

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Мінька Сергія Анатолійовича** «Обґрунтування параметрів робочих органів фрезерної машини для обробітку ґрунту в пристовбурних смугах інтенсивного саду», представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва

Актуальність обраної теми

Відомо, що рівень механізації в галузі садівництва є дуже низьким і не перевищує 14%, забезпеченість садівничих господарств технікою становить 20 – 25%, а промисловість України спеціалізовану садову техніку практично не виробляє, що негативно впливає на подальший розвиток галузі.

Дослідженнями вітчизняних вчених встановлено, що найбільш перспективним способом утримання ґрунту в садах інтенсивного типу є комбінований спосіб, при якому вільна частина міжряддя утримується під задернінням, а пристовбурна смуга – під «чорним паром». Також доведено, що більш якісний обробіток ґрунту в пристовбурних смугах досягається за рахунок застосування фрезерних машин з робочими органами, які обертаються навколо вертикальної осі.

Основним недоліком роботи існуючих фрезерних машин даного типу є те, що ґрунт після обробітку містить тільки біля 51% агрегатів з розмірами від 0,25 мм до 10,0 мм (середня фракція), а це за шкалою оцінки структурно-агрегатного стану ґрунту згідно з ДСТУ4362 вважається «незадовільним». Під впливом вегетаційних поливів структурно-агрегатний стан ґрунту в пристовбурних смугах стає ще більше незадовільним. Це негативно впливає на фізіологічний стан дерев і, як наслідок, на зниження продуктивності плодкових насаджень і нераціональні витрати поливної води, а також створює сприятливі умови для розмноження гризунів.

Тому для садівницької галузі збереження «доброго» або «відмінного» структурно-агрегатного стану ґрунту є народногосподарською проблемою, вирішення якої можливе тільки за рахунок ефективного та своєчасного його обробітку. Для цього виробники садівницької продукції повинні мати в своєму розпорядженні ефективні ґрунтообробні машини, як правило, фрезерного типу з вертикальною віссю обертання робочих органів. Розробка таких машин з обґрунтованими кінематичними та конструктивно-технологічними параметрами робочих органів, які спроможні забезпечувати «добрий» або «відмінний» структурно-агрегатний стан ґрунту при мінімальних енергетичних витратах є актуальним науковим завданням.

Робота виконана у Таврійському державному агротехнологічному університеті згідно з науково – дослідною програмою «Розробка технології та технічних засобів для рослинництва в умовах зрошувального землеробства півдня України», державний реєстраційний номер 0107U008955 за тематичним пла-

ном НДДКР Таврійського державного агротехнологічного університету на 2011 - 2015 рр.

Це дає підставу вважати тему розглянутої дисертаційної роботи актуальною та такою, що має важливе народногосподарське значення.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Обґрунтованість наукових положень, основних висновків, сформульованих автором підтверджується результатами теоретичних досліджень, експериментальним матеріалом, практичним впровадженням і економією коштів.

Теоретичні дослідження з обґрунтування кінематичних та конструктивно-технологічних параметрів робочих органів фрезерної ґрунтообробної машини проведені з використанням положень теоретичної механіки, методів диференційного та інтегрального числення для розробки та дослідження математичної моделі процесу взаємодії робочих органів з ґрунтом.

Визначення оптимальних значень кінематичних параметрів фрези, а саме частоти обертання роторів для досягнення такої відносної швидкості часток ґрунту, при якій забезпечується бажана якість обробітку ґрунту і мінімізується потужність роботи фрези проведено методом математичного планування експерименту.

Експериментальні дослідження проведені в лабораторних і польових умовах відповідно до прийнятих методик та галузевих стандартів. Обробка результатів досліджень здійснена методами математичної статистики.

Основні положення дисертації доповідалися та обговорювалися у період з 2012 по 2016 роки на наукових конференціях різних рівнів, зокрема на 2 міжнародних.

Сформульовані в дисертаційній роботі висновки викладені лаконічно і зрозуміло. Вони достатньо повно відображають результати проведених теоретичних та експериментальних досліджень.

У першому висновку на основі проведеного аналізу встановлено, що найбільш перспективним способом утримання ґрунту в садах інтенсивного типу в ґрунтово-кліматичній зоні «Південний степ» є комбінований спосіб, при якому вільна частина міжряддя утримується під задернінням, а пристовбурна смуга – під «чорним паром».

У другому висновку за результатами узагальнених досліджень доведено, що обробіток ґрунту в пристовбурних смугах багаторічних насаджень доцільно проводити фрезерною машиною з вертикальною віссю обертання робочих органів. Доведено, що існуючий експериментальний зразок фрези МФ-1 обробляє ґрунт із забезпеченням коефіцієнта структурно-агрегатного стану 0,53, що не сприяє створенню умов для оптимального проходження біологічних процесів у ґрунті і, як наслідок, відбувається погіршення росту і розвитку плодкових дерев.

У третьому висновку доведено, що для утворення оптимального структурно-агрегатного стану ґрунту необхідно застосовувати робочі органи фрези у вигляді ножів, які мають криволінійну поверхню, а на підставі математичного моделювання процесу взаємодії робочої поверхні ножа з ґрунтом встановлено,

що робоча поверхня ножа має бути лінійчатою у вигляді прямого кругового циліндра з радіусом 0,097 м і максимальною довжиною дуги рівною 0,114 м при радіусі роторів 0,176 м та їх кутовій швидкості 15,8 рад/с. При цьому величина заднього кута різання ножа має дорівнювати 10° , відносна швидкість руху частки ґрунту по поверхні ножа зростає в 2 рази, а частота обертання роторів має бути в межах від 2 с^{-1} до 3 с^{-1} .

У **четвертому висновку** вказується на те, що для збереження структурно-агрегатного стану ґрунту в пристовбурних смугах плодових насаджень на зрошенні необхідно застосовувати механізований обробіток ґрунту після проведення третього або четвертого поливу.

У **п'ятому висновку** акцентовано увагу на те, що максимальне значення коефіцієнту структурності ґрунту 0,7, який відповідає оцінці «добрий» досягається запропонованою фрезною при частоті обертання роторів $2,7 \text{ с}^{-1}$, швидкості руху машино-тракторного агрегату 0,65 м/с та глибині обробітку до 9 см. При цьому значення крутного моменту дорівнює 175,8 Н м, що у 5 разів менше ніж у базовій фрези МФ-1, а коефіцієнт варіації дослідних даних знаходився в межах від 25% до 45%, а похибка – від 2,5% до 4,5%.

У **шостому висновку** за результатами науково-виробничої перевірки доведена ефективність застосування розробленої фрези МФ-1М, яка полягала у забезпеченні обробітку ґрунту з коефіцієнтом структурності 0,7, досягнуто 90% знищенні бур'янів та підвищення захисту плодових насаджень від гризунів.

Сьомий висновок надає оцінку застосування модернізованого зразка фрезерної машини МФ-1М з запропонованими робочими органами, який за рахунок зменшення прямих експлуатаційних витрат дозволив заощадити на кожному гектарі оброблюваної площі не менше 226 грн. в порівнянні з базовим зразком, або 36612 грн./рік при сезонному навантаженні 162 га.

Достовірність і новизна досліджень та одержаних результатів

Здобувач розробив та ретельно виконав програму досліджень щодо обґрунтування конструктивних параметрів та режимів роботи фрези.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що:

- вперше отримано закономірності впливу вегетаційних поливів саду інтенсивного типу на структурно-агрегатний стан ґрунту, що дозволяє визначати агротехнічні строки механізованого обробітку пристовбурних смуг;

- отримало подальший розвиток теорія проектування робочих органів ґрунтообробних фрезерних машин в частині визначення динаміки руху ґрунту по криволінійній поверхні ножів, які обертаються навколо вертикальної осі, що дозволяє визначати кінематичні та конструктивно-технологічні параметри фрезерних машин;

- вперше отримано рівняння дальності польоту частки ґрунту для ножів з вертикальної віссю обертання, що дозволяє визначити якість формування обробленої зони пристовбурної смуги.

Результати наукових досліджень, що представлені в дисертаційній роботі, є достовірними, а загальні висновки та положення, які відображають суть дисертаційної роботи є достатньо обґрунтованими.

Значимість для науки та практики виконаної здобувачем роботи

Розроблені методичні засади проектування геометричних параметрів робочих органів з урахуванням технологічних режимів роботи фрезерної машини, які можна використовувати при розробці конструкторської документації на даний тип машин. Модернізовано фрезерні ротори експериментального зразка фрезерної машини МФ-1, які було впроваджено в технологічний процес догляду за ґрунтом в пристовбурних смугах насаджень абрикосу, черешні і яблуні в листопаді 2014 року та у період вегетації дерев 2015 року на площі 250 га ТОВ «Лана» Михайлівського району Запорізької області та в навчальний процес ТДАТУ. Запропоновану конструкцію фрезерної машини захищено патентом України № u201510164.

Оцінка структури та змісту дисертації, її завершеності в цілому

Дисертація Мінька С.А. є завершеною науковою роботою. Структурно вона складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел із 115 найменувань, та додатків. Загальний обсяг роботи становить 147 сторінок тексту, з яких на 127 сторінках викладено основний текст роботи, на 20 сторінках – додатки, на 6 сторінках – список використаних джерел. Дисертація включає 56 рисунків (графіки, схеми і фотографії) та 20 таблиць.

У **вступі** обґрунтовано актуальність роботи, сформульовано мету й основні завдання досліджень, наведено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів.

У **першому розділі «Особливості вирощування плодкових насаджень в ґрунтово-кліматичній зоні «Південний степ»** наведено способи утримання ґрунту в плодкових насадженнях, засоби механізації обробітку ґрунту в пристовбурних смугах та аналіз інформаційних джерел з огляду механізації робіт в галузі.

На основі проведеного аналізу встановлено, що найбільш перспективним способом утримання ґрунту в садах інтенсивного типу в ґрунтово-кліматичній зоні «Південний степ» є комбінований спосіб, при якому вільна частина міжряддя утримується під задернінням, а пристовбурна смуга – під «чорним паром».

Аналіз існуючих засобів механізації показав, що конструктивні рішення, які були досягнуті в експериментальному зразку фрезерної машини МФ-1, найбільш близькі до визначених вимог. Машина ефективно звільнює пристовбурну смугу від бур'янів, але рихлення ґрунту залишається незадовільним – частка ґрунтових агрегатів від 0,25 до 10 мм, складає тільки 37%, а відповідно до вимог ДСТУ 4362 частка таких агрегатів повинна бути не менше 60-80%.

Зауваження до першого розділу:

Автору доцільно було б навести більш повну класифікацію способів обробітку ґрунту в плодкових насадженнях з урахуванням того, що в ряді країн світу широко застосовується хімічний метод обробки пристовбурних та міжстовбурних смуг саду. Слід також зауважити, що звичайно в садах механічний обробіток ґрунту виконується як у пристовбурних так і міжстовбурних смугах. Пропонуємий варіант догляду за ґрунтом не передбачає такий комплекс робіт. Як результат остається необробленою міжстовбурна смуга (пасмуга) шириною біля 0,5-0,7 м.

У другому розділі «**Теоретичні дослідження з обґрунтування параметрів робочих органів та режиму роботи фрезерної машини**» наведено конструктивно-технологічну схему фрезерної машини та результати математичного моделювання процесу взаємодії ґрунту з її робочими органами (ножами), що обертаються навколо вертикальної осі.

За результатами узагальнених досліджень, щодо обробітку ґрунту в пристовбурних смугах багаторічних насаджень, дійшли висновку про доцільність обробітку ґрунту в пристовбурних смугах фрезою з робочими органами, що повертаються навколо вертикальної осі. Така конструктивна схема була реалізована в дослідному зразку фрезерної машини МФ-1 з робочими органами у вигляді циліндричних розпушувальних стержнів, розташованих під кутом до вертикалі. Але основним недоліком роботи таких робочих органів є незадовільний структурно-агрегатний стан ґрунту. Тому була запропонована фрезерна машина, яка містить два ротори з ножами. Геометричним моделюванням обґрунтовано параметри ножа, а за розробленою математичною моделлю руху ґрунту визначені оптимальні значення кінематичних параметрів фрези, а саме частоти обертання роторів для досягнення такої відносної швидкості часток ґрунту, при якій забезпечується бажана якість обробітку ґрунту і мінімізується потужність на забезпечення роботи фрези.

Зауваження до другого розділу:

В представленому теоретичному аналізі доцільно пояснити:

- фізичну суть появи підйомної сили під час розпушення ґрунту та відповідного руху часток ґрунту по траєкторії, яка є гвинтовою лінією;
- суттєве збільшення відносної швидкості часток ґрунту (в 2 рази) в порівнянні з швидкістю ножів фрези.

Доцільно було б в математичній моделі руху ґрунту по поверхні ножа передбачити можливість моделювання відносної швидкості руху ґрунту на різних рівнях висоти ножа, що дозволило б отримати характеристики траєкторій руху і перейти до виявлення залежностей впливу параметрів ножа на величину підйомної сили і визначення її частки в ступені розпушення ґрунту.

Залежність середньої дальності відкидання частки ґрунту ножом від коефіцієнту тертя (рис. 2.10) знаходиться в межах від 0,4 до 0,62, що не дає підс-

тави для висновка-прогнозу (стор. 66) про розкидання ґрунту на величину не більше 0,16 м з кожної сторони полоси.

Графіки залежностей коефіцієнтів сил, які сприяють руху частки ґрунту і які стримують рух від коефіцієнту тертя (рис. 2.11) потребують уточнення.

У третьому розділі «**Експериментальні дослідження**» наведено методику і результати проведення лабораторного дослід з визначення змін структурно-агрегатного стану ґрунту в пристовбурних смугах плодових насаджень під дією води, а також програму, методику і результати польових досліджень модернізованого експериментального зразка фрези МФ-1М.

З урахуванням того що поливи плодових насаджень відбуваються системами краплинного зрошення, а вода потрапляє в пристовбурні смуги, то необхідно дослідити динаміку зміни у структурно-агрегатному складі ґрунту. В даному розділі наведені результати лабораторного дослід з визначенню змін в структурно-агрегатному складі ґрунту під дією вегетаційних поливів, на підставі яких визначено, що структура ґрунту погіршується після четвертого поливу і виникає необхідність у застосуванні фрези, яка повертає структуру ґрунту у стан до попереднього поливу. Також наведено результати лабораторно-польових випробувань запропонованої фрези, під час яких здійснено математичне планування експерименту з визначення енергетичних характеристик роботи фрези та якості обробітку ґрунту пристовбурної смуги.

Зауваження до третього розділу:

Доцільно було б провести планований експеримент для встановлення впливу зміни куту різання ґрунту ножом на якість розпушення ґрунту та витрати енергії на фрезерування, що дало б можливість підтвердити оптимальність прийнятого в роботі кута різання 10° .

Під час проведення лабораторно-польових досліджень модернізованого експериментального зразка фрезерної машини МФ-1М, які були проведено протягом вегетаційного періоду в саду, доцільно було би проаналізувати також наявність та ступень подрібнення рослинних решток.

В четвертому розділі було проведено науково – виробничу перевірку фрези з розробленими робочими органами МФ-1М у складі з трактором ЮМЗ-6 в насадженнях абрикосу, черешні і яблуні ТОВ «Лана» Михайлівського району Запорізької області. Під час перевірки вимірюванню підлягали параметри пристовбурних смуг до обробітку фрезерної машини і після, а також параметри фрези в процесі обробітку.

За результатами перевірки було встановлено, що коефіцієнт структурності ґрунту становила 0,7, а щільність ґрунту зменшилась на 76,4% і становила $0,65 \text{ г/см}^3$; а середнє напрацювання на технічну відмову досягало 500 мото-год., а за нормативними вимогами - цей показник має бути не нижче 150 мото-год. При цьому економічна ефективність фрезерної машини МФ-1М склала 36612 грн./рік при сезонному навантаженні 162 га.

Зауваження до четвертого розділу:

Порівняння фрези МФ-1М з фрезою ФА-0,76 не зовсім коректно, оскільки фреза ФА-0,76 призначена для обробки пристовбурних та міжстовбурних смуг. Основний ефект фрези МФ-1М в покращенні якості структури верхнього шару ґрунту, але необхідно би урахувати і наявність та ступінь подрібнення рослинних рештків.

Для покращення виробничої перевірки ефективності застосування фрезерної машини доцільно було б оцінити стан ґрунту в пристовбурних смугах оброблених фрезою на початку наступного вегетаційного періоду в порівнянні з іншими способами обробітку, що надало б уявлення про зміни у структурно-агрегатному складі ґрунту на протязі часу і надати більш ґрунтовною оцінку з урахування того, що плодові насадження є багаторічними культурами .

Дисертація належно оформлена та по обсягу відповідає встановленим вимогам до кандидатських дисертацій.

Повнота викладення матеріалів дисертації в опублікованих роботах

Основні результати роботи доповідались на щорічних науково-технічних конференціях професорсько-викладацького складу, аспірантів, співробітників і магістрів Таврійського державного агротехнологічного університету (2012 – 2016 рр.), Міжнародній науково-практичній конференції «Імпортозамінні технології вирощування продукції садівництва та рослинництва» (Умань, 2015 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Природне агровиробництво в Україні: проблеми становлення, перспективи розвитку» (Дніпропетровськ, 22 - 23 жовтня 2015 р.).

Загальний зміст дисертації в достатній мірі відображено у 7 друкованих працях, в тому числі у 3 фахових виданнях, та 2 одноосібні статті у закордонних виданнях включених у наукометричні бази.

За результатами досліджень отримано патент на корисну модель № 108125 U «Фрезерна машина для обробітку ґрунту».

Зміст автореферату відповідає та повністю відображає основні положення дисертаційної роботи. Структура та оформлення автореферату відповідають існуючим вимогам до його оформлення.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Мінька Сергія Анатолійовича «Обґрунтування параметрів робочих органів фрезерної машини для обробітку ґрунту в пристовбурних смугах інтенсивного саду» є закінченою самостійною науковою працею, в якій отримано нові, науково обґрунтовані результати, що в сукупності становлять нове вирішення актуального науково - технічного завдання щодо поліпшення якості та зниження енергоємності процесу обробітку ґрунту в пристовбур-

них смугах плодкових насаджень інтенсивного саду шляхом обґрунтування кінематичних та конструктивно-технологічних параметрів фрезерної машини з обертанням робочих органів навколо вертикальної осі.

Незважаючи на вказані зауваження, дисертаційна робота виконана на високому теоретичному та експериментальному рівнях, відповідає існуючим вимогам, що пред'явлені до дисертацій на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва, а її автор Мінько Сергій Анатолійович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук.

Офіційний опонент:
доктор технічних наук, професор,
професор кафедри «Транспортні
технології та засоби у АПК»

С. Г. Фришев

Підпис професора Фришева С. Г.
Т-80 Начальник відділу кадрів НУБіП



М. В. Михайліченко
М. В. Михайліченко