

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ ПЕТРА ВАСИЛЕНКА

ДЬЯКОНОВ СЕРГІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ

УДК 631.331

ОБГРУНТУВАННЯ
ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ І РОБОЧИХ
ОРГАНІВ СІВАЛКИ ПРЯМОГО СІВУ

05.05.11 – машини і засоби механізації
сільськогосподарського виробництва

Автореферат
дисертації на здобуття наукового
ступеня кандидата технічних наук

Харків – 2007

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківському національному аграрному університеті ім. В.В.Докучаєва Міністерства аграрної політики України.

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент **КІМ Віталій Володимирович**, Департамент інженерно-технічного забезпечення, начальник Інспекції.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор **Морозов Іван Васильович**, Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, професор кафедри сільськогосподарських машин;

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник **Ящук Анатолій Іванович**, Інститут овочівництва і баштанництва УААН, завідувач лабораторії механізації.

Провідна установа: Луганський національний аграрний університет, кафедра „Сільськогосподарські машини”, Міністерство аграрної політики, м. Луганськ.

Захист відбудеться „5” квітня 2007 р. о 10 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.832.01 в Харківському національному технічному університеті сільського господарства імені Петра Василенка за адресою: 61002, м. Харків, вул. Артема, 44.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка за адресою: 61002, м. Харків, вул. Артема, 44.

Автореферат розісланий „3” березня 2007 року

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

О.Д. Черенков

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В умовах ринку все більше використовуються ґрунтозахисні, волого- і енергозберігальні технології обробітку ґрунту, зокрема система мінімального обробітку ґрунту та її різновид – прямий посів. Наукові дослідження і практика використання різноманітних технологій обробітку ґрунту під зернові культури показують, що витрати енергії коливаються в широких межах – від 25 до 75 л/га. Найменші витрати спостерігаються при використанні сівалок прямого сіву. Аналіз відомих закордонних та вітчизняних сівалок прямого сіву показав, що кожна з них при своїх перевагах і недоліках у повній мірі не забезпечує необхідної за агротехнічними вимогами рівномірності загортання насіння на глибину. При цьому порівняно багато енергії витрачається на підготовку насінневого ложа. Особливо це стосується широкозахватних сівалок-культиваторів, на яких встановлені робочі органи підрізаючого типу. Основним недоліком таких робочих органів є те, що вони не в змозі якісно виконати технологічний процес на ґрунтах з підвищеним складом рослинних решток і не забезпечують рівномірне загортання насіння в умовах підвищеної щільності ґрунту. Отже, розробка ґрунтообробної приставки до серійної зернової сівалки типу СЗ-5,4, що забезпечить її використання як сівалки прямого сіву, є актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась відповідно до державної програми „Виробництво технологічних комплексів машин і обладнання для агропромислового комплексу на 1998-2005 роки”, розробленої згідно з постановою Кабінету Міністрів України від 1 грудня 1997 р. (ДР № 1341) і є складовою частиною плану НДР кафедри механізації та електрифікації с.-г. виробництва ХНАУ ім. В.В. Докучаєва за темою: „Розробка технічних засобів обробітку ґрунту і сівби для забезпечення сучасних технологій вирощування просапних та зернових культур”, державний реєстраційний номер 0197U008168.

Мета і завдання дослідження – підвищення ефективності вирощування зернових культур шляхом зниження витрат енергії на обробіток ґрунту і сівбу.

Для досягнення поставленої мети намічено вирішити такі завдання:

- знайти технічні рішення для використання серійних зернових сівалок типу СЗ-5,4 в системі прямого сіву;
- розробити математичну модель динаміки функціонування сошникової системи з обґрунтуванням раціональних її параметрів;
- обґрунтувати раціональні параметри сівалки прямого сіву;
- обґрунтувати профіль робочого органу для обробітку ґрунту, що забезпечить мінімальні енергетичні витрати на підготовку насінневого ложа;
- провести комплекс експериментальних досліджень з перевірки достовірності результатів теоретичних досліджень;

- провести порівняльні дослідження експериментальної і серійної сошникових систем зернової сівалки;
- визначити якісні та енергетичні показники роботи запропонованої сошникової системи та сівалки прямого сіву;
- визначити економічну ефективність впровадження у виробництво результатів досліджень;
- впровадити у серійне виробництво сошникову систему з опорно-прикочуючим котком для зернових сівалок.

Об'єкт дослідження: процес підготовки насінневого ложа в ґрунті сівалкою прямого сіву його зв'язок з параметрами її робочих органів.

Предмет дослідження: обґрунтування параметрів технологічного процесу і робочих органів сівалки прямого сіву.

Методи дослідження: використані положення вищої математики, механіки, методи прямого варіаційного числення, математичної статистики і планування експериментальних досліджень.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що:

- набуло подальшого розвитку математичне моделювання процесів функціонування дискових сошникових систем з опорно-прикочуючим котком для обґрунтування їх параметрів з точки зору поліпшення рівномірності ходу за глибиною [1];
- набуло подальшого розвитку математичне моделювання динамічних процесів роботи сівалок прямого сіву в напрямку вивчення впливу параметрів на амплітуду коливань шарнірно з'єднаних між собою двох твердих тіл [2];
- вперше за допомогою методів прямого варіаційного числення складена математична модель для обґрунтування профілю ґрунтообробного диска, що дозволяє знизити витрати енергії на його роботу без погіршення якості обробітку ґрунту [3].

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій:

- достовірність прийнятої математичної моделі функціонування сошникової системи з опорно-прикочуючим котком підтверджена в лабораторних умовах за відхиленням сошника від установленної глибини;
- достовірність математичної моделі функціонування сівалки прямого сіву визначили за результатами польових експериментальних досліджень знаходженням відхилень сівалки від заданої траєкторії руху комбінованої машини;
- теоретично обґрунтований профіль леза ґрунтообробного диска достовірний, що підтверджується результатами лабораторних експериментів, під час яких визначили тяговий опір запропонованого і серійного дисків.

Наукове значення роботи:

- розвиток математичного моделювання динаміки функціонування дискових сошникових систем зернових сівалок дозволяє вивчати їх процес ро-

боти при наявності опорно-прикочуючого котка;

- доповнення математичного моделювання динаміки функціонування сівалки прямого сіву забезпечує вивчення процесів взаємодії з ґрунтом шарнірно з'єднаних між собою модулів з дисковими робочими органами для обробітку ґрунту і посіву;

- математична модель взаємодії з ґрунтом хвильових дисків забезпечує обґрунтування їх раціональних параметрів з точки зору мінімальної енергоємності при збереженні якісних показників роботи.

Практичне значення одержаних результатів:

- обґрунтовані раціональні параметри дискової сошникової системи з опорно-прикочуючим котком забезпечують поліпшення рівномірності загортання насіння на глибину на 31 % і підвищення врожайності на 10 % відносно серійної сошникової дискової системи;

- обґрунтований профіль диска для обробітку ґрунту дозволяє зменшити енергетичні витрати на його роботу на 18 %;

- впровадження в технології вирощування зернових культур приставки до серійної зернової сівалки з обґрунтованими параметрами дозволяє знизити витрати пального та праці на 68 % у порівнянні з традиційною технологією в системі мінімального обробітку ґрунту.

Запропонована сошниковая система з опорно-прикочуючим котком впроваджена у серійне виробництво сівалки СЗ-5,4-06.

Особистий внесок здобувача. У наукових працях, написаних у спів-авторстві, особистий внесок здобувача полягає в:

- розробці математичної моделі динаміки функціонування сошникової системи з опорним котком і проведенні експериментальних досліджень [1];

- створенні математичної моделі динаміки функціонування сівалки прямого сіву і виконанні експериментальних досліджень [2];

- проведенні порівняльних польових експериментів із сошниковими системами і визначенні показників рівномірності загортання ними насіння на глибину [4].

Апробація результатів дисертації. Матеріали дисертаційної роботи доповідалися на міжнародних науково-практичних конференціях (МНПК) ХНАУ ім. В.В. Докучаєва (Харків, 2002-2006); на МНПК ХНТУСГ ім. Петра Василенка (Харків, 2004-2006); на МНПК УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого (Дослідницьке, 2004); технічній раді ВАТ „Червона зірка” (Кіровоград, 2003,2005).

Публікації. За результатами теоретичних і експериментальних досліджень у фахових виданнях опубліковано чотири наукових статті.

Структура й обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації становить 156 сторінок. Основний зміст дисертації

викладений на 121 сторінках і містить 26 рисунків, 13 таблиць. Список використаних джерел включає 126 найменувань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність теми, викладено зв'язок з науковими програмами, планами і темами, сформульовані мета й основні завдання дослідження, наведено наукову новизну, та практичне значення одержаних результатів.

У першому розділі „Механіко-технологічні передумови зниження витрат енергії на підготовку ґрунту під посів зернових культур” зазначено, що результати наукових досліджень проблем, пов'язаних із засобами механізації обробітку ґрунту і посіву, наведені у роботах В.П. Горячкіна, П.М. Василенка, М.М. Севернева, В.А. Агейчика, І.В. Морозова, П.В. Сисоліна, Я.С. Гуков, А.С. Кушнарьов, В.Ф. Пащенко, В.Д. Дубровін, Н.І. Любушко та ін.

Проведено аналіз агротехнічних вимог до підготовки ґрунту під посів зернових культур, існуючих засобів механізації у різноманітних системах обробітку ґрунту, технологічних процесів роботи сошникових систем, визначено їх недоліки та переваги.

Одним з найбільш перспективних напрямків мінімізації обробітку ґрунту є використання сівалок прямого сіву, які забезпечують достатньо високі урожаї зернових культур з найменшими витратами енергії і коштів.

Найбільш поширеним є дисковий сошник, який має невеликий тяговий опір, задовільно працює на погано оброблених ґрунтах, а також грудкуватих та багатих кореневими рештками. Але основним недоліком серійних дискових сошників є відносно низька рівномірність загортання насіння в ґрунт і незадовільна їх робота в умовах відсутності твердого ложа для насіння.

На закордонних зернових сівалках широко використовуються дискові сошники з індивідуальними опорно-прикочуючими котками. Така конструкція дозволяє покращити якість копіювання рельєфу ґрунту, рівномірність загортання насіння на глибину та покращує контакт їх з твердою фазою ґрунту.

На основі проведеного аналізу результатів відомих наукових розробок сформульовані мета і завдання досліджень.

У другому розділі „Теоретичні дослідження з обґрунтування параметрів сівалки прямого сіву” визначили будову сівалки прямого сіву на базі серійної, з використанням рівняння Лагранжа другого роду розроблені математичні моделі динаміки функціонування сошникової системи з опорно-прикочуючим котком та сівалки прямого сіву, а також проведені теоретичні дослідження для обґрунтування профілю хвильового диска для обробітку ґрунту.

У технологіях з використанням сівалок прямого сіву, як правило, не передбачається попередньої підготовки насінневого ложа, а сошникові системи серійних зернових сівалок в цих умовах не можуть працювати. Тому для

підготовки насінневого ложа в таких системах пропонується обладнати серійну зернову сівалку типу СЗ-5,4 ґрунтообробною приставкою (рис.1), робочими органами якої є хвилясті ґрунтообробні диски. Під час роботи такої комбінованої машини хвилястий диск обробляє смугу шириною 5 см, у яку сошник загортає насіння. Таке поєднання, у порівнянні з американською сівалкою прямого сіву „Грейт Плейнз”, призведе до зменшення вартості машини приблизно у 10 разів, збільшення ширини захвату на 20 % і надасть можливість використовувати її в різних системах основного обробітку ґрунту.

Рис. 1. Експериментальна сівалка прямого сіву:

1 – сниця ґрунтообробної приставки; 2 – рама приставки; 3 – опорно-приводне колесо зернової сівалки; 4 – рама сівалки; 5 – сошникові система з опорним котком; 6 – сниця сівалки; 7 – хвилястий ґрунтообробний диск

З метою забезпечення якості підготовки ґрунту дисковими хвильовими робочими органами сівалки прямого сіву необхідно збільшити допустиму робочу швидкість руху серійної зернової сівалки на 30 % за рахунок встановлення на серійну дискову сошникову систему опорно-прикочуючого котка.

На рівномірність ходу сошників суттєво впливає їх здатність копіювати рельєф поля. Конструкція і параметри сошникових систем повинні забезпечувати копіювання рельєфу поля при встановленій глибині заортання насіння. Для визначення раціональних параметрів запропонованої сошникової системи розробили математичну модель динаміки її функціонування. Еквівалентна розрахункова схема експериментальної сошникової системи наведена на рис. 2.

Рис. 2. Еквівалентна розрахункова схема сошникової системи з опорним котком

Рівняння динаміки функціонування експериментальної сошникової системи має вигляд:

(1)

де $m_1 \dots m_4$; $I_1 \dots I_4$ – маси та моменти інерції відповідно повідка, сошника, важеля, що з'єднує коток з сошником, котка; $l_1 \dots l_4$ – величини, які визначають конструктивні параметри сошникової системи; h_{np} – деформація пружини при початковому зусиллі стиску; C_{np} – жорсткість пружини; α , β – кути нахилу натискної штанги та сили R_c , що діє на сошник; φ_0 – початковий кут нахилу повідка сошника; f – коефіцієнт тертя; f_c – коефіцієнт перекочування; $G_1 \dots G_4$ – сила тяжіння складових частин сошникової системи; R_c – опір ґрунту; R_z , R_x – вертикальна і горизонтальна складові сили, що діють на коток.

Опір сошника з урахуванням зміни глибини його ходу визначається за формулою:

де k_1 – усереднений опір ґрунту сошнику; h – глибина загортання насіння; p – коефіцієнт, що характеризує параметри синусоїди; V – швидкість руху.

У результаті рішення диференційного рівняння знайдені залежності коефіцієнта варіації значень кута φ від параметрів сошникової системи (рис. 3).

Аналіз залежностей показує, що при збільшенні довжини повідка до 1,01 м коефіцієнт варіації знижується. Раціональне значення жорсткості пружини натискної при заданих параметрах сошникової системи повинно бути не менше 1500 Н/м. При куті нахилу повідка сошника 75-85° коефіцієнт варіації найменший. Він знижується також, якщо точка прикладання сили дії натискної штанги від точки підвісу буде на відстані від 0,6 м, тобто за вертикальною віссю сошника.

Найбільший вплив на коефіцієнт варіації має швидкість руху. Так, при її збільшенні у два рази, він зростає більше ніж в 10 разів. При збільшенні маси

сошника від 3,6 до 5,6 кг в заданих умовах зменшується коефіцієнт варіації, а при подальшому її збільшенні – підвищується.

Рис. 3. Залежності
коефіцієнта варіації від:

1 – довжини повідка сошника; 2 – жорсткості пружини; 3 – кута нахилу повідка; 4 – відстані до точки кріплення натискної штанги

Приставка з ґрунтообробними дисками до зернової сівалки типу СЗ-5,4, яка укомплектована сошниковими системами з опорно-прикочуючими котками, дозволяє використовувати її як сівалку прямого сіву. Під час руху такої машини дія зовнішніх факторів приводить систему в коливальний рух. Збільшення коливань сівалки негативно впливає на якісні показники її роботи, надійності тощо. Для визначення впливу параметрів сівалки прямого сіву на динаміку її функціонування складено математичну модель.

Еквівалентна розрахункова схема запропонованої експериментальної сівалки прямого сіву в горизонтальній площині показана на рис. 4. Розглядається модель як механічна система, що складається з двох твердих тіл. Між ними є зв'язок, який обумовлюється шарнірним з'єднанням. За узагальнені координати приймаємо кут повороту φ_1 сніці сівалки відносно точки O_1 та кут повороту φ_2 сніці приставки відносно точки O_2 .

Рис. 4. Еквівалентна розрахункова схема сівалки прямого сіву
Система рівнянь динаміки функціонування експериментальної сівалки:

(2)

де $M_{c_1}, M_{c_2}; I_{c_1}, I_{c_2}$ – маси та моменти інерції, відповідно сівалки, ґрунтообробної приставки; $l, l_1, l_2, l_3, l_4, l_5$ – величини, які визначають конструктивні параметри сівалки прямого сіву; $R_{хсп}, R_{усп}, R_{хсл}, R_{усл}; R_{хдп}, R_{удп}, R_{хдл}, R_{удл}; R_{хкл}, R_{укл}$ – рівнодіючі складові сили, що діють, відповідно на сошники,

диски приставки, колеса сівалки; $R_{x_{o1}}$, $R_{y_{o2}}$ – рівнодіючі складові сили, що діють у точці з'єднання сівалки і приставки.

У результаті рішення системи диференціальних рівнянь знайдені залежності максимальних відхилень сівалки і приставки від прямолінійності їх руху при змінних параметрах машини.

Аналіз залежності максимальних відхилень сівалки від ширини її захвату показує, що збільшення ширини захвату сівалки і, відповідно, приставки від 3,0 до 5,4 м сприяє збільшенню амплітуди коливань сівалки приблизно на 15 %.

При збільшенні довжини сніці сівалки (рис. 5) відхилення зростають за законом, близьким до пропорційного. Так до 2,8 м відхилення ґрунтообробної приставки збільшуються менш інтенсивно, а при подальшому збільшенні довжини вони зменшуються. Аналіз залежностей показує, що довжина сніці сівалки повинна бути мінімальною з точки зору зниження її коливань.

Рис. 5. Залежності максимальних відхилень від довжини сніці сівалки: 1 – відхилення сівалки; 2 – відхилення приставки для обробітку ґрунту

Дослідженням відхилень сівалки і приставки залежно від довжини її сніці встановлено, що при збільшенні останньої амплітуда коливань системи зменшується (рис. 6).

Рис. 6. Залежність максимальних відхилень від довжини сніці приставки: 1 – відхилення сівалки; 2 – відхилення приставки для обробітку ґрунту

При збільшенні довжини заднього кронштейна ґрунтообробної приставки до 3,5 м збільшуються відхилення сівалки і самої приставки. Аналіз зміни амплітуди коливань показує, що довжина кронштейна, по можливості, повинна бути найменшою і становить 2,5 м.

При збільшенні маси приставки (рис. 7) відхилення сівалки зменшуються. Відхилення приставки знижуються при збільшенні маси до 1200 кг, а при подальшому збільшенні – амплітуда її коливань зростає. Маса сівалки до 2600 кг (рис. 8) сприяє зменшенню амплітуди її коливань. Причому коливання приставки знижуються при зменшенні маси сівалки до 1600 кг. А при масі сівалки більше 2600 кг амплітуда коливань для всієї системи збільшується.

Рис. 7. Залежності максимальних відхилень від маси приставки:
1 – відхилення сівалки; 2 – відхилення приставки для обробітку ґрунту

Рис. 8. Залежності максимальних відхилень від маси сівалки:
1 – відхилення сівалки; 2 – відхилення приставки для обробітку ґрунту

Для обґрунтування профілю леза хвильового диска для обробітку ґрунту використовували прямий метод варіаційного числення. У процесі взаємодії диска з ґрунтом на нього діють опір від деформації ґрунту і сили тертя, які є змінною величиною. Тому доцільно розглядати хвилю леза ґрунтообробного диска при найбільшому значенні опору ґрунту на робочу поверхню, яке досягається в момент його максимального заглиблення. Постановка варіаційної задачі формулюється таким чином. Серед кривих, що мають одну загальну граничну точку і другу, яка зміщується по прямій, знайти профіль кривої при заданому куті нахилу дотичної в початковій точці, яка забезпечить мінімальний тяговий опір диска в ґрунті.

Енергетичний функціонал має вигляд:

(3)

де a_1, a_2 – постійні величини, що визначені експериментальним шляхом.

Форму хвилі диска шукали у вигляді рівняння, яке задовольняє задану постановку задачі:

(4)

де c_1, c_2 – шукані коефіцієнти.

Після введення у рівняння (3) виразу (4) з урахуванням перемінної межі інтегрування x_k беремо похідні від отриманого рівняння за коефіцієнтами c_1, c_2 , і прирівнюємо їх до нуля:

(5)

Рівняння трансверсальності має вигляд:

(6)

У результаті рішення системи диференційних рівнянь при $a_1 = 41$ Н/м; $a_2 = 125$ Н/м; $f = 0,5$; $y_k = 0,019$ м; $y'_0 = 0$, отримали $x_k = 0,0504$ м і шукані коефіцієнти $c_1 = -73,875$ та $c_2 = 471,84$.

Шуканий профіль леза хвилі диска (рис. 9) визначається рівнянням:

(7)

Рис. 9. Раціональний профіль леза диска

(y_k, x_k – ширина та довжина профілю хвилі диска)

У третьому розділі „Програма і методики проведення експериментальних досліджень” наведена програма експериментальних досліджень, описані лабораторні та польові установки, методики визначення фізико-механічних властивостей ґрунту, проведення лабораторних та польових експериментів.

Для проведення експериментальних досліджень сошникової системи та сівалки прямого сіву склали матрицю планування повнофакторного експерименту з використанням дробних реплік.

Вплив параметрів сошникової системи зернової сівалки на рівномірність ходу сошника на глибину вивчали в лабораторних умовах і оцінювали за допомогою коефіцієнта варіації лінійних відхилень відносно встановленої глибини ходу сошника.

Визначення розподілу тиску ґрунту на поверхні ґрунтообробного ножа визначали в лабораторних умовах через тяговий опір відносно кута його постановки до напрямку руху. Закономірність розподілу тиску ґрунту на робочий орган визначали апроксимацією результатів експериментальних досліджень після знаходження сумарного опору його складових частин. Аналітичну залежність останнього визначили за допомогою метода найменших квадратів.

Енергетичні показники роботи експериментального і серійного дисків визначали в ґрунтовому каналі і оцінювали їх тяговим опором.

Вивчення впливу параметрів сівалки прямого сіву на динаміку її функціонування проводилося в польових умовах з використанням експериментальної машини (рис. 10). Оцінювали амплітуду коливань сівалки через середньоквадратичне відхилення одержаної траєкторії руху агрегату від заданої траєкторії.

Рис. 10. Експериментальний посівний агрегат

Якісні показники роботи сівалки прямого сіву визначали в польових умовах і оцінювали коефіцієнтом структурності ґрунту за відомою методикою.

Порівняльні польові експерименти проводили під час вирощування озимої пшениці за традиційною технологією підготовки ґрунту до сівби. Для посіву використовували сівалку СЗ-3,6 із серійними сошниковими системами і експериментальною.

Виробничі порівняльні випробування експериментальної сівалки прямого сіву проводили при вирощуванні ячменю за прийнятими технологіями з використанням мінімальної обробки ґрунту і прямого сіву. Оцінку ефективності використання експериментальної сівалки визначали за витратами на одиницю отриманої продукції.

Достовірність одержаних результатів перевіряли з використанням методів дисперсійного аналізу і математичної статистики.

У четвертому розділі „Аналіз результатів експериментальних досліджень” при дослідженні впливу параметрів сошникової системи з опорним котком за одержаними результатами склали рівняння регресії:

(8)

Аналіз коефіцієнтів наведеного рівняння показує, що експериментальні дослідження підтверджують теоретичні дослідження щодо напрямку впливу факторів. Щодо ступеня впливу факторів, то найбільший вплив на рівномірність ходу сошника має точка кріплення натискної штанги, довжина повідка, жорсткість пружини та швидкість його руху. Такі фактори, як початковий кут нахилу повідка та маса сошника, для заданих інтервалів їх варіювання мають незначний вплив на якість роботи сошникової системи.

Закономірність розподілу тиску ґрунту на профіль ножа знаходили за формулою:

(9)

де a_1 , a_2 – шукані коефіцієнти і дорівнюють: $a_1 = 41$ Н/м, $a_2 = 125$ Н/м; α – кут між дотичною до профілю робочого органа і його напрямком руху.

Дана залежність використана в математичній моделі для обґрунтування профілю леза хвильового диска для обробки ґрунту.

Результати досліджень енергетичних показників роботи ґрунтообробного диска показують, що опір серійного диска для обробки ґрунту становить 63,8 Н, а диска з теоретично обґрунтованим профілем 52,2 Н, що менше на 18 %.

За результатами експериментальних досліджень для визначення впливу параметрів сівалки прямого сіву на амплітуду її коливань склали рівняння регресії:

(10)

Аналіз коефіцієнтів (10) показує, що найбільший вплив на відхилення сівалки від заданої траєкторії руху посівного агрегату має збільшення довжини сніці сівалки. При цьому сила впливу становить 41,1 %. При зниженні маси приставки дисків відхилення сівалки зменшуються на 25,3 %, а при збільшенні маси сівалки – збільшуються із силою впливу 23 %. Довжина сніці приставки з усіх перерахованих факторів має найменший вплив і становить 10,6 %.

Результати експерименту щодо визначення якісних показників роботи сівалки прямого сіву свідчать, що при роботі хвильового диска забезпечується покращення коефіцієнта структурності ґрунту приблизно в 1,9 раза, в порівнянні з необробленим ґрунтом.

У порівняльних польових експериментах сошникових систем вивчали вплив конструкцій сошникових систем і режимів їх роботи на рівномірність ходу сошника за глибиною і можливість виключення операції прикочування при посіві зернових культур експериментальною сошникомовою системою (таблиця). Експериментальна сошниковая система з опорно-прикочуючим котком впроваджена у серійне виробництво сівалки СЗ-5,4-06 (ВАТ „Червона Зірка” м. Кіровоград).

Коефіцієнти варіації рівномірності ходу сошника, %

Варіанти експериментів	Швидкість руху, км/год		
	7,06	8,24	10,33
Посів серійною сошникомовою системою без прикочування	2,85	3,22	3,59
Посів сошникомовою системою з опорним котком без прикочування	1,60	1,78	2,50
Посів сошникомовою системою з опорним котком + прикочування	-	1,82	-
Посів серійною сошникомовою системою + прикочування посівів	-	2,58	-

Результати досліджень показують, що при посіві серійною сошниковою системою без прикочування і посіві експериментальною сошниковою системою з збільшенням швидкості руху рівномірність загортання насіння на глибину погіршується в обох випадках. Але при посіві експериментальною сошниковою системою, у порівнянні з серійною, на різних швидкостях рівномірність загортання насіння на глибину підвищується в 1,4...1,8 раза. А з максимальною швидкістю руху в межах дослідів рівномірність загортання насіння на глибину краща в 1,2 раза, у порівнянні з серійною сошниковою системою і мінімальною швидкістю руху, що дозволяє підвищити швидкість руху при посіві на 46 %. Крім того, вона дає змогу не використовувати таку технологічну операцію, як прикочування посівів. Використання експериментальної сошnikової системи забезпечило підвищення врожайності озимої пшениці на 10 %.

Виробничі випробування експериментальної сівалки прямого сіву показали, що її використання, у порівнянні з традиційною технологією посіву, забезпечує зниження собівартості однієї тонни ячменю з 31,4 до 29,9 грн/т (на 4,8 %) і впроваджена в дослідному господарстві Інституту тваринництва УААН при вирощуванні ячменю на площі 55 га.

У п'ятому розділі „Економічна ефективність результатів досліджень” підтверджено, що впровадження зернової сівалки з експериментальною сошниковою системою при вирощуванні озимої пшениці сприяє підвищенню урожайності на 8 ц/га та дозволяє вилучити з технологічного процесу операцію прикочування посівів, за рахунок якої зменшуються витрати пального на 1,9 кг/га. Все це дозволяє одержати річний економічний ефект 72 тис. грн. на одну зернову сівалку. Використання експериментальної сівалки прямого сіву у технологіях вирощування ячменю, у порівнянні з традиційними засобами механізації, дозволяє зменшити витрати пального на 25,7 кг/га або 68 %, що забезпечує підвищення рентабельності його виробництва на 16,5 %.

ВИСНОВКИ

У дисертації наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення наукового завдання, що виявляється в обґрунтуванні параметрів технологічного процесу посіву зернових культур розробленою сошниковою системою з опорно-прикочуючим котком і сівалкою прямого сіву, а також в обґрунтуванні профілю леза хвильового ґрунтообробного диска. Це дозволило впровадити у серійне виробництво на ВАТ „Червона Зірка” (м. Кіровоград) зернову сівалку з розробленими сошниковими системами та впровадити сівалку прямого сіву в дослідному господарстві Інституту тваринництва УААН при вирощуванні ячменю.

1. Проведеним аналізом сучасних технологій вирощування зернових культур встановлено, що найбільш перспективними з точки зору зниження

витрат енергії є технології з використанням сівалок прямого сіву. Промисловість України не виготовляє сівалок прямого сіву з дисковими робочими органами, а сівалки закордонного виробництва через високу вартість і відносно низьку універсальність не набули широкого використання у вітчизняних сільськогосподарських підприємствах.

2. Зменшення вартості сівалки прямого сіву приблизно у 10 разів, збільшення ширини захвату на 20 % і надання можливості використання її в різних системах основної обробки ґрунту, у порівнянні з закордонними аналогами, можна досягти за допомогою дискової ґрунтообробної приставки до вітчизняної серійної сівалки типу СЗ-5,4.

3. Для забезпечення агротехнічних вимог до якості підготовки ґрунту дисковими хвильовими робочими органами сівалки прямого сіву необхідно збільшити допустиму робочу швидкість руху серійної зернової сівалки на 30 %. З цією метою на серійну дискову сошникову систему слід встановити опорно-прикочуючий коток. Експериментально встановлено, що така конструкція сошникової системи забезпечує поліпшення рівномірності загортання насіння на глибину в 1,4...1,8 разів та виключає необхідність проведення технологічної операції прикочування посівів.

4. У результаті дослідження математичної моделі динаміки функціонування сошникової системи з опорно-прикочуючим котком встановлено, що допустима швидкість руху збільшується на 46 % за рахунок зменшення амплітуди її коливань при таких параметрах:

- довжина повідка дискової сошникової системи, при можливості, збільшується до 1,01 м і обмежується конструктивними і технологічними вимогами;

- жорсткість пружини натискної штанги становить 1500 Н/м;

- раціональний кут нахилу повідка сошника дорівнює 75...85°;

- точка кріплення натискної штанги повинна розташовуватися за вертикальною віссю обертання дисків сошника.

5. Теоретичними дослідженнями динамічних процесів функціонування сівалки прямого сіву визначено, що зниження енергоємності і покращання якості технологічного процесу обробки ґрунту і посіву за рахунок зменшення амплітуди коливання ґрунтообробної приставки і сівалки у горизонтальній площині досягається при параметрах:

- довжина сніці сівалки – 1,5 м;

- довжина заднього кронштейна ґрунтообробної приставки – 2,5 м;

- довжина сніці приставки – 3,5 м;

- маса ґрунтообробної приставки для сівалки СЗ-5,4 повинна бути в межах 1600...2000 кг;

- маса сівалки – близько 2600 кг.

6. Зменшення тягового опору хвильового ґрунтообробного диска сівалки прямого сіву „Грейт Плейнз” на 18 % забезпечується удосконаленням профілю його леза на основі математичного моделювання процесу взаємодії робочого органу з ґрунтом. Раціональний профіль леза диска мінімальної енергоємності описується рівнянням (7).

7. Впровадження у виробництво сошникових систем з опорно-прикочуючими котками до серійної зернової сівалки дозволяє одержати річний економічний ефект 72 тис. грн.

Зниження витрат пального на 68 % і підвищення рентабельності вирощування зернових культур на 16,5 % досягається впровадженням у виробництво технологій з використанням сівалки прямого сіву на базі дискової ґрунтообробної приставки та зернової сівалки типу СЗ-5,4.

Сівалка СЗ-5,4-06 з сошниковими системами, обладнаними опорно-прикочуючими котками, поставлена на серійне виробництво на заводі „Червона Зірка” (м. Кіровоград).

Сівалка зернова з ґрунтообробною дисковою приставкою впроваджена в дослідному господарстві Інституту тваринництва УААН при вирощуванні ячменю на площі 55 га.

СПИСОК ОСНОВНИХ ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Ким В.В., Дьяконов С.А. Исследование процесса работы сошниковой системы зерновой сеялки // Вісник ХДТУСГ. – Х., 2004. – Вип. 23. – С. 327-331. (Здобувачем складена математична модель динаміки функціонування сошникової системи з опорним котком і проведені експериментальні дослідження).

2. Ким В.В., Дьяконов С.А. К вопросу обоснования конструктивных параметров сеялки прямого сева // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України // Зб. наук. пр. УкрНДПВ – Дослідницьке, 2004. – Вип. 7 (21). – С. 349-353. (Здобувачем створена математична модель динаміки функціонування сівалки прямого сіву і виконані експериментальні дослідження).

3. Дьяконов С.А. Обоснование параметров волнистого почвообрабатывающего диска // Вибрации в технике и технологиях. –2004. – № 4 (36). – С. 112-113. (Здобувачем розроблена математична модель процесу взаємодії робочого органу з ґрунтом).

4. Ким В.В., Дьяконов С.А. Изыскание путей повышения равномерности заделки семян в почву // Механізація с.-г. виробництва: Вісник ХДТУСГ. – Х., 2004. – Вип. 29. – С.193-196. (Здобувачем проведені порівняльні польові ек-

сперименти із сошниковими системами і визначені показники рівномірності загортання ними насіння на глибину).

АНОТАЦІЯ

Дьяконов С.О. Обґрунтування параметрів технологічного процесу і робочих органів сівалки прямого сіву. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за фахом 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. – Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва, Харків, 2007.

Проведеним аналізом роботи сошникових систем та перспективних технологій вирощування зернових культур запропоновано обладнати серійні сошникові системи опорно-прикочуючим котком і зернову сівалку – приставкою з хвилястими дисками для обробітку ґрунту.

Розроблені математичні моделі динаміки функціонування експериментальної сошnikової системи та експериментальної сівалки прямого сіву з обґрунтуванням їх раціональних параметрів.

Обґрунтовано профіль леза диска для обробітку ґрунту з використанням методів прямого варіаційного числення. Шуканий профіль диска дозволяє знизити витрати енергії на 18 % у порівнянні з серійним.

Визначені якісні показники роботи сівалки прямого сіву за коефіцієнтом структурності ґрунту. Використання ґрунтообробної приставки з хвилястими дисками дозволяє покращити коефіцієнт структурності ґрунту приблизно в 1,9 рази.

Ключові слова: процес сіву, сівалка, сошnikова система, приставка ґрунтообробна, енергозбереження, ефективність.

АННОТАЦИЯ

Дьяконов С.А. Обоснование параметров технологического процесса и рабочих органов сеялки прямого сева. – Рукопись.

Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.05.11 – машины и средства механизации сельскохозяйственного производства. – Харьковский национальный аграрный университет им. В.В. Докучаева, Харьков, 2007.

В диссертации решено научное задание, направленное на повышение эффективности технологического процесса сеялки прямого сева путем разработки приставки для обработки почвы к серийной зерновой сеялке с улучшением качества заделки семян по глубине.

Проведенным анализом работы сошниковых систем и перспективных технологий выращивания зерновых культур предложено оснастить серийную

сошниковую систему опорно-прикатывающим катком. А серийную зерновую сеялку – приставкой с волнистыми дисками для обработки почвы, которая позволит использовать ее как сеялку прямого сева.

Разработанная математическая модель динамики функционирования дисковой сошниковой системы с опорно-прикатывающим катком для зерновой сеялки позволяет обосновать такие рациональные параметры как длина поводка сошника, точку крепления нажимной пружины, начальный угол наклона поводка, жесткость пружины нажимной штанги.

Математическая модель динамики функционирования сеялки прямого сева позволяет изучать взаимодействие с почвой шарнирно соединенных между собой модулей для обработки почвы и посева с обоснованием рациональных их параметров.

Обоснован профиль волны лезвия диска для обработки почвы с использованием методов прямого вариационного исчисления. Полученный профиль диска позволяет снизить затраты энергии на 18 % в сравнении с серийным диском.

Определены качественные показатели работы сеялки прямого сева по коэффициенту структурности почвы. Применение почвообрабатывающей приставки с волнистыми дисками позволяет улучшить коэффициент структурности почвы примерно в 1,9 раза.

Результаты полевых экспериментов сошниковых систем показали, что оснащение серийной сошниковой системы опорно-прикатывающим катком улучшает равномерность заделки семян по глубине при максимальной скорости движения в 1,2 раза, в сравнении с серийной – при минимальной скорости движения. Это дает возможность увеличить скорость движения при посеве на 46 % без ухудшения качества заделки семян по глубине. Кроме того, она позволяет отказаться от такой технологической операции как прикатывание посевов. Применение такой сошниковой системы на зерновой сеялке повышает урожайность на 10 %.

Внедрение технологий выращивания зерновых культур с использованием сеялки прямого сева на базе зерновой сеялки типа СЗ-5,4 и приставки с волнистыми дисками для обработки почвы способствует снижению расхода топлива на 68 % в сравнении с традиционными технологиями их возделывания.

Ключевые слова: процесс сева, сеялка, сошниковая система, приставка почвообрабатывающая, энергосохранение, эффективность.

SUMMARY

Diakonov S.O. The basis of parameters in technological process and working parts of no-till drill. – Manuscript.

The thesis is submitted for the Candidate's degree of technical sciences on speciality 05.05.11 – machines and means of mechanization in agricultural production / Kharkiv national agrarian university named after V.V. Dokuchaev, Kharkiv, 2007.

Basing on the carried out analyses of the work done by the ploughshare systems and promising technologies to grow grain crops the equipment for serial ploughshare systems with a bearing rolling up roller as well as that for a grain seed drill with an attached machine part containing some wavy disks to cultivate the soil are proposed.

The mathematical models of dynamics in the function of the experimental ploughshare system and the experimental no-till drill including their rational parameters bases have been worked out.

The profile of disks blade to cultivate the soil with the use of direct variation calculus methods has been based. The disk profile which is under the search enables to lower energy expenditures by 18 % in the comparison with the serial one.

The quality indices of no-till drill work according to the coefficient of the soil structure have been determined. The use of the soil cultivation attached machine part with wavy disks enables to raise the soil structure coefficient approximately by 1,9 times.

Key words: seeding process, seed drill, ploughshare system, an attached machine part to cultivate soil, energy economy, effectiveness.

Сергій Олександрович Дьяконов

**Обґрунтування параметрів технологічного процесу
і робочих органів сівалки прямого сіву**

Комп'ютерний набір і верстка
Г.В. Марута

Підп. до друку 16.02.2007. Формат 60x84/16. Гарнітура Таймс.
Обсяг 0,9 ум.-друк. арк.; 0,9 обл.-вид. арк. Тираж 100.
Замовлення 39

Дільниця оперативного друку ХНАУ. 62483. Харківська обл., Харківський
р-н, п/в „Комуніст-1”, навчальне містечко ХНАУ, тел. 99-77-80,
e-mail: admin @ agrouniver. Kharkov. com. ua