

ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Заєць Максим Леонідович

УДК 631.33.02

**ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СОШНИКІВ ЗЕРНОВИХ
СІВАЛОК**

05.05.11 - Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Вінниця – 2009

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Житомирському національному агроекологічному університеті Міністерства аграрної політики України

- Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент
Романишин Олександр Юхимович,
Житомирський національний агроекологічний університет,
декан факультету механізації сільського господарства.
- Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор,
Гевко Богдан Матвійович,
Тернопільський державний технічний університет ім. І. Пулюя,
завідувач кафедри технології машинобудування,
Заслужений винахідник України.
- кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник
Білоткач Михайло Петрович,
ННЦ «ІМЕСГ» УААН,
завідувач лабораторії «Механізація вирощування просапних культур».

Захист відбудеться «27» травня 2009 р. о 12³⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К.05.854.02 у Вінницькому державному аграрному університеті за адресою: 21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3, модуль 4.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Вінницького державного аграрного університету за адресою: 21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3.

Автореферат розісланий «23» квітня 2009 року

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Одержання високих і стабільних врожаїв залишається актуальною задачею сільськогосподарського виробництва. При вирощуванні сільськогосподарських культур, зокрема і зернових, особливу увагу необхідно звертати на сівбу, тому що допущені огріхи при її виконанні неможливо виправити, а однією з основних характеристик сівби є рівномірність розподілу рослин за площею живлення.

В ідеальному випадку площа живлення рослини має форму кола, однак, у більшості способів сівби, форма площі живлення представлена витягнутим прямокутником. Така форма площі живлення призводить до недовикористання частини родючого ґрунту і загушення рослин, що знижує врожайність зернових культур. Найбільш раціональну площу живлення рослини одержують при підґрунтового-розкидного способі сівби.

Крім того, цей спосіб дозволяє поєднати передпосівний обробіток ґрунту з сівбою, що скорочує терміни виконання операції і дозволяє зменшити втрати ґрунтової вологи, кількість проходів агрегату по полю і знизити прямі експлуатаційні витрати. При підґрунтового-розкидного способі сівби рослини знаходяться в більш вигідних умовах, в порівнянні з іншими способами сівби, але і при цьому способі має місце нерівномірність розподілу рослин за площею живлення. Це пов'язано з тим, що застосовувані сошники для підґрунтового-розкидної сівби не в повній мірі відповідають агротехнічним вимогам до них. Одним з основних недоліків існуючих сошників для підґрунтового-розкидної сівби є недостатня дальність розсіву насіння за шириною захвату сошника, що призводить до збільшення ширини міжрядь, а відтак і незасіяної площі поля, що знижує рівномірність розподілу рослин. В зв'язку з цим, підвищення врожайності зернових культур за рахунок удосконалення технологічного процесу підґрунтового розподілу насіння є актуальною науково - технічною проблемою.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана у відповідності до комплексної програми “Національна програма розробки і виробництва технологічних комплексів машин і обладнання сільського господарства, харчової і переробної промисловості”, затвердженої Кабінетом Міністрів України від 07.03.1996р.; в межах теми “Розробка і впровадження екологічнобезпечних технічних засобів та методів експлуатації і ремонту техніки в умовах АПК України”, номер державної реєстрації №0108U001577 (коди тематичних рубрик 68.85.).

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є підвищення врожайності зернових колосових культур шляхом забезпечення нормальних умов живлення рослин за рахунок обґрунтування конструктивних параметрів сошників для підґрунтового-розкидних способів сівби.

Для досягнення мети в роботі поставлені такі задачі:

- провести аналіз і синтез відомих конструкцій розподільників насіння зернових культур, проаналізувати основні фактори, що впливають на рівномірність його розподілу при підґрунтовому розкиданні за шириною захвату сошника, вибрати раціональну конструкцію;

- теоретично обґрунтувати процес руху насінин по поверхні розподільника сошника і визначити його основні параметри;
- встановити аналітичні залежності, які описують процес рівномірності розподілу насінин в залежності від параметрів похилої ділянки комбінованого розподільника;
- розробити математичну модель руху насінин по поверхні комбінованого розподільника і визначити залежність швидкості його сходження і координати потрапляння на поверхню розподільника;
- на основі методу планування багатофакторних експериментів отримати емпіричну залежність визначення швидкості сходження насінин з криволінійної поверхні комбінованого розподільника в залежності від конструктивних його параметрів;
- провести комплекс експериментальних досліджень по вивченню впливу факторів на рівномірність розподілу насінин і на підставі цього обґрунтувати раціональні параметри розподільника сошника для підґрунтового-розкидної сівби;
- на основі багатофакторного експерименту вивести регресійні залежності для визначання коефіцієнта варіації відстані між насінинами в залежності від різних факторів;
- провести лабораторно-польові випробування запропонованих сошників, порівняти якісні показники експериментальних і серійних сошників для підґрунтового-розкидної сівби;
- розробити інженерну методику проектування розподільників сошників і дати економічну оцінку їх використання у виробництві.

Об'єкт досліджень - технологічний процес підґрунтового-розкидної сівби зернових культур.

Предмет досліджень - сошник для підґрунтового-розкидної сівби.

Методи досліджень. Теоретичні дослідження проведені із застосуванням методів механіко-математичного моделювання, теорії руху насінин по криволінійних поверхнях, вибору раціональних технічних рішень, числового розв'язку задач з використанням ПЕОМ. Апробацію розроблених алгоритмів, програм і методик здійснено методами комп'ютерного моделювання. Експериментальні дослідження проводились відповідно до галузевих стандартів за існуючими та запропонованими автором методиками на розроблених ним експериментальних установках. Статистичне опрацювання експериментальних даних проведено з використанням прикладних програм ПЕОМ.

Наукова новизна отриманих результатів.

На основі проведених теоретичних та експериментальних досліджень процесу підґрунтового-розкидної сівби зернових колосових культур:

- виведена система рівнянь (у параметричному виді), що описує рівномірність розподілу насінин в залежності від параметрів похилої ділянки комбінованого розподільника;
- вперше розроблена математична модель руху насінин по поверхні комбінованого розподільника і визначено залежності швидкості його сходження з криволінійної твірної розподільника і потрапляння на поверхню розподільника;
- вперше одержанні аналітичні залежності рівномірності розподілу насінин за шириною захвату сошника від ексцентриситету установки розподільника;

- на основі методу планування багатofакторних експериментів виведені рівняння регресії для визначення швидкості сходження насінин з криволінійної поверхні комбінованого розподільника в залежності від його конструктивних параметрів.

Практичне значення отриманих результатів.

- розроблено конкурентноздатний сошник для підгрунтово-розкидної сівби зернових культур комбінованим розподільником, який забезпечує рівномірний розподіл насінин за шириною захвату сошника;
- спроектовано та виготовлено лабораторну установку для дослідження конструктивних параметрів сошників і розроблено методику їх розрахунку;
- розроблено технологічні передумови проектування сошників для підгрунтово-розкидної сівби зернових культур;
- для підвищення врожайності зернових колосових культур запропоновано для сівби застосовувати сівалку обладнану сошниками для підгрунтово-розкидної сівби.

Отримані результати будуть використані СКБ ВАТ «Червона зірка» при проектуванні конструкцій перспективних машин для сівби зернових культур, результати досліджень впроваджені в СТОВ «Старокотельнянське» Андрушівського району Житомирської області, а також в навчальний процес підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр» за спеціальністю 6.091902 «Механізація сільського господарства» та використовуються для викладання дисциплін: «Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів», «Сільськогосподарські та меліоративні машини», «Машиновикористання в рослинництві» в Житомирському національному агроекологічному університеті. Новизну технічних рішень підтверджено патентом України на корисну модель.

Особистий внесок здобувача. Основні результати теоретичних досліджень дисертаційної роботи отримані автором самостійно [1, 2], а саме: проведено аналіз роботи робочих органів для підгрунтово-розкидної сівби; обґрунтовано раціональну форму робочої поверхні розподільника сошника. У працях, опублікованих у співавторстві [3-6] визначено основні конструктивні параметри сошника для підгрунтово-розкидної сівби; встановлено технологічні параметри його роботи; розроблено механіко-математичні моделі, які характеризують зміну швидкості руху насінин по поверхні комбінованого розподільника, що впливає на рівномірність їх розподілу, розроблено технічну документацію на нові робочі органи, методику для визначення конструктивно-технологічних параметрів сошників для підгрунтово-розкидної сівби; визначено техніко-економічні показники роботи посівної машини з сошниками для підгрунтово-розкидної сівби у порівнянні з серійним (СЗ-3,6А) знаряддям.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати наукових досліджень з теми дисертаційної роботи повідомлені і схвалені на: міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми та перспективи розвитку механізації агропромислового виробництва», (м. Полтава, 2006 р.); на міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні технології в АПК» (м. Луцьк, 2007 р.); міжнародній науково-технічній конференції ННЦ «ІМЕСГ» «Сучасні проблеми землеробської механіки» (VIII конференція) та «Технічний прогрес у сільськогосподарському виробництві» (XV конференція) (сmt. Глеваха, 2007 р.); міжнародній науково-технічній конференції ННЦ «ІМЕСГ» «Технічний прогрес у сільськогосподарському виробництві» (XVI конференція) (сmt. Глеваха, 2008 р.); на

міжнародній науково-технічній конференції «Аграрний форум – 2008», в Сумському національному аграрному університеті (м. Суми, 2008 р.); міжнародній науково-практичній конференції у Львівському національному аграрному університеті «Сучасні проблеми землеробської механіки (м. Дубляни, 2008 р.), на розширеному засіданні наукового семінару кафедри експлуатації машинно-тракторного парку та ремонту машин ВДАУ (м. Вінниця, 2008 р.)

Публікації. Результати дисертаційної роботи опубліковано в 7 наукових статтях, серед них 5 статей у фахових виданнях, 2 – у матеріалах наукових конференцій та отримано 1 патент на корисну модель.

Структура і обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти загальних розділів, загальних висновків, списку використаних джерел, що охоплює 114 назв і додатків. Дисертація викладена на 146 сторінках машинописного тексту, містить 11 таблиць, 2 рисунки, 4 додатки.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету і задачі, які розв'язуються в роботі, об'єкт, предмет, методи досліджень, висвітлено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів.

У першому розділі «**Стан питання, мета і задачі досліджень**» наведено огляд літератури, проведений патентний пошук за темою дослідження, аналіз способів та засобів сівби зернових культур, огляд конструкцій сошників для підґрунтового розкидного способу сівби, а також шляхів удосконалення технологічного процесу сівби, проаналізовано вплив параметрів розподільних пристроїв на рівномірність розподілу насіння за площею поля.

Основні положення процесів сівби сільськогосподарських культур опубліковані в працях Василенка П.М., Погорілого Л.В., Шевченка І.А., Морозова І.В., Сало В.М., Білодідова В.О., Сисоліна П.В., Гевко Б.М., Хоменка М.С., Зирянова В.А., Рудя А.В., Насонова В.А., Бузенкова Г.М., Грищенко В.Ф., Кірова А.А., Любушка Н.И., Гаврилюка Г.Р., Шведика М.С., Погорільця О.М., Решетила О.М., Хорунженка В.Е., Радугіна Н.П., Кропівного В.М., Чвартацького І.І., Мошенка І.О., Бодяна А.М., Смиловенка Д.А. та інших.

Встановлено, що рівномірність розподілу насіння зернових культур за площею поля залежить від багатьох факторів, зокрема від типу розподільника сошника, від його конструктивних параметрів, діаметру твірного кола розподільника, довжини похилої його ділянки і кута установки, ексцентриситету встановлення відносно осі насіннепроводу, які необхідно враховувати при проведенні досліджень процесу сівби підґрунтового-розкидним способом.

Аналіз способів і засобів сівби показав, що для зернових культур найбільш розповсюдженим є рядковий спосіб, при застосуванні якого рослини не забезпечуються раціональною площею живлення, що призводить до підвищеної конкурентності між ними і, відповідно, до зниження урожайності сільськогосподарських культур.

Обґрунтуванням конструктивних параметрів сошників для підґрунтового-розкидного способу сівби займалися Бахмутов В.А., Ковзалов В.І., Терьохін В.А., Пилипець М.І., Гевко Р.Б., Білоткач М.П., Дейкун В.А., Корсак С.Й., Гнілометов В.Г., Ногтіков А.А., Буянкін Н.І., Слесарєв В.Н., Динкелакер А., Степанюк О.М. та інші.

Основною проблемою для визначення конструктивних параметрів є вибір типу розподільника його геометричної форми та розташування в підсошниковому просторі.

На основі аналізу літературних джерел обрано тему дисертаційної роботи, визначено її актуальність, мету та задачі.

У другому розділі «**Теоретичні дослідження процесу розподілу насінин зернових культур сошником для підгрунтового-розкидної сівби**» на основі аналізу теоретичних досліджень запропонований аналітичний опис процесу руху насінин.

Для визначення конструктивних параметрів розподільника визначено швидкість руху насінини по його криволінійній поверхні, розрахункова схема якого представлена на (рис. 1).

Розглянуто рух насінини по брахистохроні, яка є твірною розподільника (рис. 1). Насінини надходить на криволінійну поверхню з початковою швидкістю V_0 . При русі по криволінійній поверхні на насінини діють наступні сили: вага, сила тертя, відцентрова сила і сила нормального тиску.

Проектуючи сили на нормаль і дотичну, система диференціальних рівнянь буде мати вигляд:

$$\begin{cases} m \cdot \frac{dV}{dt} = m \cdot g \cdot \sin \gamma - f \cdot N; \\ N = m \cdot \frac{V^2}{\rho(\varphi)} + m \cdot g \cdot \cos \gamma, \end{cases} \quad (1)$$

де m - маса насінини, кг;

V - швидкість руху насінини, м/с;

N - сила нормального тиску насінини, Н;

γ - кут нахилу дотичної до горизонту, радіан;

t - час руху насінини, с;

$\rho(\varphi)$ - радіус кривизни брахистохрони, в залежності від кута повороту твірного кола (φ), м.

Для розрахунку радіуса кривизни брахистохрони розглянуто розрахункову схему (рис. 2).

Загальне рішення рівняння:

$$V^2 = g \cdot d \cdot \left[\frac{\cos^2 \frac{\varphi}{2}}{f} + \frac{2 \cdot f \cdot \sin \varphi - \cos \varphi}{2 \cdot f \cdot (4 \cdot f^2 + 1)} - \frac{2 \cdot f \cdot \sin \varphi - \cos \varphi}{4 \cdot f^2 + 1} \right] + e^{-2 \cdot f \varphi} \cdot C, \quad (2)$$

де C - постійна інтегрування

Постійну інтегрування визначимо з початкових умов: при куті повороту твірного кола брахистохрони, що відповідає точці потрапляння насінини на криволінійну твірну розподільника $\varphi_0 = \pi$;

$$\varphi = \varphi_0 - \varphi_1, \quad V = V_0.$$

Підставивши значення постійної інтегрування C і значення кута φ у рівняння (2), провівши відповідні перетворення, одержимо формулу для визначення швидкості сходження насінини з криволінійної твірної розподільника:

$$V_{cx} = \sqrt{g \cdot d \cdot \left[\frac{\cos^2 \frac{\pi - \varphi_1}{2}}{f} + \frac{2 \cdot f \cdot \sin \varphi_1 + \cos \varphi_1}{2 \cdot f \cdot (4 \cdot f^2 + 1)} - \frac{2 \cdot f \cdot \sin \varphi_1 + \cos \varphi_1}{4 \cdot f^2 + 1} \right] + e^{2 \cdot f(2 \cdot \varphi_1 - \pi)} \left(V_0^2 - g \cdot d \cdot \left[\frac{\cos^2 \frac{\pi - \varphi_1}{2}}{f} + \frac{2 \cdot f \cdot \sin \varphi_1 - \cos \varphi_1}{2 \cdot f \cdot (4 \cdot f^2 + 1)} - \frac{2 \cdot f \cdot \sin \varphi_1 - \cos \varphi_1}{4 \cdot f^2 + 1} \right] \right)}, \quad (3)$$

де f - коефіцієнт тертя зернин по сталі;

V_0 - швидкість надходження насінини на криволінійну ділянку розподільника, м/с;

γ_0 - кут між вертикальною віссю і початковим напрямком швидкості V_0 , рад.;

g - прискорення вільного падіння, м/с²;

φ - кут повороту твірного кола, град.

При установці розподільника під кутом до горизонту, вираз (3) запишеться в такому вигляді:

$$V_{cx} = \sqrt{g \cdot \cos \alpha \cdot d \cdot \left[\frac{\cos^2 \frac{\pi - \varphi_1}{2}}{f} + \frac{2 \cdot f \cdot \sin \varphi_1 + \cos \varphi_1}{2 \cdot f \cdot (4 \cdot f^2 + 1)} - \frac{2 \cdot f \cdot \sin \varphi_1 + \cos \varphi_1}{4 \cdot f^2 + 1} \right] + e^{2 \cdot f(2 \cdot \varphi_1 - \pi)} \left(V_0^2 - g \cdot \cos \alpha \cdot d \cdot \left[\frac{\cos^2 \frac{\pi - \varphi_1}{2}}{f} + \frac{2 \cdot f \cdot \sin \varphi_1 - \cos \varphi_1}{2 \cdot f \cdot (4 \cdot f^2 + 1)} - \frac{2 \cdot f \cdot \sin \varphi_1 - \cos \varphi_1}{4 \cdot f^2 + 1} \right] \right)}. \quad (4)$$

Кут повороту твірного кола брахистохрони φ_1 визначиться за наступною формулою:

$$\varphi_1 = \arccos \left(1 - \frac{2 \cdot a}{d_H} \right), \quad (5)$$

де a - відстань від осі розподільника до точки потрапляння насінини, м (рис. 3);

d_H - діаметр направляча насінин, м.

Для аналізу залежності швидкості сходження від коефіцієнта тертя підставимо в рівняння (4) значення $f = 0,2 \dots 0,5$, при постійному значенні a і проведемо розрахунки. Залежність коефіцієнта тертя на швидкість сходження насінин представлено на (рис. 4). З отриманої залежності $V(f)$ можна зробити висновок, що

коефіцієнт тертя в незначній мірі (у межах зміни коефіцієнта тертя $f = (0,2...0,5)$, зміна швидкості складає 5,5...5,9 %) впливає на швидкість сходження насінин.

Основним фактором, що впливає на швидкість сходження, є діаметр твірного кола брахистохрони, раціональний діаметр якого i , відповідно, геометричний розмір самого розподільника визначають з погляду достатньої швидкості сходження насінин з криволінійної ділянки твірної розподільника.

Для визначення залежності швидкості руху від координати потрапляння насінини на криволінійну поверхню підставимо в залежність (5) значення $a = 0...0,02$ і проведемо розрахунки за залежністю (4).

За результатами розрахунків побудовано графічну залежність швидкості руху насінини від координати їх потрапляння на криволінійну поверхню розподільника $V(a)$ (рис. 5).

Найбільша швидкість сходження буде в тих насінин, що потрапляють на розподільник у крайній точці (E) проекції направляча (рис. 3), через те, що ці насінини будуть проходити меншу відстань по криволінійній поверхні і відповідно втрати кінетичної енергії на роботу сил тертя будуть менші. У цьому випадку кут φ_1 визначитися за наступною залежністю:

$$\varphi_1 = \arccos\left(1 - \frac{d_n}{d}\right), \quad (6)$$

де d_n - внутрішній діаметр направляча, м.

Таким чином, використовуючи отримані залежності (4, 5, 6) можна визначити швидкість руху насінин по криволінійній твірній в залежності від конструктивних параметрів (діаметра твірного кола, діаметра перетину вихідного направляча або насіннепроводу) розподільника і координати потрапляння насінини на криволінійну поверхню розподільника. Для підвищення дальності розподілу насінин за шириною захвату сошника, розподільник повинен використовуватися з похилою площиною, що є його основою.

На (рис. 5) зображено залежність швидкості руху насінини від координати потрапляння на криволінійну поверхню розподільника.

Раціональні геометричні розміри похилої ділянки розподільника можна визначити виходячи із визначення траєкторії руху насінини по ній.

Диференціальні рівняння руху насінини в проекціях на нормаль і дотичну до траєкторії мають такий вигляд :

$$\begin{cases} m \frac{dV}{dt} = mg \cdot \sin \alpha - fmg \cdot \cos \alpha ; \\ m \frac{V^2}{\rho} = mg \cdot \sin \alpha \cdot \cos \beta , \end{cases} \quad (7)$$

де, V - швидкість насінини на похилій ділянці в момент часу t , м/с;

α - кут установки похилої ділянки до горизонту, рад;

β - кут між напрямком руху насінини в момент часу t і віссю OX декартової системи координат, рад;

ρ - радіус кривизни траєкторії руху по похилій ділянці в момент часу t , м.

Провівши математичні перетворення отримано рівняння руху насінини по похилій ділянці розподільника:

$$\frac{dV}{V} = \operatorname{tg}\beta \cdot d\beta - f \cdot \operatorname{ctg}\alpha \frac{1}{\cos\beta} \cdot d\beta. \quad (8)$$

Отримане диференціальне рівняння є рівнянням з розділеними змінними, з якого швидкість переміщення насінини буде рівною:

$$V = \frac{C}{\cos\beta} \cdot \left[\frac{1 - \operatorname{tg}\frac{\beta}{2}}{1 + \operatorname{tg}\frac{\beta}{2}} \right]^{f \cdot \operatorname{ctg}\alpha}, \quad (9)$$

де C - довільна постійна.

Траєкторія руху насінини по похилій ділянці розподільника сошника може бути визначена за наступними залежностями:

$$\begin{cases} dx = V \cdot \cos\beta \cdot dt; \\ dy = V \cdot \sin\beta \cdot dt. \end{cases} \quad (10)$$

На основі проведених теоретичних досліджень виведено математичну модель руху насінини по похилій ділянці:

$$\left\{ \begin{aligned} & x = K \cdot \left[-\frac{2 \cdot V_{cx}^2}{g \cdot \sin\alpha \cdot \cos^2\beta_0} \times \right. \\ & \times \left(\frac{1}{2 \cdot f \cdot \operatorname{ctg}\alpha - 1} \cdot \left(\frac{1 - \operatorname{tg}\frac{\beta}{2}}{1 + \operatorname{tg}\frac{\beta}{2}} \right)^{2 \cdot f \cdot \operatorname{ctg}\alpha - 1} + \frac{1}{2 \cdot f \cdot \operatorname{ctg}\alpha + 1} \cdot \left(\frac{1 - \operatorname{tg}\frac{\beta}{2}}{1 + \operatorname{tg}\frac{\beta}{2}} \right)^{2 \cdot f \cdot \operatorname{ctg}\alpha + 1} \right) + \\ & \left. + \frac{2 \cdot V_{cx}^2}{g \cdot \sin\alpha} \cdot \left(\frac{1}{2 \cdot f \cdot \operatorname{ctg}\alpha - 1} + \frac{1}{2 \cdot f \cdot \operatorname{ctg}\alpha + 1} \right) + x_k \right] \\ & L_H = -\frac{V_{cx}^2}{g \cdot \sin\alpha \cdot \cos^2\beta_0} \times \\ & \times \left(\frac{1}{2 \cdot f \cdot \operatorname{ctg}\alpha - 2} \cdot \left(\frac{1 - \operatorname{tg}\frac{\beta}{2}}{1 + \operatorname{tg}\frac{\beta}{2}} \right)^{2 \cdot f \cdot \operatorname{ctg}\alpha - 2} - \frac{1}{2 \cdot f \cdot \operatorname{ctg}\alpha + 2} \cdot \left(\frac{1 - \operatorname{tg}\frac{\beta}{2}}{1 + \operatorname{tg}\frac{\beta}{2}} \right)^{2 \cdot f \cdot \operatorname{ctg}\alpha + 2} \right) + \\ & \left. + \frac{V_{cx}^2}{g \cdot \sin\alpha} \cdot \left(\frac{1}{2 \cdot f \cdot \operatorname{ctg}\alpha - 2} - \frac{1}{2 \cdot f \cdot \operatorname{ctg}\alpha + 2} \right) \pm y_1, \right\} \quad (11) \end{aligned}$$

де x_k - проекція криволінійної твірної розподільника на похилу площину (рис.7), м.;

y_1 - відстань від осьової лінії розподільника до проекції точки потрапляння насінини на похилу ділянку (рис.7), м ;

K - поправочний коефіцієнт, визначений експериментальним шляхом.

Задаючись довжиною похилої ділянки L_n , швидкістю надходження насінини V_{cx} , яка становить 1,36 м/с, кутом нахилу α і розв'язавши систему рівнянь (11) можна визначити дальність розсіву насінин X , відносно осі симетрії сошника. Проаналізувавши отримані вирази встановлено, що ширина смуги, яку засіває сошник, знаходиться в межах 95...100 мм при довжині похилої ділянки в межах 30...70 мм.

У третьому розділі «Програма і методика експериментальних досліджень» складено програму досліджень, наведено методики їх проведення, описано конструкції та принцип дії лабораторної та польової установок для дослідження сошника з експериментальним комбінованим розподільником насіння (рис. 8).

Програмою було передбачено виконати наступні експериментальні дослідження:

- швидкості руху насінини по криволінійній поверхні розподільника сошника;
- визначення оптимальних параметрів похилої ділянки розподільника насіння;
- залежності рівномірності розподілу насінин за шириною захвату сошника від основних параметрів розподільного пристрою і обґрунтування оптимальних параметрів комбінованого розподільника насіння сошника для підґрунтово-розкидного способу сівби зернових культур з використанням методики багатofакторного планування експерименту.

Розроблено методику проведення багатofакторного експерименту з визначення впливу різних факторів на швидкість сходження насінин з криволінійної поверхні сошника.

У всіх випадках проведення експериментальних досліджень повторність дослідів становила 3 рази. Отримані результати опрацьовувались з використанням методів математичної статистики.

У четвертому розділі «Результати експериментальних досліджень» наведено результати та аналіз визначених закономірностей розподілу насінин при підґрунтово-розкидному способі сівби зернових культур згідно з розробленою програмою.

Отримано основні показники параметрів, що впливають на рівномірність розподілу насінин, проведено аналіз результатів дослідження рівномірності розподілу насінин по поверхні поля. За результатами дослідження процесу підґрунтово-розкидної сівби зернових культур побудовані залежності швидкості сходження насінин (V_{cx}) від діаметра твірного кола (d) розподільника сошника (рис. 10).

Результатами досліджень встановлено, що при діаметрі твірного кола розподільника $d = 0,02$ м швидкість сходження насінин з розподільника вища ніж при діаметрах $d = 0,01; 0,015; 0,025; 0,03; 0,035; 0,04$ м. Це пояснюється тим, що насінини будуть проходити меншу відстань по криволінійній поверхні і відповідно втрати кінетичної енергії на роботу сил тертя будуть менші, а швидкість буде більшою.

Таким чином, для подальших досліджень приймаємо розподільник з твірною у вигляді брахистохрони з діаметром кола твірної $d = 0,02$ м тому що при такому діаметрі швидкість сходу насінини з криволінійної поверхні розподільника найбільша серед розподільників з $d = 0,01; 0,015; 0,025; 0,03; 0,035; 0,04$ м. При такому діаметрі твірного кола експериментальні значення з 95% точністю співпадають з

теоретичними значеннями швидкості сходження насінин. Геометричні розміри розподільника: висота 0,03 м, ширина (діаметр) основи 0,04 м.

У результаті проведених досліджень з визначення дальності розподілу насінин в залежності від довжини похилої ділянки були отримані дані, за якими побудовані графіки розподілу за шириною захвату сошника (рис. 12).

На основі аналізу отриманих залежностей можна зробити наступний висновок: зі збільшенням довжини похилої ділянки дальність розподілу насінин зростає за лінійною залежністю. При цьому розподільник, виконаний у виді комбінації дільника і похилої ділянки, здатний розподіляти насіння смугою шириною 100...200 мм. Найбільш рівномірно, за шириною захвату сошника, насінини розподіляться при довжині похилої ділянки 60...90 мм. Проведений аналіз отриманої залежності за t-критерієм, показує, що теоретична залежність (рис. 11) з 95% точністю описує процес розподілу насінин за шириною захвату сошника в залежності від довжини похилої ділянки.

Таким чином, для подальших експериментальних досліджень прийняли максимальну довжину похилої ділянки рівну $L_H = 60$ мм, тому що при такій її довжині, насінини розподіляються на достатню ширину і рівномірність їхнього розподілу становить 48,5 %. Подальше збільшення довжини похилої ділянки веде до збільшення геометричних розмірів комбінованого розподільника, що небажано з погляду компактності робочого органа.

Відповідно до розробленої методики експериментальних досліджень були реалізовані пошуковий багатофакторний експеримент ПФЕ 2⁴ і два двохфакторних експерименти. Повторність дослідів - триразова. При проведенні експериментів використовували насіння пшениці. У всіх експериментах над розподільником встановлювався щілинний направляч насіння.

При проведенні багатофакторного експерименту було досліджено рівномірність розподілу насінин пшениці; як критерій для оцінки був прийнятий коефіцієнт варіації відстані між насінинами ($V, \%$) при варіюванні таких факторів:

h - відстань від нижнього зрізу направляча до вершини розподільника, яка змінювалась в діапазоні від 0 до 10 мм;

ε - ексцентриситет установки розподільника щодо осі насіннепроводу, який змінювався в діапазоні (0,6...0,9 R) радіуса насіннепроводу ;

L_H - довжина похилої ділянки – від 30 до 100 мм ;

α - кут встановлення похилої ділянки до горизонту, який змінювався в діапазоні 15-30°.

Обробка результатів багатофакторного експерименту проводилась за допомогою програми MathCAD, що дозволила отримати рівняння регресії для визначення коефіцієнта варіації відстані між насінинами ($V, \%$):

$$V = 51,7 - 0,03 \cdot L_H + 12,432 \cdot \varepsilon - 0,159 \cdot L_H \cdot \varepsilon, \quad (12)$$

Перевірка за критерієм Фішера залежностей для першої моделі дисперсія неадекватності практично дорівнює нулю, модель адекватно описує характер впливу обраних факторів на параметр оптимізації. Гіпотеза адекватності для другої моделі також приймається, тому що розрахункове значення критерію $F = 0,64$ менше значення $F_{\text{табл.}} = 5,32$ при 5 %-ому рівні значимості, і, отже, отриманий аналітичний вираз з точністю 95 % описує характер впливу обраних факторів на параметр оптимізації.

Порівняльний аналіз поверхонь відгуку, побудованих на основі моделі (12), свідчить про те, що всі фактори мають суттєвий вплив на рівномірність розподілу насіння, про що свідчать відповідні коефіцієнти.

У п'ятому розділі «**Проектування і техніко-економічне обґрунтування сівалки для безрядкової сівби зернових культур**» проведено аналіз ефективності використання сівалок для безрядкової сівби зернових колосових культур, запропоновано нову конструкцію сошника для підґрунтового-розкидної сівби.

На підставі проведених лабораторно-польових випробувань і отриманих даних сівби насіння зернових культур, проведено розрахунок економічної ефективності і удосконаленого технологічного процесу із використанням сівалки для безрядкової сівби. Очікуваний річний економічний ефект становитиме 1235 грн. при нормативному річному завантаженні експериментальної сівалки рівною 130 годин.

ВИСНОВКИ

1. У дисертації наведено теоретичне узагальнення і нове технічне рішення наукової задачі, яка полягає у підвищенні рівномірності розподілу насіння зернових культур по площі поля сошником для підґрунтового-розкидної сівби з комбінованим розподільником, який виконаний у вигляді криволінійної призми та похилої ділянки. Розроблено принципово нову його схему, яка забезпечує більш рівномірний розподіл насіння за шириною захвату сошника, і на цій основі теоретично обґрунтовані технологічні, кінематичні і конструктивні параметри комбінованого розподільника. Вирішення проблеми підґрунтового-розкидної сівби та нерівномірного розподілу насіння порівняно з рядковою сівбою дозволить покращити технологічні, економічні та експлуатаційні показники сівалок.

2. Теоретичними дослідженнями вперше встановлені наступні аналітичні залежності:

- що описують рух насіння по поверхні комбінованого розподільника;
- величини швидкості сходу з криволінійної поверхні розподільника від діаметру твірного кола брахистохрони і координати потрапляння насіння на поверхню розподільника;
- дальності розподілу насіння по ширині смуги, що засівається, від параметрів похилої ділянки;
- рівномірності розподілу насіння за шириною захвату сошника від ексцентриситету встановлення розподільника;

3. Вперше розроблені математичні моделі руху насіння [7, 8] по поверхні комбінованого розподільника, в залежності від швидкості сходження насіння по криволінійній твірній розподільника, яка залежить від діаметра твірного кола і координати потрапляння насіння на поверхню розподільника і становить $V_{cx} = 1,24$ м/с; виведена система рівнянь (у параметричному виді) [11], що описує рівномірність розподілу насіння від параметрів похилої ділянки комбінованого розподільника; вперше одержанні аналітичні залежності рівномірності розподілу насіння за шириною захвату сошника від ексцентриситету установки розподільника.

4. Теоретично обґрунтовано величину ексцентриситету установки розподільника сошника $\varepsilon = (0,6...0,9)R$, з метою підвищення рівномірності розподілу насіння на основі комп'ютерних програм шляхом послідовної підстановки значення ε від $(0,2R...R)$ насіннепроводу. Обґрунтовано ширину захвату сошника, яка становить 95-100 мм, при підґрунтовій сівбі з врахуванням кінематики руху

насінини по розподільнику типу брахистохрона та агротехнічних вимог, які ставляться до них. Розроблена конструкція сошника для підгрунтового-розкидної сівби насіння зернових культур з комбінованим розподільником насіння.

5. Встановлено значення довжини похилої ділянки вибране на підставі дальності і рівномірності розподілу насіння, яка складає 60 мм. Комбінований розподільник може розподіляти насіння зернових культур за шириною 95-100 мм. При проведенні багатофакторних експериментів, встановлено, що кращі показники розподілу насіння має комбінований розподільник виконаний у вигляді криволінійної призми.

6. Експериментально встановлені раціональні швидкості сходження насіння з криволінійної твірної розподільника в залежності від діаметра твірного кола, отримана емпірична залежність $V_{cx}(d)$. При аналізі отриманої залежності встановлено, що найбільша швидкість руху насіння $V_{cx} = 1,36$ м/с по криволінійній поверхні розподільників з діаметрами твірного кола 10...30 мм відповідає розподільникові з діаметром твірного кола $d = 20$ мм. Тому для подальших досліджень прийнятий розподільник з діаметром твірного кола $d = 20$ мм. В результаті комплексних теоретичних і експериментальних досліджень і пошукового багатофакторного експерименту уточнено рівняння регресії і визначені найбільш значимі фактори, що впливають на параметр оптимізації.

7. На основі аналізу рівнянь регресії визначені раціональні конструктивні параметри комбінованих розподільників 1-го і 2-го варіантів, відстань від нижнього зрізу направляча до вершини розподільника становить $h = 2,9$ мм; ексцентриситет установки розподільника відносно осі насіннепроводу $\varepsilon = 0,8$ мм; довжина похилої ділянки – $L_n = 58,8$ мм; кут встановлення похилої ділянки до горизонталі – $\alpha = 23,6^\circ$. Встановлено, що кращу рівномірність розподілу насіння забезпечує сошник з розподільником у вигляді криволінійної призми (варіант 2), а також встановлені параметри оптимізації комбінованих розподільників від довжини похилої ділянки і величини ексцентриситету установки розподільника

8. Експериментально встановлені раціональні конструктивні параметри комбінованого розподільника насіння. Встановлено, що найбільша швидкість сходження (1,36 м/с) серед досліджуваних розподільників буде у того, діаметр твірного кола брахистохрони якого рівний – 0,02 м. Із збільшенням довжини похилої ділянки зростає дальність розподілу насіння, проте найбільш рівномірно за шириною захвату сошника насіння розподіляється при довжині похилої ділянки – 60...90 мм.

9. В ході польових випробувань сівалки, обладнаної експериментальними сошниками, на полях СТОВ «Старокотельнянське» Андрушівського району Житомирської області отримані наступні якісні показники роботи: ширина смуги, що засівається сошником – 95-100 мм, кількість рослин, забезпечених розрахунковою площею живлення – 43 %, кількість незасіяних ділянок складає 44 %. Випробування підтвердили достовірність теоретичних і експериментальних досліджень і доцільність застосування сошника при сівбі зернових колосових культур. Встановлено, що застосування сівалки для безрядкової (розкидної) сівби, обладнаної експериментальними сошниками забезпечує підвищення урожайності зернових в середньому на – 4,5 ц/га (або на 10 %) в порівнянні з контрольними посівами, де врожайність зернових досягала - 48,5 ц/га. Технічна новизна розробки підтверджена

патентом на корисну модель № 31393. Річний економічний ефект при нормативному річному завантаженні посівного агрегату 130 год. склав 1235 грн.

ОСНОВНІ ПУБЛІКАЦІЇ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Заєць М.Л. Обґрунтування швидкості надходження насіння на похилу ділянку розподільника сошника для підґрунтово-розкидного способу посіву // Вісник Харківського Національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. «Механізація сільського господарства» Випуск 59, Том 1 Харків 2007 р. – С. 238-245.
2. Заєць М.Л. Обґрунтування швидкості надходження насіння в сошник для підґрунтово-розкидного способу посіву // Сільськогосподарські машини. Зб. наук. ст. Вип.. 16. – Луцьк: Ред.- вид. відділ ЛДТУ, 2007. – С. 81-89.
3. Заєць М.Л. Обґрунтування оптимальної величини ексцентриситету установки розподільника сошника для розкидного способу сівби сільськогосподарських культур // Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин/ КНТУ, 2008, випуск 36. – С. 87-90.
4. Заєць М.Л. Обґрунтування раціональної величини ексцентриситету установки розподільника сошника для розкидного способу сівби // Тези доповідей п'ятої всеукраїнської науково-практичної конференції Інституту наукового прогнозування част. 2.- Київ:, 2008. – С. 51-55
5. Романишин О.Ю., Заєць М.Л., Дейкун В.А. Результати дослідження ефективності суцільної сівби зернових культур. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин/ КНТУ, 2006, випуск 36, - С. 171-175. доля здобувача 50 % – розрахунок якісних показників роботи сошника для розкидного способу сівби.
6. Романишин О.Ю., Заєць М.Л. / Сошник для розкидного способу сівби сільськогосподарських культур. Вісник Полтавської державної аграрної академії № 4. 2006. С. 87-89. доля здобувача 60% – обґрунтування конструктивної схеми розподільника і направляча насіння.
7. Пат. 31393 України, МПК А01С07/20. Сошник для розкидного способу сівби / Корсак С.Й., Романишин О.Ю., Заєць М.Л.; заявник і патентотримач Заєць М.Л. (Україна).- № u2007712133; заявл. 02.11.07; опубл. 10.04.08. Бюл.№7. (дольова участь здобувача у розробці відмінних ознак винаходу однакова разом з іншими співавторами)

АНОТАЦІЇ

Заєць М.Л. Обґрунтування параметрів сошників зернових сівалок. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – машини та засоби механізації сільськогосподарського виробництва – Вінницький державний аграрний університет, Вінниця, 2009.

Дисертаційну роботу присвячено дослідженню технологічного процесу сівби зернових культур із застосуванням сошника для підґрунтово-розкидної сівби.

У роботі проведено аналіз існуючих способів та засобів сівби зернових колосових культур, визначено недоліки та шляхи їх усунення. Проаналізовано процес руху насіння в насіннепроводі і по розподільниках пасивної дії, досліджено процес

розподілу насіння з використанням комбінованих розподільників з криволінійною твірною, визначено швидкість сходження насіння з розподільника, від якої буде залежати дальність польоту, а також рівномірність розподілу насіння по поверхні поля. Розроблено і досліджено розподільник сошника для підгрунтового-розкидної сівби та проведено обґрунтування і визначення його конструктивно-технологічних параметрів.

Викладено програму і методику експериментальних досліджень, наведено конструкції та принцип роботи лабораторних установок.

Експериментально обґрунтовано вплив параметрів комбінованого розподільника на дальність і рівномірність розподілу насіння зернових культур, визначено швидкість руху насіння по поверхні розподільника в залежності від діаметра твірного кола, і, як наслідок, дальність польоту насіння, коефіцієнт варіації відстані між насіннями, який характеризує рівномірність розподілу. Отримано рівняння регресії, що дозволить оцінювати вплив окремих факторів на рівномірність розподілу насіння по поверхні поля.

Розрахунок економічного ефекту від використання сівалки обладнаної удосконаленими сошниками для підгрунтового-розкидної сівби підтверджує доцільність їх впровадження у виробництво.

Ключові слова: процес розподілу, розкидний спосіб, насіння культур, сошник, комбінований розподільник, рівномірність розподілу, коефіцієнт варіації, технологічні параметри.

Заец М.Л. Обоснование параметров сошников зерновых сеялок. – Рукопись.

Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.05.11 – машины и средства механизации сельскохозяйственного производства. – Винницкий государственный аграрный университет Винница, 2009.

Диссертационная работа посвящена исследованию технологического процесса посева зерновых колосовых культур с использованием сошника для подпочвенно-разбросного посева.

В диссертационной работе произведено обзрение литературы и патентной информации по теме исследований, проанализированы существующие способы и средства посева зерновых колосовых культур, определены недостатки и пути их устранения.

Проанализирован процесс движения семян в семяпроводе и по поверхности распределителей пассивного действия, исследовано процесс распределения семян с использованием комбинированных распределителей, от которых будет зависеть дальность полёту, а также, равномерность распределения семян по поверхности поля. Разработано и исследовано модель распределителя сошника для подпочвенно-разбросного посева, а также проведено обоснование и определения конструктивно-технологических параметров.

Изложена программа и методика экспериментальных исследований, приведены конструкции и принцип действия лабораторных установок. Программой исследования было предусмотрено выполнить следующие экспериментальные исследования: скорости движения семя по криволинейной поверхности распределителя сошника, рациональных параметров наклонного участка

распределителя, равномерности распределения семян по ширине захвата сошника от основных параметров распределителя и обоснование его рациональных параметров с использованием методики многофакторного эксперимента. Разработана методика проведения многофакторного эксперимента по определению влияния разных факторов на скорость движения семян по криволинейной поверхности распределителя сошника.

Получены основные показатели процесса посева семян, произведён анализ результатов исследования равномерности распределения семян по поверхности поля от параметров распределителя. Экспериментально обосновано влияние параметров комбинированного распределителя на дальность и равномерность распределения семян зерновых культур. Определено скорость схождения семян с поверхности распределителя в зависимости от диаметра образующего круга и в последствии дальность полёта семени, коэффициента вариации расстояния между семенами, который характеризует равномерность распределения. Получено уравнения регрессии, которые позволяют оценивать влияние отдельных факторов на равномерность распределения семян по поверхности поля.

Произведён анализ эффективности использования сошников для подпочвенно-разбросного посева зерновых колосовых культур в сельскохозяйственном производстве, предложена компоновочная схема данного сошника с комбинированным распределителем семян.

Расчёт экономического эффекта от использования сеялки оборудованной усовершенствованными сошниками для подпочвенно-разбросного посева подтверждает целесообразность его производственного использования.

Ключевые слова: процесс распределения, разбросной способ, семена культур, сошник, комбинированный распределитель, равномерность, коэффициент вариации, технологические параметры.

Zayets M.L. Explaining the characteristics of coulters in seeding machines. – Manuscript.

The paper for getting Candidate of Science (Engineering) majoring in 05.05.11 – machines and means of agricultural production mechanization – Vinnytsya State Agrarian University, Vinnytsya, 2009.

The paper is devoted to researching the technological process of seeding the grain crops using the coulter for undersoil spreading seeding.

The paper provides the analysis for the existed means for seeding wheat crops, defines problems and ways of solving them. The process of seeds movement in the seed drill tube and in the continuous passive distributors have been analyzed. The process of seed distribution with the usage of combined distributors with curvilinear element has been studied. The speed of seed outgoing from the distributor which influences on the range of throw and seed equitability at the field surface have been determined. The coulter distributor for undersoil spreading seeding has been developed and studied. The paper gives substantiation and definition of its structural and technological characteristics.

The program and methodology of experimental research is outlined and the constructions and working principles are given.

The influence of combined distributor characteristics on the range and equitability of grain crops seeds distribution has been experimentally substantiated. The speed of seed at

the distributor's surface depending on the diameter of the element circle has been defined. And as the result, the seed's range of throw and the coefficient of distance variation between seeds, which characterize the distribution equitability have been defined. Regression equation, which will allow to estimate the influence of certain factors on the distribution equitability at the field surface has been derived. Calculation of economic effect from the usage of seeding machine equipped with improved coulters for undersoil spreading seeding justify the expediency of its manufacturing application.

Keywords: process of seed distribution, spreading method, seed crops, coulters, combined distributor, distribution equitability, coefficient of variation, technological characteristics.