

МІНІСТЕРСТВО СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА І ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ  
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

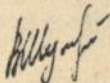
ШУМЕЙКО Володимир Михайлович

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ І РЕЖИМІВ  
РОБОТИ ПНЕВМАТИЧНОЇ ВИСІВНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ВИСІВУ НАСІННЯ  
ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ І КУКУРУДЗИ

Спеціальність 05.20.01 – механізація сільськогосподарського  
виробництва

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

дисертації на здобуття вченого ступеня кандидата  
технічних наук



Київ - 1993

Робота виконана на кафедрі сільськогосподарських машин  
Українського державного аграрного університету.

Науковий керівник – академік УААН, доктор технічних наук,  
професор ПОГОРІЛИЙ Л.В.

Офіційні опоненти – доктор сільськогосподарських наук,  
професор В.С. Глуховський  
кандидат технічних наук, старший науковий співробітник  
М.О. Кривошея

Провідне підприємство – НВО по ґрунтообробній та посівній  
техніці "Лан", м. Кіровоград

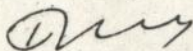
Захист дисертації відбудеться "24" грудня 1993 р.  
в 1430 годин на засіданні Спеціалізованої ради К І20.71.04  
в Українському державному аграрному університеті за адресою:  
25204І, Київ-4І, вул. Героїв оборони, І3, УДАУ, 7 учбовий  
корпус, аудиторія №27.

Просимо прийняти участь у роботі Ради, або надіслати від-  
гук на автореферат в 2-х екземплярах, які завірені печаткою, за  
адресою: 25204І, Київ-4І, вул. Героїв оборони, І5, сектор захи-  
сту дисертацій.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці університету.

Автореферат розісланий "22" листопада 1993 року.

Вчений секретар  
Спеціалізованої ради,  
доцент к.т.н.



Гречкосій В.Д.

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00802287 (R)

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Якісний висів насіння просапних сільськогосподарських культур являється визначальним фактором для отримання високих врожаїв. Вітчизняні та зарубіжні конструкції висівних систем для точного висіву насіння просапних культур недостатньо повно задовольняють одразу всьому комплексу основних агротехнічних вимог: швидкості руху висівних агрегатів, універсальності висівних апаратів, якості розподілу насіння вздовж рядка.

Результати польових дослідів сівалок вітчизняних та ведучих зарубіжних фірм показують, що на практиці при господарських посівах робоча швидкість кукурудзяних сівалок не перевищує 6-8 км/год, а бурякових - 4-7 км/год.

Недостатньо високі робочі швидкості при висіві просапних культур обумовлені використанням на сівалках низькошвидкісних висівних апаратів, конструкція яких не дозволяє проводити якісний відбір насіння висівними комітками на підвищених швидкостях, і ненадійною фіксацією насіння на дні борозни після висіву, що вимагає зниження швидкості руху висівного агрегата для зменшення перерозподілу насіння по борозні вздовж рядка.

В зв'язку з цим розробка і дослідження принципово нових пневматичних висівних систем, включаючи пневматичний висівний апарат, пневмонасіннепровід, загортач, як єдину технологічну систему для виконання операції висіву, являється актуальною науково-технічною задачею.

Ціль роботи - збільшення робочої швидкості висівного агрегата і підвищення якості розподілу насіння вздовж рядка при точному висіві просапних культур шляхом створення принципово нової універсальної пневматичної висівної системи.

Об'єкт досліджень. Пневматична висівна система, що складається з пневматичного висівного апарата, пневмонасіннепровода, загортача.

Наукова новизна і практичне значення роботи. В результаті теоретичних і експериментальних досліджень створена пневматична висівна система, що працює на підвищеному тиску повітря і дозволяє якісно виконувати технологічний процес точного швидкісного висіву насіння основних просапних культур: кукурудзи і цукрових буряків. Розроблена методика визначення аеродинамічних властивостей насіння в стиснених умовах. Створена математична модель і алгоритм розрахунку направляючої кривої пневмонасіннепровода в вигляді кривої найшвидшого переміщення – брахістохрони.

Новизна технічних рішень, використаних в дисертації підтверджується авторськими свідоцтвами № І344268, І402277, І4369ІІ, І464934, І4755І3, І477279, І5І9547.

Випробування створеної пневматичної системи в КСП "Україна" Кіровоградського району Кіровоградської області та ґрунтовому каналі УкрЦВТ в 1992 р. підтвердили ефективність розробленої висівної системи. Результати теоретичних та експериментальних досліджень передані в НВО "Лан" /м. Кіровоград/ і використовуються при розробці нових пневматичних сівалок. Розроблена лабораторна установка для дослідження розподілу висівного насіння вздовж рядка використовується для проведення науково-дослідних робіт на кафедрі сільськогосподарських машин Кіровоградського інституту сільськогосподарського машинобудування.

На захист виноситься. 1. Обґрунтування основних конструктивних і технологічних параметрів пневматичного висівного апарата надлишкового тиску методом планування експериментів і теоретичними розробками. 2. Методика розрахунку параметрів направляючої кривої пневмонасіннепровода в вигляді кривої найшвидшого переміщення



– брахістохрони, використання якої дозволяє покращити якість розподілу насіння вздовж рядка. 3. Методика визначення аеродинамічних властивостей насіння в стиснених умовах, використання якої дозволяє більш точно виконувати розрахунки параметрів пневмонасіннеспровада. 4. Обґрунтування використання робочих органів для загортання насіння в борозні в вигляді плоских загортачів екранного типу, що дозволило покращити якість загортання насіння в борозні.

Апробація роботи. Основні матеріали дисертаційної роботи доповідались на науково-технічних конференціях КІСМУ, УДАУ, на Республіканських науково-технічних конференціях "Проблеми конструювання і технології виробництва сільськогосподарських машин" /м. Кіровоград, 1986 р./, "Пляхи розвитку механізації виробництва зерна в Українській РСР" /с. Глеваха, 1988 р./.

Публікації. По темі дисертації опубліковано 16 робіт, включаючи 7 авторських свідощів.

Структура і об'єм роботи. Дисертація складається з вступу, п'яти розділів, загальних висновків і рекомендацій, списку літератури і додатків. Робота викладена на 198 сторінках, включає 45 рисунків, 19 таблиць, додатки на 19 сторінках. Список літератури включає 108 робіт.

## ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовується необхідність підвищення загального технічного рівня сільськогосподарських машин, створення принципово нових пневматичних висівних систем для універсальних високопродуктивних сівалок.

В розділі I, "Сучасний стан питання, мета і задачі досліджень" приведений аналіз агротехнічної ефективності точного висіву

пшеничних буряків і кукурудзи; аналіз конструктивних рішень та результатів досліджень основних елементів технологічного процесу висіву пневматичними висівними системами.

Наукові основи точного пневматичного висіву викладені в фундаментальних працях В.І.Олександрова, Б.І.Журавльова, Л.С.Зеніна, Г.М.Бузенкова, С.А.Ма, В.П.Чіркiна, В.С.Басiна та інших дослідників. Цими дослідженнями охоплюється широке коло питань, зв'язаних з роботою пневматичних висівних апаратів. При цьому питанню створення ефективного технологічного ланцюга висіву насіння, починаючи з висівного апарата і закінчуючи загортанням його на дні борозни, приділялось недостатньо уваги. На основі результатів проведеного аналізу показано, що для виконання точного висіву на підвищених швидкостях необхідно: забезпечити якісний однозерновий відбір висівним апаратом на швидкостях, збільшених проти існуючих, а це можливо при створенні потоку насіння попутного руху комірок висівного диска; забезпечити транспортування насіння від висівних комірок до борозни з мінімальним порушенням рівномірності початкового потоку насіння, створеного висівним апаратом, що можливо при використанні потоку повітря в насіннепроводі, як допоміжного транспортуючого елемента; забезпечити якісну фіксацію і заробку насіння в борозні, яка можлива при викиданні насіння з пневмонасіннепровода з горизонтальною складовою швидкості, рівною швидкості сівалки і протилежно їй направленою, а також з використанням загортачів екранного типу, які дозволять виконувати якісне загортання насіння в борозні.

Основною створення висівної системи якісно нового рівня є висівний апарат. В залежності від його можливостей розробляються послідовні технологічні операції процесу висіву.

В основу розробленої системи покладений пневматичний висівний апарат, конструктивні основи якого заклали своїми розробками

А.В.Ліккєй та П.В.Сисолін. Апарат працює на надлишковому тиску повітря, в якому за рахунок струменів повітря відбувається циркуляція потоку насіння співнаправлена з рухом обертання диска з висівними комірками.

Апарат /рис. I/ працює слідуєчим чином. Насіння з зони передкамерної порожнини I2 через вікно I6 поступає в нижню частину насінневої камери II, де підхоплюється повітряним потоком, що утворюється рухом струменів повітря з пневмокамер 6, 7, 9 через тангенціально розміщені канали, і транспортується по каналу насінневої камери в верхню її частину. Частина насіння через відкриту ділянку камери II за рахунок відцентрових сил, діючих на насіння при криволінійному русі, та надлишкового тиску повітря в камері II, заповнює комірки 3 обертального диска 2, а остання частина насіння і повітряний потік направляються в передню частину I2 передкамерної порожнини. Із передкамерної порожнини через задню її частину I3 повітряний потік виходить через вікно I5 в атмосферу, а насіння, опускаючись вниз, знову поступає через вікно I6 в насінневу камеру II, створюючи тим самим циркуляцію насіння в апараті з відбором його комірками висівного диска.

По мірі зменшення насіння, що поступає з порожнини I2 вона поповнюється з бункера I. Насіння, що заповнило комірки 3, транспортується диском 2 і попадаючи під дію повітряного струменя, діючого з пневмокамери I0 через щільове сопло I4, в якому для поліпшення видалення зайвих насінин, щільно розміщених в комірках, встановлені поперечні перегородки, що дозволяють розділити загальний потік повітря на кілька струменів. При цьому за рахунок пульсуючої дії струменів повітря на насіння, що рухається в комірках висівного диска, насіння здійснює коливальні рухи, що спричиняє видаленню зайвих насінин, які видуваються в передкамерну по-

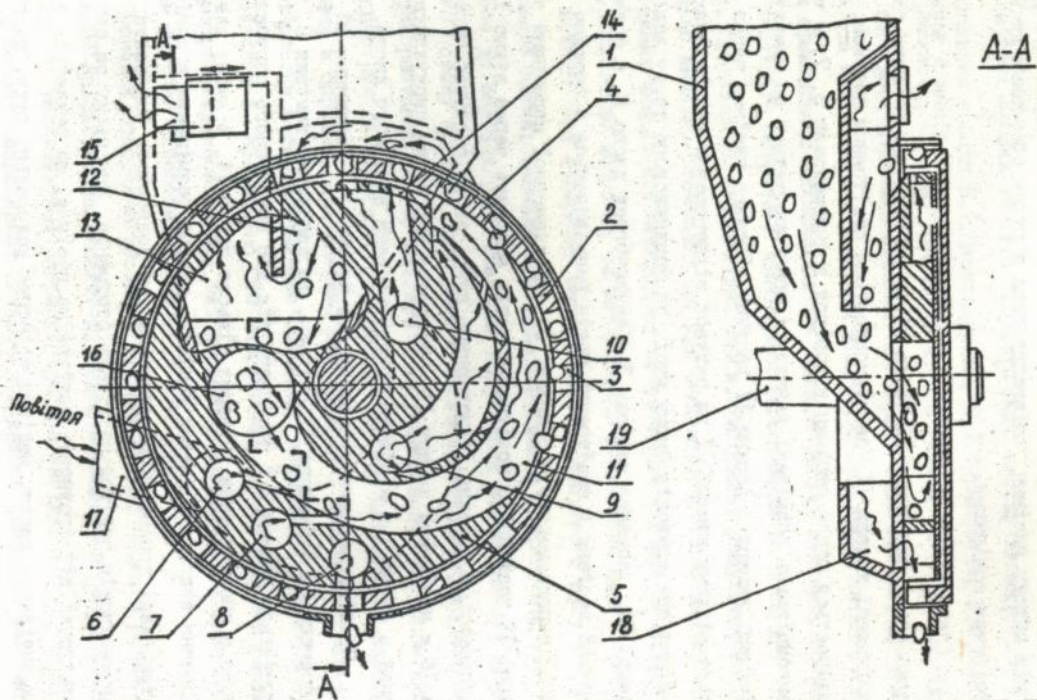


Рис. 1. Пневматичний висівний апарат надлишкового тиску з циркулюючим потоком насіння

рожнину 12 і в комірках залишається тільки одна насінина, яка притискується до отвору, створеному в вигляді зазора між зовнішньою поверхнею диска 2 і охоплючим висівний диск обручем 4.

Для забезпечення необхідного статичного тиску повітря в порожнині 12 і регулювання режиму видалення зайвих насінин з комірок в момент дії сопла 14 при висіві різних видів насіння в передній передкамерній порожнині 12, яка має зв'язок з задньою передкамерною порожниною 13, регулюється тиск повітря за рахунок зміни величини відкриття вікна 15.

Насіння, що залишилось в комірках транспортується диском 2, підтримуване від випадання з однієї сторони обручем 4, а з другої сторони циліндричною і торцевою поверхнею корпусу 5. При співпаданні висівних комірок з повітряним каналом пневмокамери 8, повітряний потік, поступаючий через канал із камери 8, викидає насіння в пневмонасіннепровід, який направляє їх в борозну.

Потік повітря подається в основну пневмокамеру апарата 18 через патрубок 17. Висівний диск 2 встановлений на привідному валу 19.

Питання підбору вентилятора і пневмотрубопроводів досліджене науковцями достатньо широко і в даній роботі не розглядається.

На основі проведеного аналізу визначена мета даної роботи - обґрунтування конструктивних і технологічних параметрів пневматичного висівного апарату надлишкового тиску з циркулюючим потоком насіння, пневмонасіннепровода і загортаючого насіння в борозні робочого органа, що є зв'язаними між собою складовими частинами пневматичної висівної системи для точного висіву просапних культур, що забезпечує підвищення якості розподілу насіння вздовж рядка і збільшення робочої швидкості висіву.

Для досягнення вказаної мети необхідно вирішити такі задачі:

1. Розробить теоретично і обґрунтувати експериментально основні конструктивні параметри пневматичного висівного апарата надлишкового тиску з циркулюючим потоком насіння: форму і розміри комірок висівного диска, параметри пневматичних сопел для видалення зайвого насіння з комірок і викидання насіння з комірок в пневмонасіннепровід. Визначити оптимальні технологічні режими роботи висівного апарата.

2. Провести теоретичні дослідження руху насіння в пневмонасіннепроводі і на їх основі розробити математичну модель і методи розрахунку оптимальних параметрів направляючої кривої.

3. Обґрунтувати і розробити оптимальні параметри загортача для фіксації і якісного загортання насіння в борозні.

4. Провести комплексне дослідження якості роботи і оцінити економічну ефективність пневматичної висівної системи при висіві насіння цукрових буряків і кукурудзи.

В розділі 2, "Теоретичні дослідження процесу висіву і обґрунтування основних конструктивних параметрів пневматичної висівної системи", виходячи з геометричних розмірів висівного насіння кукурудзи і цукрових буряків, розроблені технологічні розміри висівних комірок апарата. Доведено, що зазор між висівним диском і охоплюючим кільцем не повинен перевищувати 1 мм при висіві цукрових буряків і 2 мм при висіві кукурудзи. Оптимальну кількість перегородок щільового сопла для видалення зайвих насіння з комірок необхідно визначити експериментальним шляхом.

Для обґрунтування виду направляючої кривої пневмонасіннепровода була використана відома формула для визначення дисперсії інтервалів між насінинами вздовж рядка:

$$D(L) = v^2 [D(\tau) + 2D(T)], \quad /1/$$

де  $D(L)$  - дисперсія функції випадкових величин - інтервалів між насінинами вздовж рядка;  $D(T_0)$  - дисперсія проміжків часу між викиданням насіння висівним апаратом в пневмонасіннепровід;  $D(T)$  - дисперсія часу руху насінин від від висівного диска до дна борозни;  $v$  - швидкість руху висівного агрегата. При цьому  $T_0, T, v$  - випадкові величини, а  $v$  прямо не залежить від якості роботи висівної системи і її можна прийняти постійною.

Тоді є очевидним, що зменшення дисперсії інтервалів  $D(L)$  можна досягти, стабілізувавши точку викидання насіння з комірок висівного диска, тобто  $T_0 \rightarrow const$  і стабілізувати час руху  $T$  насінин від висівної комірки до дна борозни, або зменшити час проходження цього шляху насінням, що приведе за собою і числове зменшення  $D(T)$ . Враховуючи, що на рух насінин в пневмонасіннепроводі впливають об'єктивні фактори: різна геометрична форма та аеродинамічні властивості насіння, то для зменшення  $D(T)$  необхідно зменшувати час їх руху в пневмонасіннепроводі. В цьому випадку доцільно в якості направляючої кривої використати криву найшвидшого переміщення - брахістохрону. Вся траєкторія руху насіння по направляючій кривій пневмонасіннепровода була розділена на дві частини /рис. 2/: вільний рух насіння від т. О до т. В і рух по направляючій кривій від т. В до т. С. При цьому ставилась умова, що горизонтальна складова швидкості насіння в т. С повинна бути рівна швидкості сівалки  $v_c$  і протилежно їй направлена. Бралась до уваги можливість мати різні значення кута  $\alpha_0$ , що визначає місце розміщення т. О і кута  $\varphi$  - напрямку дії пневмосопла на насінину.

Основні кінематичні характеристики руху насіння від т. О до т. В визначались по формулах

$$y = \frac{1}{2Kn} \cdot \ln |g + Kn (u_y - v_y)^2| - \frac{u_y}{\sqrt{Kn} \cdot g} \cdot \arctg [(u_y - v_y) \cdot \sqrt{\frac{Kn}{g}}] + C_1; \quad 12/$$

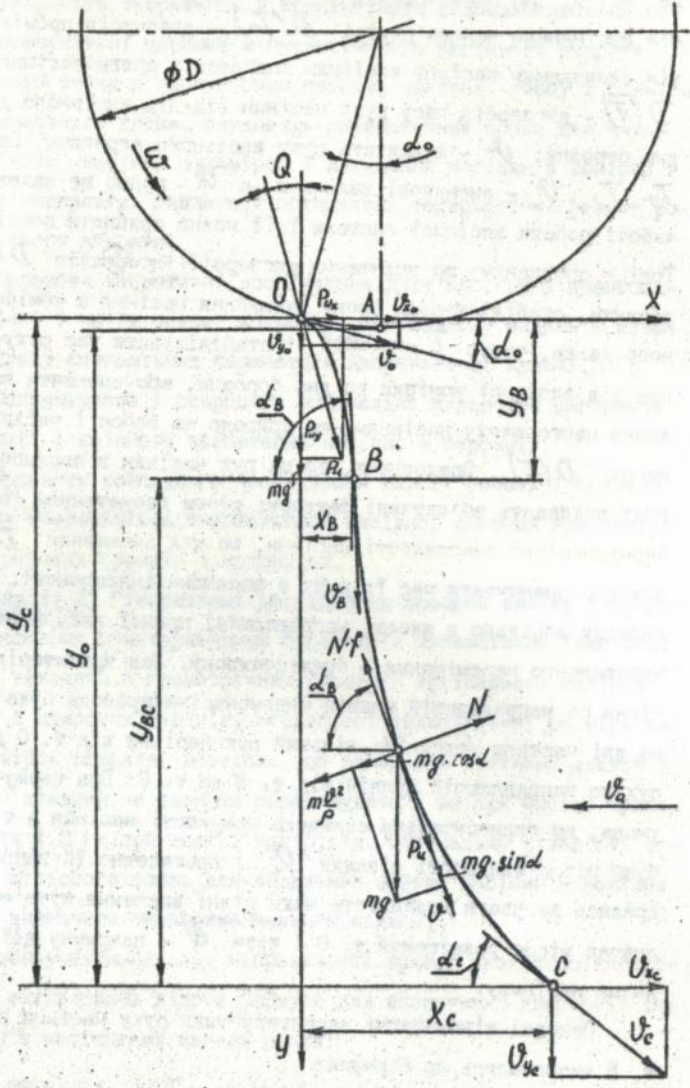


Рис. 2. До визначення параметрів направляючої кривої пневмонасіннепроводу

$$X = \frac{1}{2K_n} \cdot \ln |(\mathcal{U}_x - \mathcal{V}_x)^2| + \frac{\mathcal{U}_x}{K_n(\mathcal{U}_y - \mathcal{V}_x)} + C_2 ; \quad /3/$$

$$t = -\frac{1}{\sqrt{K_n \cdot g}} \cdot \operatorname{arctg} [(\mathcal{U}_y - \mathcal{V}_y) \cdot \sqrt{\frac{K_n}{g}}] + C_3 ; \quad /4/$$

$$\mathcal{V}_y = \mathcal{U}_y - \operatorname{tg} [(C_3 - t) \cdot \sqrt{K_n \cdot g}] \cdot \sqrt{\frac{g}{K_n}} ; \quad /5/$$

$$\mathcal{V}_x = \mathcal{U}_x - \frac{1}{K_n(t - C_4)} , \quad /6/$$

де  $C_1, C_2, C_3, C_4$  - постійні, які визначаються з початкових умов;  $\mathcal{U}$  - швидкість струменя повітря в пневмонасіннепроводі;  $K_n$  - коефіцієнт парусності насіння;  $\mathcal{V}$  - швидкість насіння.

На ділянці від т. В до т. С на насіння, крім сил тяжіння і дії струменів повітря, будуть діяти сила тертя і відцентрова сила. Використовуючи методи варіаційного числення, була розв'язана задача визначення кінематичних характеристик руху насіння від т. О до т. С та геометричних параметрів кривої. Основні формули наступні:

$$X' = \frac{(C_5 - \lambda g f) \cdot \mathcal{V} \cdot (\lambda' - 2\lambda f)}{H \cdot \frac{\partial H}{\partial \mathcal{V}}} ; \quad /7/$$

$$y' = \frac{(C_6 - \lambda g) \cdot \mathcal{V} \cdot (\lambda' - 2\lambda f)}{H \cdot \frac{\partial H}{\partial \mathcal{V}}} ; \quad /8/$$

$$\mathcal{V}^3(\lambda K_n) + \mathcal{V}^2(-2\lambda K_n \mathcal{U}) + \mathcal{V}(\lambda K_n \mathcal{U}^2 + H) - 1 = 0 \quad /9/$$

де  $\lambda$  - невизначений функціональний множник Лагранжа.

З початкових в т. В і кінцевих в т. С умов визначені постійні  $C_5$  і  $C_6$  :

$$C_5 = C_6 \cdot A + B ; \quad /10/$$

$$A = \frac{\cos \alpha \cdot K_n (U - V)^2 - f g}{g + \sin \alpha \cdot K_n (U - V)^2} ; \quad /II/$$

$$B = \frac{g (\cos \alpha + f \cdot \sin \alpha)}{V (g + \sin \alpha \cdot K_n (U - V)^2)} . \quad /I2/$$

Вирішення представлених аналітичних виразів можливе тільки числовим методом з використанням ЕОМ. Розроблений алгоритм розрахунків і складена програма дозволили встановити кінематичні параметри руху насіння в пневмонасіннепроводі. Визначено, що при русі по направляючій кривій – брахістохроні кінцева швидкість насіння вища і кут нахилу вектора швидкості до горизонту менший, ніж при русі без направляючої. Встановлено, що оптимальними параметрами для висівного апарата і пневмонасіннепровода є параметри  $\alpha_0 \approx 0^\circ$ ;  $\varphi \approx 0^\circ$ ;  $Y_B = 0,02$  м.

Для виконання техпроцесу загортання насіння в борозні після виходу з пневмонасіннепроводу використаний спосіб закриття борозни шляхом відбиття часток землі в борозну плоским загортачем в вигляді екрануючої площини. По розробленій схемі визначена лобова форма поверхні загортача.

В розділі 3, "Фізико-механічні властивості насіння. Програма і методика експериментальних досліджень" приведені результати визначення аеродинамічних властивостей насіння в стиснених умовах і динамічного коефіцієнту тертя; приведена загальна і розроблена методика досліджень, описані прилади і установки.

Для експериментального визначення швидкості витання насіння в стиснених умовах була використана ідея труби постійного перерізу з безперервною роздачею повітря. Була розроблена і виготовлена експериментальна установка. Проведені дослідження показали, що швид-

кість витання насіння в стиснених умовах суттєво нижча, ніж у вільних.

В якості об'єкта дослідження використовувався виготовлений макет висівного апарата надлишкового тиску з циркулюючим потоком насіння, змінні елементи апарата для висіву кукурудзи і буряків, пневмонасіннепроводи з формою пневмоканалу для вільного руху насіння і руху по брахістохроні. При проведенні досліджень змінними параметрами були: тиск повітря, що подається на висівний апарат  $P_a$ ; швидкість руху насінневих комірок висівного диска  $U_k$ ; тиск повітря в передкамерній порожнині  $P_n$ ; кількість перегородок сопла для видалення зайвих насінин з висівних комірок  $N_n$ .

Для досліджень використовувалась спеціально розроблена лабораторна установка з липкою стрічкою. Швидкість стрічки приймалась  $U_c = 2,36$  м/с.

Для виміру тиску повітря використовувалась трубка Піто, водяний манометр і спиртовий мікроманометр ММП-200.

Критеріями оцінки роботи висівного апарата були прийняті коефіцієнти двійників  $K_{дв}$  і пропусків  $K_{пр}$ . Основним приймався  $K_{пр}$ , а  $K_{дв}$  приймався як обмежувальний з граничним його значенням 5 %.

Для проведення оптимізації конструктивних і технологічних параметрів висівного апарата методом планування експериментів використовувався план Бокса  $B_4$ .

Для побудови інтерполяційних моделей об'єкта дослідження використовувався поліном другої степені:

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i X_i + \sum_{i < j} b_{ij} X_i X_j + \sum_{i=1}^k b_{ii} X_i^2, \quad /13/$$

Якість розподілу насіння вздовж рядка визначали загальноприйнятими статистичними показниками: коефіцієнтом варіації, середнім арифметичним значенням інтервалів між насінинами в рядку.

середньоквадратичним відхиленням, кількістю насінин, розмінених в рядку з середнім інтервалом між ними з заданим відхиленням.

В розділі 4, "Результати експериментальних досліджень" представлені підсумки досліджень і їх аналіз.

На основі метода планування експериментів були проведені експериментальні дослідження і складені рівняння регресії, що характеризують заповнюваність насінням комірок висівного диска:

- висів кукурудзи

$$\begin{aligned}
 Y_{gb} &= 6,535 - 3,862 X_1 + 4,061 X_2 - 4,465 X_3 - 5,112 X_4 - \\
 &- 0,0038 X_1 X_2 + 0,883 X_1 X_3 + 2,671 X_1 X_4 - 2,534 X_2 X_3 - \\
 &- 0,667 X_2 X_4 - 0,404 X_3 X_4 + 1,77 X_1^2 + 0,927 X_2^2 + \\
 &+ 4,768 X_3^2 - 0,992 X_4^2 ;
 \end{aligned}
 \quad /14/$$

$$\begin{aligned}
 Y_{np} &= 3,938 - 2,431 X_1 + 2,757 X_2 - 3,487 X_3 - 1,751 X_4 + \\
 &+ 0,189 X_1 X_2 + 0,603 X_1 X_3 + 0,325 X_1 X_4 - 1,173 X_2 X_3 - \\
 &- 0,227 X_2 X_4 - 0,487 X_3 X_4 + 1,748 X_1^2 - 1,128 X_2^2 + \\
 &+ 3,014 X_3^2 - 0,401 X_4^2 ,
 \end{aligned}
 \quad /15/$$

- висів недражованого насіння цукрових буряків фракції 4,5...5,5 мм

$$\begin{aligned}
 Y_{gb}^k &= 2,263 + 0,811 X_1 - 1,029 X_2 + 1,053 X_3 + 0,198 X_4 + \\
 &+ 1,044 X_1 X_2 - 1,296 X_1 X_3 + 0,191 X_1 X_4 - 0,029 X_2 X_3 - \\
 &- 0,031 X_2 X_4 - 0,146 X_3 X_4 + 1,997 X_1^2 - 1,293 X_2^2 + \\
 &+ 1,066 X_3^2 - 0,023 X_4^2 ;
 \end{aligned}
 \quad /16/$$

$$\begin{aligned}
 Y_{np}^k &= 4,232 + 0,07 X_1 + 0,271 X_2 - 0,0196 X_3 + 0,024 X_4 - \\
 &- 0,206 X_1 X_2 + 0,042 X_1 X_3 - 0,107 X_1 X_4 - 0,016 X_2 X_3 + \\
 &+ 0,035 X_2 X_4 - 0,068 X_3 X_4 - 0,64 X_1^2 - 0,407 X_2^2 + \\
 &+ 0,141 X_3^2 - 0,858 X_4^2 ,
 \end{aligned}
 \quad /17/$$

- висів недражованого насіння цукрових буряків фракції  
3,5...4,5 мм

$$\begin{aligned}
 Y_{98}^m = & 5,47 + 0,698 X_1 - 0,981 X_2 - 1,068 X_3 + 0,182 X_4 + \\
 & + 1,148 X_1 X_2 - 1,403 X_1 X_3 + 0,281 X_1 X_4 - 0,038 X_2 X_3 - \\
 & - 0,036 X_2 X_4 - 0,279 X_3 X_4 + 1,395 X_1^2 - 1,341 X_2^2 + \\
 & + 0,479 X_3^2 - 0,244 X_4^2 ;
 \end{aligned}
 \quad /18/$$

$$\begin{aligned}
 Y_{np}^m = & 5,971 + 0,377 X_1 + 0,079 X_2 + 0,239 X_3 + 0,023 X_4 - \\
 & - 0,077 X_1 X_2 - 0,122 X_1 X_3 - 0,166 X_1 X_4 + 0,055 X_2 X_3 - \\
 & - 0,053 X_2 X_4 - 0,024 X_3 X_4 - 0,354 X_1^2 - 0,861 X_2^2 + \\
 & + 0,412 X_3^2 - 1,174 X_4^2 ,
 \end{aligned}
 \quad /19/$$

де  $X_1, X_2, X_3, X_4$  - кодовані значення факторів відповідно  
 $P_a, U_k, P_n, N_n$ .

Насіння дражованих цукрових буряків, через її правильну округлу форму та стійкості якісного заповнення комірок висівного диску на різних технологічних режимах, в якості посівного матеріалу для отримання статистичних математичних моделей процесу висіву не використовувалось.

Проводилась оптимізація отриманих рівнянь і визначались оптимальні значення параметрів по кожному з критеріїв  $K_{np}$  і  $K_{98}$ , що дозволило прийняти значення факторів, близьких до оптимальних при подальшому аналізі чотирьохмірних поверхностей відгуку методом двомірних перерізів. Доцільність проведення дослідження двомірних перерізів обумовлена наявністю двох факторів оцінки роботи висівного апарата, і тому вибір оптимальних конструктивних і технологічних параметрів виконувався у взаємозв'язку між  $K_{np}$  і  $K_{98}$ .

Дослідження потоку повітря, що проходить через висівні комірки в момент викидання насіння в пневмонасіннепровід показали,

що повітряне сопло доцільно розмішувати радіально по відношенню до висівних комірок, а викидне вікно по вертикальній осі висівного диска. Швидкість потоку повітря в пневмонасіннепроводі для розрахунків можна прийняти при висіві кукурудзи 40 м/с, для буряків 35 м/с.

Лабораторні та лабораторно-польові дослідження пневматичної висівної системи проводились згідно ГОСТ 70.5.I-82 "Машини посівні. Програма і методика випробувань".

Висів насіння кукурудзи на липку стрічку показав, що кількість насіння, розміщеного в заданому інтервалі висіву, знаходиться в межах 25,94...33,29 %, що значно гірше, ніж вимагають АТВ, хоч коефіцієнт варіації має хороший показник 28,14...35,82%. Також підвищена пошкоджуваність насіння - 1,34...0,38 %. В основному якість розподілу насіння кукурудзи вздовж рядка відповідає показникам лабораторних випробувань сівалки СУПН-8А.

Висів недражованого насіння цукрових буряків показав високу якість розподілу насіння вздовж рядка по коефіцієнту варіації 18,57...26,31 % для фракції 3,5...4,5 мм і 17,04...25,18 % для фракції 4,5...5,5 мм. Пошкодження насіння малої фракції дещо вище, ніж крупної, але в основному знаходиться в допустимих межах 1,16...0,29 %.

Показники висіву дражованого насіння цукрових буряків значно перевищують показники недражованого і знаходяться в межах 11,34...23,73 % по коефіцієнту варіації. Пошкодження насіння незначне - 0,15...0,08 %, а пошкодження поверхневої оболонки 2,31...0,48 %, що задовольняє агротехнічні вимоги.

Оскільки дражоване насіння має правильну кулевидну форму і в комірку для крупної фракції висівного диска поміститься тільки одна насінина малої фракції, то були проведені досліді по виявленні можливості висівання дражованого насіння малої фракції висівним

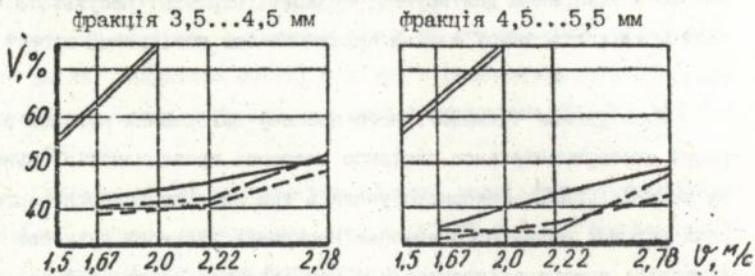
диском з комірками для крупної фракції. Отримані результати показали можливість такої заміни практично без погіршення якості висіву.

Дослідження технологічного процесу загортання насіння в борозну експериментальною висівною системою проводились в ґрунтового каналі УкрЦВТ. Використовувались три види транспортно-загортаючих робочих органів: пневмонасіннепровід вільного руху без загортачів; пневмонасіннепровід з направляючою кривою без загортачів і пневмонасіннепровід з направляючою кривою з екранним загортачем. Результати досліджень показали, що найкращі показники рівномірності розподілу насіння вздовж рядка в борозні отримані при використанні пневмонасіннепроводу з направляючою кривою в вигляді брахістохрони і екранним загортачем /рис. 2, 4/. Наприклад, при швидкості 2,22 м/с на висіві кукурудзи і нормі висіву 4,67 шт/м були отримані значення коефіцієнта варіації  $V = 32,12 \%$ , а невикористання екранного загортача при цьому знижувало коефіцієнт варіації до  $V = 33,75 \%$ , використання до того ж пневмонасіннепроводу вільного руху насіння знижувало якість висіву до  $V = 39,43 \%$ . Аналогічна картина спостерігається і при інших нормах і швидкостях висіву, а також при висіві цукрових буряків.

Процент насіння кукурудзи, що знаходиться в заданому інтервалі висіву  $\pm 10 \%$  у даної пневматичної висівної системи складає 29,23...65,97 % на різних нормах і швидкостях руху, а у сівалки СУПН-8А цей показник рівний 18,6...20,1 %. При збільшенні швидкості руху і норми висіву якість розподілу насіння вздовж рядка погіршується. Але при явних перевагах даної пневматичної висівної системи в порівнянні з висівом сівалкою СУПН-8, показники АТВ /90 %/ залишаються недосягнутими.

При висіві насіння цукрових буряків коефіцієнт варіації склав 34,31...61,97 % для недражованого насіння і 21,48...47,15 %

## Недражоване насіння



## Дражоване насіння

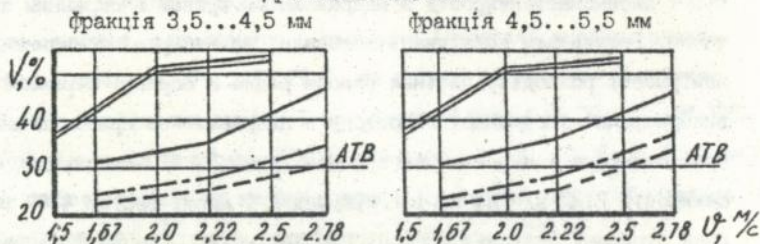


Рис. 3. Показники висіву пневматичною висівною системою насіння пукрових буряків. Норма висіву: — 18,2 шт/м; - - - - 12,6 шт/м; - · - · - 5,4 шт/м; ——— показники сівалки ССТ-12В при нормі 6,7 шт/м

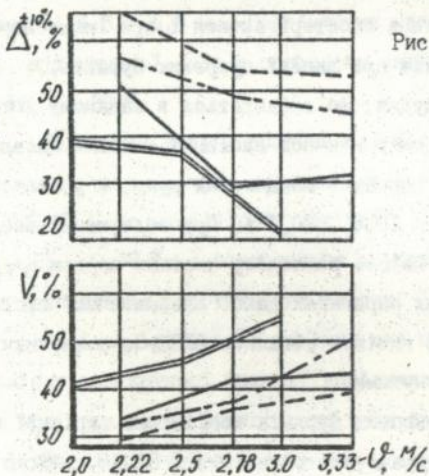


Рис. 4. Показники висіву пневматичною висівною системою при висіві кукурудзи. Норма висіву: — 9,7 шт/м; - - - - 4,67 шт/м; - · - · - 2,06 шт/м; ——— показники сівалки СМІП-8 при нормі 3,45 шт/м

для дражованого насіння, а показники сівалки ССТ-І2Б відповідно 57,6...74,9 % і 38,6...53,5 %, що значно гірше. Якість висіву дражованого насіння цукрових буряків на швидкостях руху до 2,22 м/с в основному знаходиться в межах агротехнічних вимог, показники висіву недражованого насіння дещо гірші, але вищі, ніж у сівалки ССТ-І2Б. З цього можна зробити висновок, що висів буряків пропонованою висівною системою на підвищених швидкостях має більш високу якість розподілу насіння вздовж рядка в порівнянні з сівалкою ССТ-І2Б.

В розділі 5, "Економічна оцінка використання пневматичної висівної системи" був визначений річний економічний ефект від експлуатації сівалки з розробленими пневматичними висівними системами на висіві цукрових буряків 467 тис.крб.; на висіві кукурудзи 363 тис.крб. в цінах на 4-й квартал 1992 р.

#### ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. В результаті узагальненого аналізу існуючих вітчизняних та зарубіжних сівалок була виявлена доцільність подальшого удосконалення конструкції пневматичної висівної системи для точного висіву насіння просапних культур, складовими частинами якої є: пневматичний висівний апарат надлишкового тиску з циркулюючим потоком насіння, який, на відміну від вакуумних апаратів, створює за рахунок струменів повітря потік насіння, співнаправлений з рухом висівних комірок, що створює передумови підвищення якості висіву; пневмонасіннепровід; загортаючий насіння в борозні робочий орган.

2. Теоретично і експериментально обґрунтовані основні конструктивні і технологічні параметри пневматичного висівного апарата надлишкового тиску з циркулюючим потоком насіння: визначені роз-

міри висівних комірок, пневмосопла для видалення зайвих насінин з комірок, пневмосопла для видування насіння з висівних комірок в пневмонасіннепровід, а також тиск повітря в передкамерній порожнині та зазори між висівними дисками і охоплюючими кільцями.

3. На основі проведених досліджень встановлено, що оптимальними є такі параметри для висіву насіння кукурудзи: тиск повітря, що подається на висівний апарат  $P_a = 4,85-5$  кПа, кружна швидкість руху комірок висівного диска  $U_x$  не повинна перевищувати  $0,55$  м/с, тиск повітря в передкамерній порожнині  $P_n = 150-162$  Па, кількість перегородок сопла для видалення зайвих насінин з висівних комірок  $N_n = 2$  шт; для висіву недражованого насіння цукрових буряків фракції  $3,5...4,5$  мм:  $P_a = 3,1-3,25$  кПа,  $U_x = 0,32-0,702$  м/с,  $P_n = 76-82$  Па,  $N_n = 2$  шт; для висіву недражованого насіння цукрових буряків фракції  $4,5...5,5$  мм:  $P_a = 3$  кПа,  $U_x = 0,21-0,703$  м/с,  $P_n = 58-75$  Па,  $N_n = 2$  шт.

4. Визначено, що для зменшення негативного впливу пневмонасіннепроводу на рівномірність висіву насіння вздовж рядка, необхідно максимально зменшити час руху насіння в пневмонасіннепроводі, що досягається виконанням направляючої кривої пневмонасіннепровода в вигляді кривої найшвидшого скочення – брахістохрони. На основі розрахунків на ЕОМ встановлено, що оптимальними для місця з'єднання висівного апарата і пневмонасіннепровода є параметри: кут відхилення висівного вікна від вертикалі  $\alpha_0 \approx 0^\circ$ ; кут відхилення вектора дії пневмосопла від вертикалі  $\varphi \approx 0^\circ$ ; відстань від точки викидання насіння в пневмонасіннепровід до місця початку направляючої кривої в вигляді брахістохрони  $U_B = 0,02$  м.

5. Обґрунтована теоретично і підтверджена експериментально нова форма поверхні загортача екранного типу для запортання висівного насіння в борозні, що забезпечує якісний розподіл насіння вздовж рядка.

6. Лабораторно-польові випробування розробленої пневматичної висівної системи показали високу якість висіву насіння цукрових буряків і кукурудзи на швидкості до 8 км/год. При цьому на висіві недражованого насіння цукрових буряків зниження коефіцієнта варіації було 10,3 %, а при висіві кукурудзи - 11,5 %, в порівнянні з новими вітчизняними сівалками СУПК-12 і СУПН-8А.

7. Очікуваний річний економічний ефект від експлуатації сівалки з розробленими пневматичними висівними системами за рахунок зниження експлуатаційних витрат складають в цінах 4-го кварталу 1992 р. 830 тис. крб. За рахунок покращення якості розподілу насіння вздовж рядка очікувана прибавка врожайності складає на коренях цукрових буряків 10,3 ц/га, на зерні кукурудзи 3,0 ц/га.

Основні положення дисертації опубліковані в наступних роботах:

1. Шмат С.И., Шумейко В.М. Совершенствование пневматического высевального аппарата // Конструирование и технология пр-ва с.-х. машин: Респ. межвед. науч.-техн. сб., 1986.- Вып. 16.- С. 9-11.

2. Сысолин П.В., Басин В.С., Шумейко В.М. Проблемы конструирования и технологии производства сельскохозяйственных машин // Тезисы докладов республиканской научно-технической конференции. - /28/30 октября 1986 г./ Кировоград, ИИСМ, 1986.- С. 14-15.

3. А.с. № 1344268 СССР. Устройство для лабораторного исследования семян в рядке /П.В.Сысолин, В.М.Шумейко, А.В.Ликкей, - 1987. - Бол. № 38.

4. А.с. № 1402277 СССР. Солоник пневматической сеялки /П.В. Сысолин, А.В.Ликкей, В.М.Шумейко и др., - 1988.- Бол. № 22.

5. А.с. № 1436911 СССР. Пневматический высевальный аппарат /В.М.Шумейко, С.И.Шмат, С.А.Мартыненко и др., - 1988.- Бол. № 42.

6. Лабораторная установка для исследования распределения семян в рядке /П.В.Сысолин, А.В.Лицкей, В.М.Шумейко и др.//Информ. листок о науч.-техн.достижении. № 88-02. Кировоградский ИТ ЦНТИ, 1988. - 4 с.

7. Сысолин П.В., Шумейко В.М., Хроликов В.М. Пути развития механизации производства зерна в Украинской ССР //Тезисы докладов республиканской научно-технической конференции /26-28 мая 1988 г./ Главаха: УНИИМЭСХ, 1988. - С. 54-55.

8. Шумейко В.М., Хроликов В.М. Исследование элементов выбросного сопла аппарата точного высева //Проблемы разработки и пр-ва с.-х. машин: Темат.сб.науч.тр.- К.: УМК ВО, 1988.- С. 26-30.

9. А.с. № I464934 СССР . Пневматический высевающий аппарат /В.М.Шумейко, М.Г.Кинкер, В.М.Лушников и др.,- 1989.- Бюл. № 10.

10. А.с. № I475513 СССР . Пневматический высевающий аппарат /П.В.Сысолин, В.М.Шумейко, В.С.Басин и др.,- 1989.- Бюл. № 16.

11. А.с. № I477279 СССР . Устройство для лабораторного исследования семян в рядке /П.В.Сысолин, В.М.Шумейко, В.М.Хроликов и др., - 1989. - Бюл. № 17.

12. А.с. № I519547 СССР . Пневматический высевающий аппарат /В.М.Шумейко, П.В.Сысолин, В.М.Хроликов и др.,- 1989.- Бюл. № 41.

13. Шумейко В.М., Хроликов В.М. Аналитическое определение скатной поверхности пневматического семяпровода //Проблемы разработки и пр-ва с.-х. машин: Тем.сб.науч.тр.-К.:УМК ВО,1990.-С.21-30.

14. Шумейко В.М., Хроликов В.М. Определение параметров пневмосемяпровода //Конструирование и технология пр-ва с.-х. машин: Респ.мехвед.науч.-техн.сб.- 1990.- Вып. 20. - С. 59-63.

15. Шумейко В.М., Лысенко В.Н., Оришко В.А. Пути повышения качества работы пневматических пропашных сеялок //Проблемы надежности и долговечности с.-х. машин: Сб.науч.тр.-К.:УМК ВО, 1992. - С. 6-11.

16. Пневматические септики: Конструирование и расчет /С.А.Мартыненко, Л.Г.Мещиленко, Л.В.Погорелый, Г.Я.Штильфус, В.М.Шумейко //Под общ. ред. акад. УААН Л.В.Погорелого. - К.: Техника, 1992. - 224 с.



163087

AB 28.670