варіювання всіх факторів були прийняті на основі результатів попередніх однофакторних експериментів.

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 Стюдента, однорідність дисперсій - за критерієм Кохрана, а гіпотезу адекватності одержаних моделей - за критерієм Фішера при надійній імовірності 0,95.

Процес пневматичного транспортування добрив по каналах транспортуючого робочого органу вивчався шляхом визначення нерівномірності висіву в залежності від встановленої швидкості повітряного потоку і довжини каналу. Необхідну швидкість повітря у каналах досягали відповідним положенням дросельної заслінки у всмоктуючому колекторі вентилятора і заміряли на виході каналів за допомогою трубки Піто-Прандтля та мікроманометра ММН-240.

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

В четвертому розділі "Результати експериментальних досліджень" наведено одержані дані, їх аналіз, узагальнення та співставлення із даними теоретичних досліджень, обґрунтовано раціональні значення досліджуваних параметрів розподільного робочого органу, сформульовано висновки.

На основі лабораторних досліджень процесу відцентрового розподілу добрив встановлено, що усунення самовільного руху частинок добрив через верхню кромку розподільника в залежності від його висоти досягається шляхом відповідного вибору куту швидкості обертання (рис. 3). Критична куту швидкість обертання розподільника зростає із збільшенням його висоти. Розподільники із меншим діаметром допускають більш високу куту швидкість їх обертання.

Пропускна здатність розподільника залежить від діаметра, куту швидкості обертання, площі і форми його випускного вікна (рис. 4) і може бути визначена за формулою (4). При цьому коефіцієнт витікання добрив, одержаний для умов їх витікання із

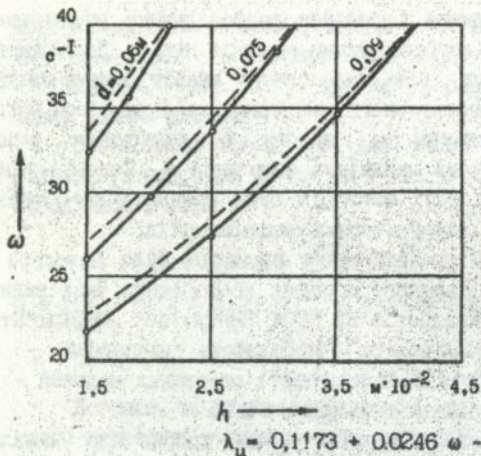


Рис. 3. Залежність критичної кутової швидкості обертання розподільника ω від його висоти h :

— — експериментальна;
- - - - теоретична

випускного вікна під дією гравітаційних та відцентрових сил, визначається за рівнянням регресії:

$$\lambda_u = 0,1173 + 0,0246 \omega - 0,0004 \omega^2. \quad (8)$$

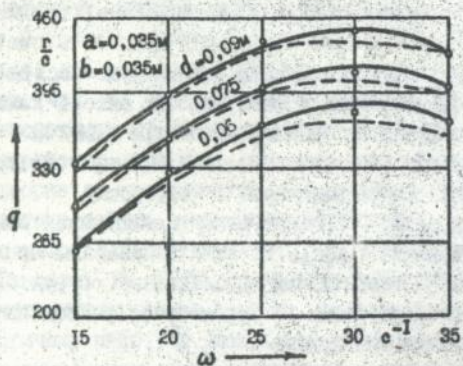


Рис. 4. Залежність пропускної здатності розподільника q від кутової швидкості обертання ω :

— — експериментальна;
- - - - теоретична

Обробка експериментальних даних дозволила одержати рівняння регресії, яке адекватно описує процес розподілу добрив у межах одного обертання розподільника, що є складовою нерівномірності внесення добрив по ходу руху агрегату:

$$v = 187,47 - 9,67 \omega - 0,39 a - 0,47 b + 0,14 \omega^2. \quad (9)$$

Шляхом аналізу двовірних перерізів поверхні відгуку, що описується останнім рівнянням, визначено раціональні параметри і режими роботи розподільника ($\omega = 30$ рад/с, $b = 60$ мм), які для заданих агротехнічних вимог забезпечують мінімальну нерівномірність розподілу добрив у межах одного обертання $v_{\text{н}} = 12,0\%$.

Задовільна збіжність теоретичних положень процесу відцентрового розподілу добрив із експериментальними даними було основою для розробки методики розрахунку параметрів та режимів роботи

відцентрового розподільного робочого органа у вигляді програми для IBM сумісних ПЕОМ, яку приведено в дисертації. Випробування розрахованого за її допомогою відцентрового розподільного робочого органа показали, що нерівномірність розподілу добрив відповідає агротехнічним вимогам і в інтервалі кутових швидкостей обертання розподільника від 20 до 35 рад/с та кутах схилу поля до 6° не перевищує 10%. Фракційний склад добрив при відцентровому розподілі суттєво не змінювався: перехід гранул розміром 4...2 мм у фракції з меншим розміром гранул складав не більше 1%, що знаходиться в межах агровимог.

Аналіз результатів лабораторних досліджень по визначенню впливу довжини каналів та швидкості повітря на коефіцієнт згладжування при пневматичному транспортуванні добрив (рис. 5), по-

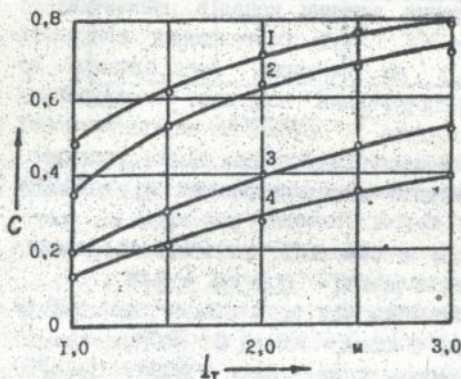
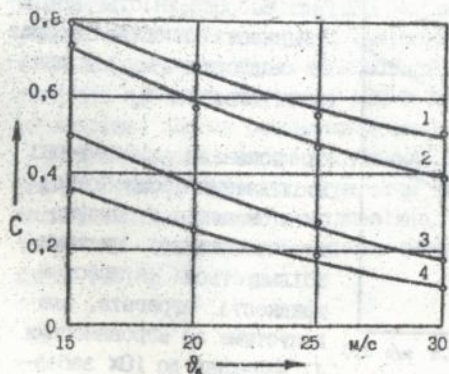


Рис. 5. Залежність коефіцієнта згладжування C :

а) від довжини каналів транспортуючого робочого органа L_T при висіві:
— суперфосфату гранульованого:

- 1 — при $\theta_{\text{в}} = 15$ м/с;
3 — при $\theta_{\text{в}} = 30$ м/с;
— калія хлористого:
2 — при $\theta_{\text{в}} = 15$ м/с;
4 — при $\theta_{\text{в}} = 30$ м/с.



б) від швидкості транспортуючого повітря $\theta_{\text{в}}$ при висіві:
— суперфосфату гранульованого:

- 1 — для $L_T = 3,0$ м/с;
3 — для $L_T = 1,0$ м/с;
— калія хлористого:
2 — для $L_T = 3,0$ м/с;
4 — для $L_T = 1,0$ м/с;

казав, що згладжувальна здатність пневматичного висіву залежить від довжини каналів, характеру розподілу швидкостей витання частинок добрив і величини їх розмаху (R_p). Краще згладжування нерівномірності потоку досягається при висіві гранульованого суперфосфату, в якого порівняно більший розмах швидкостей витання ($R_p = 11$ м/с) і більш пологий вид інтегральної кривої їх розподілу. Найнижчу якість висіву одержано для хлористого калію, в якого найменший розмах швидкостей витання ($R_p = 8$ м/с). Нерівномірність висіву сумішей добрив нижча від нерівномірності висіву компонентів, що їх складають. При висіві суміші гранульованого суперфосфату і хлористого калію нерівномірність внесення складала 6%, при цьому нерівномірність внесення гранульованого суперфосфату дорівнювала 7%, а хлористого калію - 10%.

Встановлено, що збільшення довжини каналів пневматичного транспортуючого робочого органа (L_T) і зменшення швидкості транспортуючого повітря (v_a) до величини, яка близька до швидкості сталого пневмотранспортування, покращує згладжувальну здатність і таким чином призводить до зменшення нерівномірності внесення добрив. Коефіцієнт згладжування C на висіві гранульованого суперфосфату при вхідній нерівномірності $v_p = 19,8\%$ складає:

- для каналів довжиною $L_T = 1,0$ м $C = 0,49$ при швидкості транспортуючого повітря $v_a = 15$ м/с, а при $v_a = 30$ м/с $C = 0,20$;
- при швидкості транспортуючого повітря $v_a = 20$ м/с: $C = 0,42$ для каналів довжиною $L_T = 1,0$ м, а для $L_T = 3,0$ м $C = 0,74$.

Нерівномірність внесення добрив по ходу руху агрегату (рис. 6)

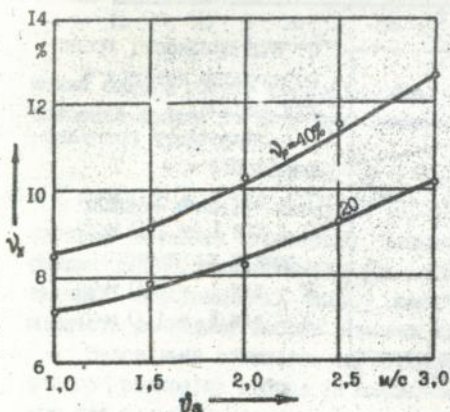


Рис. 6. Залежність нерівномірності внесення добрив по ходу руху v_x від швидкості агрегату v_a

як показали лабораторні дослідження розробленої багатоканальної пневматичної висівної системи збільшується із ростом швидкості агрегата, але допустиме за агровимогами її значення до 10% забез-

печується в усьому діапазоні зміни швидкісного режиму (від 1,0 до 3,0 м/с) при нерівномірності розподілу добрив по каналах в межах одного оберт розподільника $v_p = 20\%$. Нерівномірність внесення добрив по ширині захвату (рис. 7) значно зростає із збільшенням

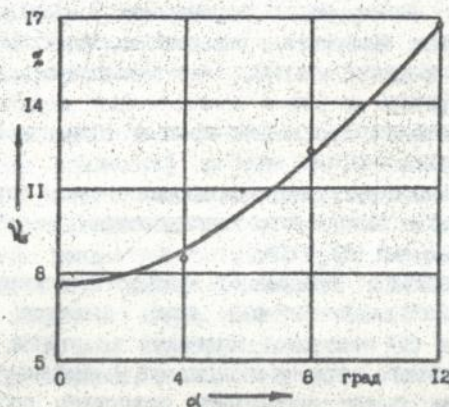


Рис. 7. Залежність нерівномірності внесення по ширині захвату v_w від кута схилу поля α

кута схилу поля, проте необхідна якість внесення досягається на полях із схилами до 6° .

Встановлено, що висівна система забезпечує дози внесення добрив від 50 до 1000 кг/га.

Виробничою перевіркою експериментального зразка машини з багатоканальною пневматичною висівною системою в дослідних господарствах на основному внесенні добрив підтверджено ефективність її застосування. Змінна продуктивність агрегату збільшується на 21%

У п'ятому розділі "Впровадження і апробація результатів досліджень, економічна ефективність" наведено опис і технічну характеристику та результати випробувань дослідних зразків машин МВВ-8 і МВВ-12 для внутрішньогрунтового внесення твердих мінеральних добрив з багатоканальними пневматичними висівними системами, розроблених НДПТ ІМС Львівського господарства (м. Запоріжжя) з участю ІМЕСГ УААН на основі одержаних результатів досліджень.

Результати техніко-економічного аналізу свідчать про ефективність застосування машин МВВ-8 і МВВ-12 на внутрішньогрунтовому внесенні добрив основними дозами.

Встановлено, що застосування у господарських умовах нових машин з порівнянні із агрегатом АМ-8 дозволяє знизити прямі експлуатаційні витрати, відповідно, на 10,4% і 20,2% та одержати річний економічний ефект, відповідно, 569,7 і 1781,2 крб (у цінах 1991 р.).

ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

1. Підвищення якості внесення твердих мінеральних добрив машинами з багатоканальними пневматичними висівними системами до рівня, передбачуваного агротехнічними вимогами, досягається за рахунок застосування в їх конструкціях відцентрових розподільних робочих органів. Це дозволяє використати переваги висівних систем з незалежним розподілом добрив і повітря, які забезпечують внесення добрив з нерівномірністю до 10%.

2. Умови для стабільного протікання процесу відцентрового розподілу добрив досягаються:

- усуненням самовільного руху частинок добрив через верхню кромку розподільника шляхом вибору його конструктивно-кінематичних параметрів за залежностями (2) і (3);

- забезпеченням необхідної пропускної здатності відцентрового розподільника, яка залежить від його діаметра, що визначається за формулою (1), кутової швидкості обертання, а також площі і форми випускного вікна розподільника і визначається за залежністю (4). При цьому коефіцієнт витікання добрив, одержаний для умов витікання із бокових отворів під дією гравітаційних і відцентрових сил, визначається за рівнянням регресії (8).

3. Нерівномірність розподілу добрив по відповідних патрубках розподільного робочого органа при змщенні осі потоку, що подається, залежить від форми випускного вікна розподільника. Встановлено, що при використанні розподільника з випускним вікном у вигляді бокового отвору нерівномірність розподілу добрив характеризується виразом (5), а при використанні розподільника з випускним вікном у вигляді кільцевої щілини - виразом (6). Порівняльний аналіз цих залежностей дозволяє зробити висновок про переваги варіанта використання розподільника з випускним вікном у вигляді бокового отвору. При цьому нерівномірність розподілу добрив ν для прийнятих у дослідженнях інтервалів варіювання факторів, що вивчаються, складає $\nu = 1,4...18,1\%$, тоді як в другому варіанті $\nu = 24,8...72,6\%$ при інших рівних умовах. Допустима за агротехнічними вимогами нерівномірність розподілу добрив до 10% забезпечується в діапазоні зміни кутової швидкості розподільника від 20 до 35 рад/с при кутах схилу поля до 6°.

4. Нерівномірність розподілу добрив в межах одного оберту розподільника адекватно описується рівнянням регресії (9), яке

дозволяє визначити його раціональні параметри і режими роботи. Мінімальна нерівномірність розподілу добрив досягається при виборі висоти випускного вікна з умови (7).

5. При пневматичному висіві добрив, який здійснюється при низьких концентраціях аеросуміші ($\mu \leq 3 \text{ кг/кг}$), суттєво згладжується нерівномірність поступаючого в канал потоку, що є наслідком руху частинок з різною швидкістю. При цьому згладжувальна здатність пневматичного висіву залежить від характеру розподілу швидкостей витання частинок добрив і величини їх розмаху (R_{θ}). Краще згладжування нерівномірності потоку досягається при висіві гранульованого суперфосфату, в якого порівняно більший розмах швидкостей витання ($R_{\theta} = 11 \text{ м/с}$) і більш пологий вид інтегральної кривої їх розподілу. Найнижчу якість висіву одержано для хлористого калію, в якого найменший розмах швидкостей витання ($R_{\theta} = 8 \text{ м/с}$). Нерівномірність висіву сумішей добрив нижча від нерівномірності висіву компонентів, що їх складають.

6. Збільшення довжини каналів пневматичного транспортуючого робочого органа (L_T) і зменшення швидкості повітря ($\theta_{\text{в}}$) до величини, яка близька до швидкості сталого пневмотранспортування, покращує згладжувальну здатність і таким чином веде до зменшення нерівномірності внесення добрив. Коефіцієнт згладжування C на висіві гранульованого суперфосфату при вхідній нерівномірності $\nu_p = 19,8\%$ складає:

- для каналів довжиною $L_T = 1,0 \text{ м}$: $C = 0,49$ при швидкості транспортуючого повітря $\theta_{\text{в}} = 15 \text{ м/с}$ і $C = 0,20$ при $\theta_{\text{в}} = 30 \text{ м/с}$;
- при швидкості транспортуючого повітря $\theta_{\text{в}} = 20 \text{ м/с}$: $C = 0,42$ для каналів довжиною $L_T = 1,0 \text{ м}$ і $C = 0,74$ для $L_T = 3,0 \text{ м}$.

7. Раціональними параметрами і режимами роботи багатоканальної пневматичної висівної системи із відцентровим розподільним робочим органом в залежності від агротехнічних умов і властивостей добрив є такі: діаметр розподільника - $0,04 \dots 0,10 \text{ м}$, висота розподільника - $0,07 \dots 0,12 \text{ м}$, кутова швидкість обертання - $25 \dots 35 \text{ рад/с}$, висота випускного вікна - $0,06 \dots 0,10 \text{ м}$, швидкість транспортуючого повітря - $20 \dots 25 \text{ м/с}$.

8. Для знаходження оптимальних параметрів і режимів роботи багатоканальної висівної системи при заданих агротехнічних умовах розроблена програма для IBM сумісних ПЕОМ, яка дозволяє визначати нерівномірність висіву в залежності від властивостей добрив, умов їх транспортування і вхідної нерівномірності потоку.

9. Випробування експериментального зразка машини у виробни-

чих умовах показали, що багатоканальна пневматична висівна система забезпечує внесення гранульованих мінеральних добрив із регулюванням дози внесення в межах 50...1000 кг/га, при цьому нерівномірність внесення по ширині захвату і по ходу руху машини не перевищує 10%. Продуктивність агрегата за рахунок використання центріалізованої технологічної місткості збільшується на 21%.

10. Висока економічна ефективність машин із розробленими багатоканальними пневматичними висівними системами (МВВ-8, МВВ-12) підтверджена результатами випробувань в умовах МВС. Застосування в господарських умовах машин МВВ-8 і МВВ-12 на внутрішньогрунтового внесенні добрив у порівнянні з агрегатом АГМ-8 забезпечує зниження прямих експлуатаційних витрат, відповідно, на 10,4% і 20,2%, а річний економічний ефект від їх застосування складає, відповідно, 569,7 крб. і 1781,2 крб. (у цінах 1991 р.).

Основні положення дисертаційної роботи викладені в таких працях:

1. Адамчук В.В., Онщенко В.Б., Ратушний В.В. Механізація внесення твердих мінеральних добрив в ґрунт ленточним способом // Інтенсифікація іспитаних техніки і технологій для животноводства і кормопроизводства: Тез. докл. Всесоюз. конф. молодих учених і спеціалістів. - Дослідницьке, 1987. - С. 40.

2. Ратушний В.В. Многоканальный пневмоцентробежный распределитель для внутрипочвенного внесения твердых минеральных удобрений // Пути развития механизации производства зерна в Украинской ССР: Тез. докл. республ. научн.-техн. конф. - Глеваха, 1988. - С. 13-14.

3. Ратушний В.В. Приспособление к культиватору-растениепитателю для внутрипочвенного внесения минеральных удобрений // Инд. листок № 293-84. - К., 1989. - С. 1-2.

4. Адамчук В.В., Масло І.П., Ратушний В.В. Дослідження пневматичних розподільно-висівних систем машин для внесення туків // Механізація та електрифікація сільського господарства. - К., 1992, вип. 75. - С. 41-44.

5. Ратушний В.В. Повышение качества ленточного внесения минеральных удобрений // Вклад молодых ученых в интенсификацию сельского хозяйства УССР: Тез. докл. научно-практ. конф. молодых ученых и специалистов. - Чабаны, 1991. - С. 108.

6. Ратушний В.В., Адамчук В.В., Онщенко В.Б. Результаты

створення машини для внутрігрунтового внесення туків // Науково-технічні, економічні та екологічні основи механізації процесів підвищення родючості ґрунту: Тези доп. республ. наук. - техн. конф. - Глеваха, 1991. - С. 23-24.

7. Ратушний В.В. Багатоканальний розподільний механізм машини для внутрігрунтового внесення туків // Інженерно-технічне забезпечення виробництва сільськогосподарської продукції в нових умовах господарювання: Тези доп. науково-техн. конф. - Глеваха, 1992. - С. 51-52.

8. Ратушний В.В. Обґрунтування параметрів відцентрового станка розподільника багатоканальної висівної системи для внесення туків // Механізація та електрифікація сільського господарства. - К., 1993, вип. 78 - С. 11-14.

9. Адамчук В.В., Ратушний В.В. Внутрішньогрунтове внесення мінеральних добрив як енергозберігаючий спосіб їх застосування // Енергозберігаючі технології та технічні засоби для виробництва сільськогосподарської продукції: Тези доп. наук. - техн. конф. - Глеваха, 1993. - С. 31-32.

10. А.с. N 1400533 СССР, МКИ А 01 С 15/00, 15/04. Машини для внесення сыпучих материалов / В.В. Адамчук, В.В. Ратушний, А.И. Довгань и др. - заявл. 09.04.86 N 4054104/30-15. - опубл. в Б.И., 1988, N 21.

11. А.с. N 1625385 СССР, МКИ А 01 С 15/00. Устройство для распределения сыпучих материалов / В.В. Ратушний, В.В. Адамчук, Д.Г. Вожик и др. - заявл. 26.04.88 N 4415088/15. - опубл. в Б.И., 1991, N 5.

12. А.с. N 1127620 СССР, МКИ А 01 С 7/20. Сошник для ленточного внесения минеральных удобрений / В.В. Адамчук, В.И. Амеликин, В.В. Ратушний, В.Б. Онищенко. - заявл. 02.04.90 N 4808260/15. - опубл. в Б.И., 1992, N 15.

ia 255-102

AB 29.820

AB 29.820