

На правах рукопису

Кириченко Володимир Егорович

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ  
ЛОКАЛЬНОГО ПЕРЕДПОСІВНОГО ВНЕСЕННЯ  
ГРАНУЛЬОВАНИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ ДОЗУЮЧОЮ  
СИСТЕМОЮ ПНЕВМАТИЧНОЇ ДІЇ**

Спеціальність 05.20.01 - Механізація  
сільськогосподарського виробництва

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук



Луганськ - 1996

631.171  
Дисертація є рукопис

ЛННБ України ім.В.Стефаника  
fb 36 392

Робота виконана в Луганському



00743900 (N)

Науковий керівник - кандидат технічних наук, доцент  
Коваль В.Я.

Офіційні опоненти - доктор технічних наук, професор, академік УААН  
Заїка П.М.  
- кандидат технічних наук, старший науковий  
співробітник Пасічник Л.П.

Прозідна організація - НВО Грунтопосівмаш ЛАН, м. Кіровоград

Захист дисертації відбудеться "25" грудня 1996 року о "10<sup>00</sup>" години на  
засіданні спеціалізованої вченої ради К 01.01.18 при Луганському  
сільськогосподарському інституті за адресою:

348008, Луганськ, сільськогосподарський інститут.

Із дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці інституту.

Автореферат розісланий 23 листопада 1996 року.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради  
кандидат технічних наук, доцент

О.О. Петренко

## 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. Однак, у дійсний час, темпи підвищення врожайності сільськогосподарських культур ще досі не відповідають зростаючій кількості мінеральних добрив, що застосовуються. Одним із факторів, що обмежує ефективність добрив, є невідосконалення способів, технологій та машин для їх внесення.

Результати багатолітніх досліджень і виробничий досвід свідчать про доцільність переходу до більш удосконаленої технології - локальному внесенню мінеральних добрив. Нова технологія повинна базуватися на використанні більш удосконалених машин, що забезпечують рівномірне і точне розміщення добрив у відповідності з розташуванням сім'я. У зв'язку з цим виникла необхідність в обґрунтуванні, розробці та дослідженні конструкції дозуючої системи на основі струменевої пневмоавтоматики для здійснення технології локального передпосівного внесення мінеральних добрив, що забезпечують дозування їх у вигляді порцій та оптимального розміщення відносно висівного сім'я, що і забезпечило актуальність досліджень.

Мета роботи - удосконалення технологічного процесу локального передпосівного внесення мінеральних добрив, що забезпечує їх дозування у вигляді порцій, оптимальне розміщення відносно сім'я і висів окремими гніздами або супільними смугами.

### Поставлена мета досягається вирішенням наступних задач:

- обґрунтувати принципову схему висівної системи; що забезпечує синхронне мобільне дозування сім'я і мінеральних добрив;
- теоретично дослідити технологічний процес пневмоімпульсного дозування гранульованих мінеральних добрив;
- підтвердити дослідним шляхом адекватність теоретичних передумов реального процесу;
- розробити методу інженерного розрахунку головних параметрів і режимів роботи дискретної пневмоімпульсної висівної системи;

ЛІНЕ ім. В. Стефаника

- перевірити працездатність дозуючої системи у лабораторних і польових умовах та обумовити економічну ефективність доцільності застосування міроприємств, що пропонуються.

Об'єкт дослідження. Технологічний процес внесення гранульованих мінеральних добрив, здійснюваний висівачою системою пневматичної дії.

Наукова новизна.

1. Обґрунтовані шляхи підвищення врожайності сільськогосподарських культур на основі удосконалення усіх параметрів і показників процесу висіву.

2. Отримані математичні моделі процесу висіву при пневмоімпульсному дозуванні.

3. Запропонований метод вивчення взаємодії сипучого матеріалу із повітряним потоком струменя.

4. Розроблені методи дослідження технологічного процесу пневмоімпульсного дозування.

5. Оптимізовані головні технологічні та конструктивні параметри процесу висіву.

6. Запропонована методика інженерного розрахунку процесу.

Методи дослідження і апаратура. Методика теоретичних досліджень базувалась на законах вільної течії сипучих матеріалів і рухах їх в стислих умовах під дією повітряного потоку. Експериментальні дослідження проводили з використанням спеціальних лабораторних пристроїв та приборів. Лабораторно-стендові досліди і польова апробація виконувались на експериментальних машинах і пристроях. Отримані результати досліджень оброблялись методами дисперсійного і регресивного аналізів з використанням ПЕОМ.

Теоретичні результати. Отримані залежності, що описують процес дозування мінеральних добрив апаратами пневматичної дії, виведені формули для визначення основних конструктивних і технологічних параметрів роботи дозуючої системи.

Практична значимість досліджень. На основі результатів проведених дослідів розроблені нові конструкції висівачих апаратів та пристроїв їх керування, які мають малу матеріаломісткість та високу експлуатаційну надійність. Новизна розробок підтверджена двома авторськими свідоцтвами на винаходи.

Обґрунтовані робочі та конструктивні параметри пневмоімпульсної дозуючої системи на основі елементів струмкової пневмоавтоматики.

Розроблені теоретичні та експериментальні положення можуть використовуватись при розробці перспективних конструкцій дозуючих пристроїв пневматичної дії.

Реалізація результатів дослідів. Макет експериментальної сівалки з висівною системою пневматичної дії апробувався в навчально-дослідному господарстві Луганського СГП, де перевірялася працездатність та надійність роботи системи у польових умовах. Надійність роботи підтверджена лабораторно-стендовими випробуваннями пристрою до сівалки ССТ - 12В з дозаторами пневматичної дії для дозування гранульованих пестицидів.

Результати досліджень та технологічні схеми розроблених висівючих систем передані НВО Грунтопосівмаш ЛАН і використовуються при розробці перспективних конструкцій пневматичних висівючих систем.

Апробація роботи. Головні матеріали дисертаційної роботи докладалися і отримали позитивні відгуки на науково-технічних конференціях ЛСГП (1987...1996 роки), АЧІМЕСГ (1990 р.), на XV Всеукраїнській нараді по пневмоавтоматиці, м. Львів, 1985 р. та на третьому науково-технічному семінарі "Пневматичні системи керування біологічними процесами" - м. Москва, 1987 р.

Публікації. За темою дисертації опубліковано 11 друкованих робіт.

Структура і обсяг роботи. Дисертація складається із вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку літератури, який включає 139 найменувань, та додатків. Загальний обсяг дисертації 172 сторінки, із них 155 сторінок машинописного тексту, 8 таблиць, 72 малюнків, 6 сторінок додатків.

### Зміст роботи

У вступі обґрунтована актуальність роботи.

У розділі "Стан питання, мета і задачі дослідження" дане агробіологічне обґрунтування технології внесення мінеральних добрив і виконаний аналіз існуючих прийомів їх локального внесення.

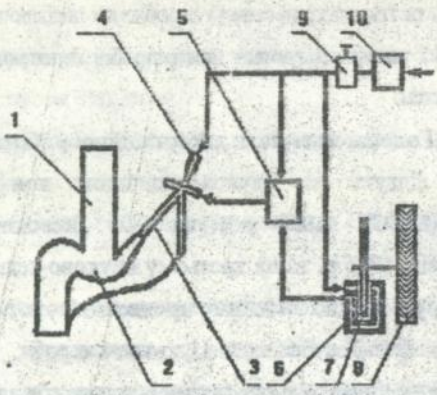
У роботах С.В. Кардашевського, А.А. Будагова, Г.М. Бузенкова, С.А. Ма та інших вчених в основному приділялась увага дослідженню та удосконаленню висівючих апаратів для насіння. Процес дозування і внесення мінеральних добрив при посіві вивчається незначно і розглядався окремо, як незалежний технологічний процес. З метою досконалості процесу і

технічних засобів дозування добрив проводиться комплексний системний аналіз діючих і перспективних туковисівних систем, розроблена їх класифікація.

Комбінована висівачо-дозувача система являє собою єдине ціле висівачо-дозувача системи посівної та дозувача, яка складається із дозувача пристроїв, пристроїв транспортування та пристроїв синхронізуючих дозування зі швидкістю руху сівалки.

На основі проведеного аналізу був здійснений синтез нових технічних рішень і запропонована принципова схема посівної системи пневматичної дії з використанням елементів пневмоавтоматики (струменевої техніки).

Схема висівної системи пневматичної дії



Мал. 1.

- 1 - направляющий канал; 2 - рабочая камера; 3 - выходной канал; 4 - бистабильный струменный элемент; 5 - формовщик импульсов; 6 - датчик скорости; 7 - перфорированный диск; 8 - опорное колесо; 9 - регулятор давления; 10 - источник давления.

У апаратів пневматичної дії висів здійснюється повітряним імпульсом, що подається у робочу камеру дозатора через вихідний канал струменевого елемента.

Синхронізація роботи висівачо-дозувача апаратів із швидкістю руху сівалки пневмоімпульсна, дискретного типу. Пневматичні імпульси тиску утворюються за допомогою

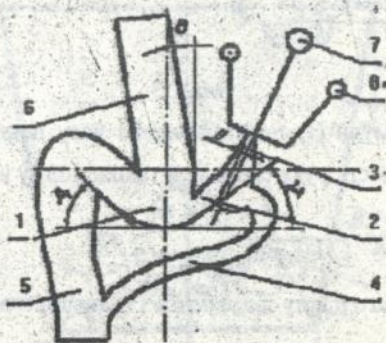
формувача імпульсів, який перетворює пневматичні сигнали різної тривалості від датчика швидкості у необхідні короткі імпульси сталої тривалості.

Кожний раз, після подачі імпульсу (висіву чергової порції добрив) відбувається вільний сплив матеріалу через подіючий канал для заповнення робочої камери. При цьому апіорно можна ствердити, що стабільність роботи дозатора на усіх режимах дозування буде залежати від своєчасного заповнення робочої камери. Огляд літературних джерел виявив, що вільний сплив з одночасним імпульсним дозуванням у перерахованих працях не розглядається.

У розділі "Теоретичні передумови процесу дискретного пневмоімпульсного дозування мінеральних добрив" пропонується модель процесу дозування, включаючи вільний сплив і мобільне дозування апаратом пневматичної дії. За основу моделі спливу приймається припущення, що на потік гранульованих мінеральних добрив при їх вільному спливу впливають гальмівна дія обмежених розмірів камери і пневматичні імпульси, що стримують розпаду сквівалентного неспійкого своду.

На базуванні аналізу робіт по дослідженню струменевої техніки та попередніх експериментів для проведення досліджень технологічного процесу дозування мінеральних добрив пропонується конструкція дозатора з течійною робочою камерою (мал. 2).

### Струменевий дозатор



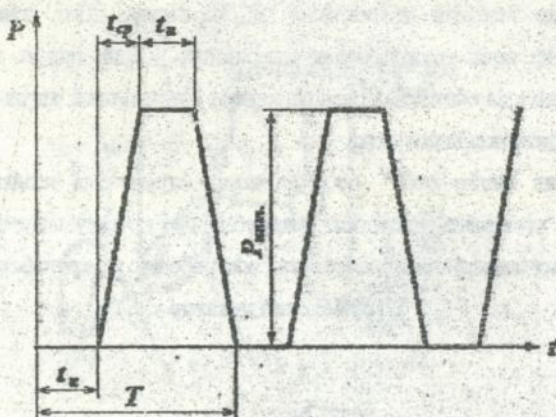
Мал. 2.

1 - робоча камера; 2,4 - вихідні канали струменевого елемента; 3 - струменевий елемент; 5 - матеріалопровід; 6 - канал живлення; 7 - сопло живлення; 8 - сопло керування.

Об'єктом аналітичних досліджень є технологічний процес дозуючої системи пневматичної дії (ДСПД), його часового режиму функціонування, взаємодії його з робочими, конструктивними і технологічними параметрами системи.

Для забезпечення кількісного і точного дозування велике значення має взаємозв'язок часових режимів заповнення, дозування і транспортування матеріалу, а також відповідність конструктивних і технологічних параметрів ДСПД.

Часова діаграма роботи ДСПД



Мал. 3.

Із мал. 3 і формули (1) по визначенню часу повного циклу витікає, що знаючи середню швидкість руху сівалки, а також норму висіву, можна визначити середню частоту висіву  $f_s$

$$T \approx t_н + t_т + 2 t_{оп} \quad (1)$$

де  $T$  - час повного циклу заповнення і транспортування матеріалу;

$t_н$  - час паузи;

$t_т$  - тривалість подачі імпульсу;

$t_{оп}$  - час спрацювання елемента

$$f_s = N_n V_c \quad (2)$$

де  $f_s$  - частота висіву,  $s^{-1}$ ;

$N_n$  - кількість порцій на 1 м;

$V_c$  - швидкість руху сівалки, м/с.

Час повного циклу і час паузи із збільшенням швидкості руху сівалки зменшується, а тривалість подачі імпульсу, при наявності формувача імпульсів, залишається постійним. При визначених умовах руху може стати такий момент, коли  $t_n > t_p$ , що впливає на якість протікання технологічного процесу. Для забезпечення необхідних кількісних і якісних параметрів процесу дозування необхідно встановити оптимальні конструктивні та технологічні параметри дозатору, які б забезпечили відповідність часовим параметрам діаграми.

Канал живлення струменевого дозатора служить для своєчасного заповнення дозуючими матеріалами робочої камери. Оптимальний перетин каналу живлення, що забезпечує вільний вихід добрив без утворення статично-стійких сводів визначаємо із умов рівноваги системи сил, діючих на замкову частку своду (мал. 4)

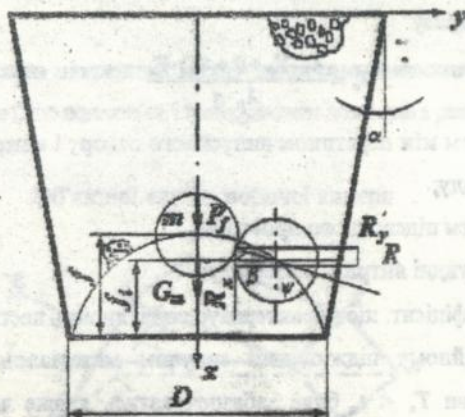
$$\sum X = P_f - R_x + G_m = 0 \quad (3)$$

де  $P_f$  - осьове зусилля з боку верхніх шарів;

$R_x$  - вертикальна складова сила;

$G_m$  - сила тяжіння частки.

Схема сил, діючих на замкову частку



Мал. 4.

Підставляючи у рівняння (3) значення сил, визначених у відповідності з мал. 4, отримуємо значення найбільшого сводоутворюючого розміру каналу живлення.

$$D_{н.с.} = \frac{d_y [A_0 (2a\eta + 3\gamma) \operatorname{tg}(\beta + \psi) + 1,5\gamma \sin 2\beta \operatorname{tg} \alpha]}{3\gamma \sin \beta (1 + \delta \operatorname{tg} \alpha)} \quad (4)$$

де  $d_y$  - умовний діаметр частки матеріалу;

$A_0$  - коефіцієнт пропорціональності між осьовими та горизонтальними зусиллями;

$a$  - коефіцієнт, що залежить від фізико-механічних властивостей сипучого матеріалу;

$\eta$  - щільність частки;

$\gamma$  - об'ємна маса матеріалу;

$\alpha$  - кут нахилу до вертикалі стінки днища бункера;

$\beta$  - кут укладки часток сипучого матеріалу;

$\psi$  - кут тертя між частками;

$\delta$  - безрозмірний коефіцієнт.

У відповідності з теорією В.О. Богомятких час одного пульсу виходу визначається з виразу

$$T_n = \frac{\lambda_0 \cdot V_d + (1 + \lambda_0) \cdot V_s}{\lambda_0 \cdot q} \quad (5)$$

де  $V_d$  - об'єм між перетином випускного отвору і межею динамічного своду;

$V_s$  - об'єм підсводного простору;

$q$  - секундні витрати матеріалу;

$\lambda_0$  - коефіцієнт, що характеризує податливість нестійкого своду.

При постійному підживленні сипучим матеріалом  $T_n = \text{const}$ . При дотриманні умови  $T_n < t_n$  буде забезпечуватись якісне дозування і своєчасно наповнюватись робоча камера сипучим матеріалом.

У відповідності з часом пульсації отримана залежність граничних секундних витрат

$$q_{np} = \mu R_c^2 \left( \frac{g \cdot R_c}{2tg\alpha} \right)^{0,5} \quad (6)$$

що має зв'язок з витратами дозатора  $q_d$

$$q_{np} > q_d,$$

$$q_d = m_n f_{max}, \quad (7)$$

де  $R_c$  - половина розміру каналу живлення;

$\mu$  - коефіцієнт, характеризуючий форму випускного отвору;

$m_n$  - маса матеріалу, висіяного за один імпульс;

$f_{max}$  - максимальна частота імпульсів.

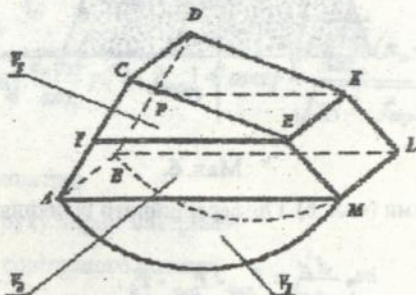
Частота виходу дози із каналу живлення дорівнює зворотній величині часу пульсу  $T_n$ .

$$v = \frac{l}{T_n} \quad (8)$$

При дозуванні з частотою  $f_{max}$  повинна виконуватись умова  $v > f_{max}$ , у протилежному випадку настане момент резонансу, тобто рівність частоти і пульсу виходу, що приводить до припинення руху матеріалу у площині випускного отвору каналу живлення за рахунок підпору повітряним потоком.

Зміна норми внесення мінеральних добрив дозаторами пневматичної дії здійснюється зміною частоти імпульсів  $f$ , що подаються, і застосуванням дозаторів з різним об'ємом робочої камери.

Об'ємний вигляд робочої камери



Мал. 5.

Об'єм робочої камери дорівнює сумі об'ємів

$$V_k = V_1 + V_2 + V_3, \quad (9)$$

де  $V_1$  - об'єм кульового сегменту;

$V_2$  - об'єм призми;

$V_3$  - об'єм клину.

Типорозмір дозатора визначається за глибиною  $b$  робочої камери.

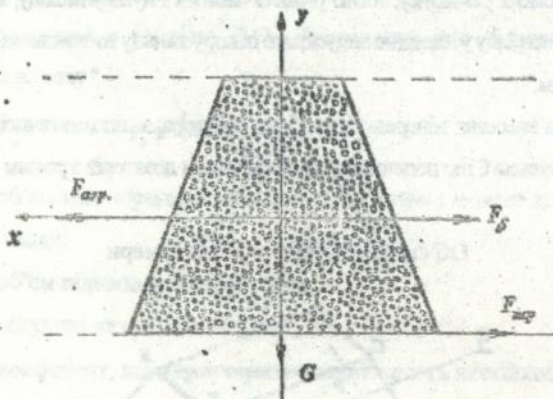
$$b = \frac{m_n \lambda_n \cdot 2\pi\gamma \left( \frac{R^3}{3} - \frac{l_1^3}{3} - \frac{l_2^3}{2} \right)}{\gamma (S_{\text{осн}} + \theta, S_{a_1} h)} \quad (10)$$

де  $\lambda_n$  - коефіцієнт заповнення;

$R, l_1, l_2, a_1, h, S_{\text{осн}}$  - геометричні параметри робочої камери.

Дозування постійної за масою порції добрив за короткий проміжок часу ( $t=0,02 \dots 0,03$  с) дії повітряного імпульсу можливо при наявності визначеної швидкості повітряного потоку, забезпечуючого необхідну аеродинамічну силу.

Схема сил, діючих на порцію матеріалу



Мал. 6.

Виходячи із схеми (мал. 6) і диференційного рівняння (11)

$$m_n \frac{d^2 x}{dt^2} = F_{\text{аер}} - F_{\text{шп}} - F_g. \quad (11)$$

визначасмо необхідний динамічний тиск для дозування порцій добрив

$$P_d = \frac{m_n}{s c_x} \left[ \frac{2x}{t_d^2} + g f_{mp} \left( 1 + \frac{4}{3} k_b \right) \right] \quad (12)$$

де  $F_{aop}$  - аеродинамічна сила;

$F_{mp}$  - сила тертя;

$F_b$  - сила бокового тиску;

$s$  - площа міделового перетину каналу;

$c_x$  - коефіцієнт лобового опору матеріалу;

$x$  - переміщення порції;

$g$  - прискорення вільного падіння;

$f_{mp}$  - коефіцієнт тертя матеріалу;

$k_b$  - коефіцієнт бокового тиску.

Визначивши рівняння (12) і задавшись обумовленими значеннями змінних отримаємо, що мінімальне (але не недостатнє) значення динамічного тиску

$$P_d = 4 \text{ кПа.}$$

Розміщення дозуючої порції добрив у вигляді гвізда біля висіяного насіння при пунктирному висіві можливе при визначеному розташуванні дозатора над рівнем поля. Склавши, а потім р'єз'язавши диференційне рівняння руху порції над дно борозни після виходу із робочої камери отримаємо:

$$X = \frac{2m_n}{c_x s \rho} \ln \cos \left[ \arctg \frac{\sqrt{\frac{c_x s \rho}{2m_n} (u_n + \xi V)}}{\sqrt{g(1-f_{mp})}} \right] - \frac{2m_n}{c_x s \rho} \ln \cos \left[ t_n \sqrt{\frac{c_x s \rho}{2m_n} g(1-f_{mp})} + \arctg \frac{\sqrt{\frac{c_x s \rho}{2m_n} (u_n + \xi V)}}{\sqrt{g(1-f_{mp})}} \right] - \xi V t_n \quad (13)$$

де  $\rho$  - щільність повітря;

$u_n$  - швидкість руху порції матеріалу;

$V$  - швидкість повітряного потоку;

$\xi$  - коефіцієнт падіння швидкості.

Визначено, що дозатор повинен встановлюватися на висоті не більше, 0,24 м від поверхності поля для розташування добрив у вигляді порції.

На основі аналітичних досліджень процесу дозування добрив була розроблена нова принципова схема дозатора, яка використовувалась у подальших дослідженнях.

У розділі "Програма і методика експериментальних досліджень" викладені загальні і розроблена часткова методика досліджень, описані лабораторні установки та пристрої, техніка вимірювань і методика обробки експериментальних даних.

Програма експериментальних досліджень передбачає:

- визначення недостаючих фізико-механічних властивостей добрив;
- експериментальну перевірку закономірності взаємодії повітряного потоку і добрив;
- обґрунтування конструктивних параметрів та робочих режимів дозатора пневматичної дії;
- підтвердження теоретичних залежностей, що описують закономірності процесу дозування;
- агротехнічну оцінку роботи дозуючої системи у лабораторних і польових умовах.

У процесі дослідження дозатора пневматичної дії визначали параметри повітряного потоку, що подається в робочу камеру і в соплі керування за допомогою пневмометричної голки та рідинного манометра.

За допомогою швидкісної кінозйомки вивчалась закономірність взаємодії повітряного струменя і матеріалу, а також визначалась швидкість порції матеріалу у залежності від швидкості повітряного потоку.

Для розв'язання задачі оптимального поєднання факторів (кута установки дозатора, тиску живлення і частоти імпульсів), діючих на величину маси порції, використовувався метод трифакторного експерименту Бокса-Бенкіна. Математична модель досліджуваного процесу була зображена у вигляді рівняння регресії другого порядку, коефіцієнти якого визначали методом найменших квадратів на ПВОМ. Значимість коефіцієнтів перевіряли за критерієм Стюдента, однорідність дисперсій - за критерієм Кохрена, а гіпотезу адекватності за критерієм Фішера.

Для отриманої моделі дозатора проводились дослідження по виявленню впливу на процес дозування частоти та тривалості імпульсів, тиску живлення, а також зміни умов

Методика оцінки якісних показників процесу дозування у лабораторних і польових умовах приймалась відповідно ОСТ 70.5.1 - 82.

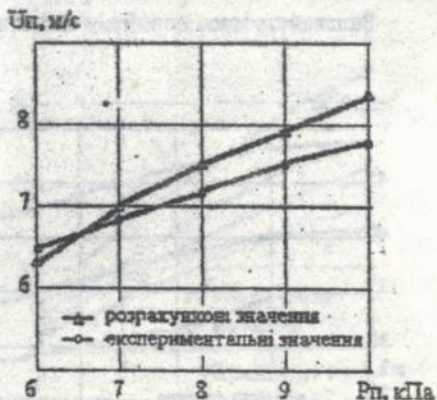
У розділі "Результати експериментальних досліджень" представлені отримані дані, їх аналіз, узагальнення та порівняння з даними теоретичних досліджень; обґрунтовані раціональні значення досліджуваних параметрів і робочих режимів ДСПД; сформувані висновки.

На основі довідкової літератури і проведених експериментів представлені головні фізико-механічні властивості гранульованих мінеральних добрив, що впливають на процес дозування.

Аналіз отриманої кінотипки швидкісної кінозйомки дозволяє зробити висновок, що купинення і утворення сводів в каналі живлення не спостерігається, порція матеріалу рухається вільно ковзаючи по траєкторії, обмеженої стінками дозатора і непошкоджуючи гранули добрив.

Виявлено (мал. 7), що середня швидкість часток і в цілому порції добрив зростає із збільшенням тиску живлення, а коефіцієнт падіння швидкості  $K_v$ , тобто відношення швидкості повітря до швидкості часток, практично не змінюється.

Залежність швидкості часток амофоса від зміни тиску живлення



Мал. 7.

Своєчасне заповнення робочої камери добривами забезпечується каналом живлення, розмір якого повинен бути не меншим 3 діаметрів часток

Розходження між результатами теоретичних і експериментальних досліджень по визначенню розміру каналу живлення не перебільшусь 3 %.

У відповідності з результатами експериментальних досліджень по вивченню впливу кута установки дозатора, частоти імпульсів та тиску живлення на масу дозуючої порції отримано рівняння регресії

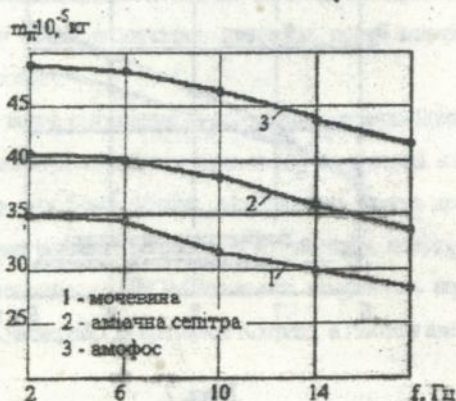
$$\hat{y} = 0,35 + 0,0167x_2 - 0,0067x_1x_2 + 0,0017x_2x_3 - 0,0054x_2^2 \quad (14)$$

У ДСПД норма внесення мінеральних добрив встановлюється частотою подаючих імпульсів, типорозміру дозатора і поступовою швидкістю руху, а стабільність норми у більшості залежить від сталості маси порції при зміні робочих режимів.

Маса порції та секундні витрати найбільш стабільні у діапазоні тиску 6...8 кПа, неспійкість у цьому діапазоні складас не більше 5 %. Для здійснення роботи дозуючої системи тривалість подаючого повітряного імпульсу знаходиться в межах 0,02...0,03 с, коливання тривалості у цьому діапазоні істотно не змінює маси порції.

Частота подаючих імпульсів є головним керуючим параметром при визначенні норми висіву на одиницю площі. Дослідженнями визначено (мал. 8), що маса порції добрив при частоті 10...18 Гц зменшується.

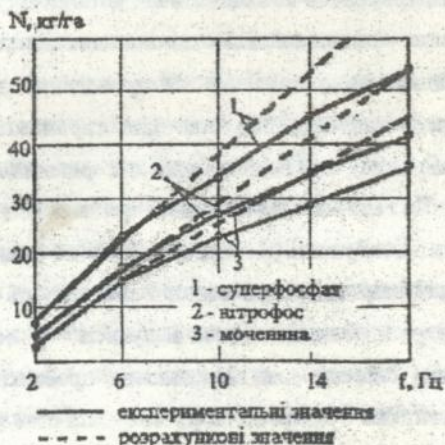
Залежність маси порції від частоти



Мал. 8.

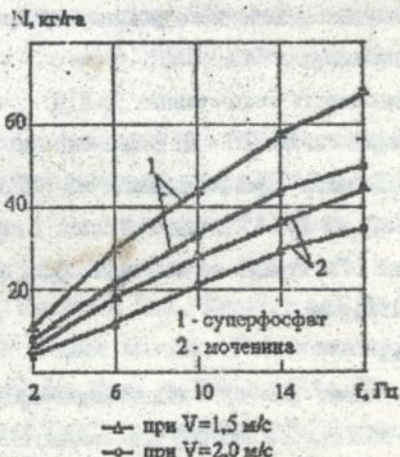
У відповідності із зміною маси порції і виду добрив змінюється норма висіву (мал. 9, 10) добрив на одиницю площі.

Залежність норми внесення від частоти



Мал. 9.

Залежність норми внесення від частоти при зміні поступової швидкості



Мал. 10.

При використанні дозаторів з різними об'ємами робочої камери мінімальна норма складає 6...8  $\text{kg/га}$ , а максимальна - 110...150  $\text{kg/га}$ .

Вплив змінних умов експлуатації, таких як кут нахилу поля і ступінь заповнення бункеру, перевірялися на відповідних стендах. Кінцеві результати оброблялися методом найменших квадратів і представлені у графічному вигляді. Виявлено, що витрати практично не залежать від умов експлуатації.

Якість дозування оцінювалась за двома показниками - коефіцієнтом варіації  $v$  і нелінійності дозування  $v_n$ . У проведених дослідженнях  $v$  і  $v_n$  залишаються у межах допуску (2%), але для гарантованого додержання агрономом по якості висіву на всіх пшвидкісних режимах слід працювати в діапазоні тиску 6...8 кПа і мінімально можливої при даній нормі частоти.

Дослідження закономірності розподілу добрив по рядку показали, що для розміщення добрив гніздами дозатори повинні знаходитись на висоті не більше 0,20...0,22 м від поверхні поля, а частота імпульсів - у межах 2...12 Гц. При використанні дозуючої системи для підживлення просааних культур дозатор необхідно розташовувати на бункері і використовувати стандартний тукопровід.

Обробка результатів експериментальних даних обов'язково включала оцінку достовірності отриманих значень.

У розділі "Прогнозиції по використанню та економічна ефективність ДСПД" приведена методика інженерного розрахунку процесу висіву, визначені шляхи удосконалення процесу на базі ДСПД.

Економічна ефективність застосування ДСПД приведена у порівнянні з базовими зразками, сівалкою СУПН - 8. Виявлено, що застосування дозуючої системи дозволяє збільшити продуктивність на 25...30%, зменшити масу туковисіваючого апарату на 30...35%, знизити прямі витрати на 20%, а питомі капітальні вкладення на 24%. Річний економічний ефект на одну сівалку складає 1372,3 крб (у цінах на 1991 рік)

#### Загальні висновки

1. Одним із важливих факторів підвищення ефективності мінеральних добрив є застосування локального способу їх внесення, що дозволяє більш повно реалізувати потенційні можливості живлячих речовин.

2. У результаті проведеного системного аналізу розроблена класифікація існуючих комбінованих висіваючих систем, у якій показано місце, що займають висіваючі пристрої для добрив, а також важливість удосконалення елементів

висіваючої системи при добірності шляху підвищення якості технологічного процесу висіву добрив.

3. Розроблена принципова схема висіваючої системи пневматичної дії на основі струменевої техніки, відмінністю якої є відсутність рухливих деталей, висока надійність, простота, мала матеріалоемкість.

4. Теоретично отримані залежності, що описують технологічний процес дозування гранульованих мінеральних добрив дозатором пневматичної дії. Методом планування експерименту виконалась оптимізація конструктивних параметрів і робочих режимів висіваючої системи.

5. Розроблена методика дослідження взаємодії повітряних потоків з частками добрив за допомогою застосування швидкісної кіноз'йомки.

6. Експериментальні дослідження технологічного процесу висіву різних добрив, що проводились на дозаторах пневматичної дії, цілком підтвердили теоретичні передумови. Виявлено, що діапазон робочих тисків складає 6...8 кПа, головним керуючим параметром норми висіву є частота імпульсів. Діапазон норми висіву знаходиться у межах 6...160 кг/га при кроці зміни 4...6 кг/га, що цілком задовільняє агротехнічним умовам.

7. Лабораторно-стендові випробовування і польова апробація ДСПД показала високу якість дозування, максимальна нерівномірність складала 3,26%, а весталість - 0,77%.

8. Розрахунковий економічний ефект від застосування ДСПД, за рахунок зниження прямих виробничих витрат, складе 1372,3 крб (у цінах на 1991 рік)

Основні положення дисертаційної роботи викладені у наступних публікаціях.

1. Коваль В.Я., Викторов В.В., Кириченко В.Е. Струйная дозирующая система сельскохозяйственных машин. Пневмоавтоматика. XV Всесоюзное совещание. Тезисы докладов. Часть I, - Львов, 1985-с. 75.

2. А. с. № 1291045, СССР, МКИ А01С 7/04. Пневматическая высевальная система / В.Я. Коваль, В.Е. Кириченко, В.И. Журба и др. - заявл. 21.01.85 №3844505/15 - опубл. в Б.И. 1987, №7.

3. Коваль В.Я., Кириченко В.Е., Цыкунов В.А. Струйные дозирующие аппараты для сыпучих сельскохозяйственных материалов. / Пневматические

системы управления биологическими процессами. Тезисы III научно-технического семинара, - М., 1987-с, 58.

4. Белов Б.М., Кириченко В.Е., Коваль В.Я. и др. Рекомендации службе машинного двора, механизаторам и специалистам совхозов и колхозов по технологической наладке МТА. Облагропром, - Ворошиловград. 1988 -78с.

5. Коваль В.Я., Кириченко В.Е. К теоретическому обоснованию условия движения сыпучих материалов при пневмотранспортировании. / Механизация и автоматизация машин и процессов агропромышленного комплекса. Межвузовский сборник научных трудов. - Ростов-на-Дону, 1990 - с.88...92.

6. Кириченко В.Е. Теоретическое обоснование некоторых параметров пневматического дозатора сыпучих материалов. / Отчетная научно-техническая конференция сотрудников ЛСХИ по итогам 1989 г. Тезисы докладов, - Луганск, 1990 - с.59.

7. А.с. №1752227, СССР, МКИ, А01С 7/00, А01В 49/06. Комбинированная сеялка. / В.Я. Коваль, В.Е. Кириченко, А.В. Щеглов и др. -заявл. 09.11.88 №402813/15 - опубл. в Б.И 1992, №29.

8. Кириченко В.Е. Некоторые результаты исследования струйной дозирующей системы. / Материалы отчетной научно-технической конференции сотрудников ЛСХИ по итогам 1991 г., - Луганск, 1992 - с.6...

9. Коваль В.Я., Кириченко В.Е., Щеглов А.В. Результаты испытания дозирующей системы пневматического действия. / Совершенствование технологического процесса и конструкций рабочих органов с.-х. техники. Сборник научных трудов, - Харьков, 1992 - с.49...54.

10. Кириченко В.Е. Теоретическое обоснование некоторых параметров пневматического дозатора сыпучих материалов. / Совершенствование технологического процесса и конструкций рабочих органов с.-х. техники. Сборник научных трудов, - Харьков, 1992 - с.100...105.

11. Кириченко В.Е. О закономерностях движения частиц в дозаторе пневматического действия. / Материалы отчетной научно-технической конференции сотрудников ЛСХИ по итогам 1993 г. Тезисы докладов, Часть I. - Луганск. 1994 - с.77.

### Аннотация

Кириченко В.Е. Совершенствование технологического процесса локального припосевного внесения гранулированных минеральных удобрений дозирующей системой пневматического действия.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.01 - механизация сельскохозяйственного производства. Луганский сельскохозяйственный институт. Луганск 1996.

Защищается 9 научных работ и 2 авторских свидетельства, которые содержат теоретические и экспериментальные исследования технологического процесса внесения гранулированных удобрений. На основании проведенных исследований обоснована конструктивно-технологическая схема и режимы работы пневмоимпульсной дозирующей системы, построенной на основе элементов струйной техники.

Результаты исследований использованы проектно-конструкторскими организациями при разработке перспективных конструкций дозирующих устройств пневматического действия.

### Annotation

Kirichenko V.I. The improvement of the technological process of root granular mineral fertilisation by air metering system.

The dissertation is presented for a candidate of Technical Sciences on speciality 05.20.01 - Farm Mechanization. The Lugansk Agricultural Institute, Lugansk, 1996.

Nine scientific papers and two author certificates containing theoretical and experimental investigations of granular mineral fertilization technological process are defended. According to the research made a constructive technological scheme and operating condition of the air metering impulse system built on the basis of stream technique elements are substantiated.

The results of the research are used by projecting design offices while developing perspective structures of air metering devices.

Ключові слова:

гранульовані мінеральні добрива, норма внесення, струменевий дозатор, пневмоімпульсна дозуюча система, швидкість повітряного струменя, швидкість часток добрив, тиск живлення.

Подписано к печати 19.11.96г

Формат 60x84 1/16 Объем в физ.п.л.-1,25

Заказ: 162

Тираж-100

г. Луганск Печ.цех ЛСХИ

437578

**AB 36.392**