

## 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**

Низький рівень механізації в садівництві та мале забезпечення садівничих господарств технікою призвели до зростання трудомісткості при виробництві продукції в цій галузі.

Встановлено, що найкращим способом утримання ґрунту в садах інтенсивного типу є комбінований спосіб, при якому вільна частина міжряддя утримується під задернінням, а пристовбурна смуга – під «чорним паром». Найбільш якісний обробіток ґрунту в пристовбурних смугах досягається за рахунок застосування фрезерних машин з вертикальними робочими органами.

Проте існуючі сьогодні фрези не можуть забезпечити доброї якості розпушення ґрунту. 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». В процесі виробництва стан ґрунту ще більш погіршується в результаті поливів, а це негативно впливає на фізіологічний стан дерев і, як наслідок, відбувається зниження продуктивності плодкових насаджень і нераціональна витрати поливної води.

З аналізу стає зрозуміло, що вирішення питання «доброго» або «відмінного» структурно-агрегатного стану ґрунту в садах є важливою проблемою, вирішення якої можливе тільки за рахунок ефективного та своєчасного його обробітку. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є розробка та виробництво для садівничих господарств ґрунтообробних машин фрезерного типу з вертикальною віссю обертання робочих органів. Розробка таких машин з обґрунтованими кінематичними та конструктивно-технологічними параметрами робочих органів з метою забезпечення якісного структурно-агрегатного стану ґрунту при зменшенні 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 планом 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.

Обґрунтування кінематичних та конструктивно-технологічних параметрів робочих органів ґрунтообробної фрези проведено з використанням положень теоретичної механіки, методів диференційного та інтегрального числення для розробки та дослідження математичної моделі процесу взаємодії робочих органів з ґрунтом.

Оптимальні значення частоти обертання роторів фрези та відносної швидкості часточок ґрунту, при яких можливо досягти найкращої якості обробітку, визначені 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** вказано, 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** зазначається, що подальші дослідження стосовно покращення якості обробітку ґрунту в пристовбурних смугах багаторічних насаджень доцільно проводити в напрямку створення фрезерної машини з вертикальною віссю обертання робочих органів. Доведено, що існуючі на сьогодні прототипи обробляють 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 робочі органи фрези у вигляді ножів, які мають криволінійну поверхню найкраще підходять для утворення оптимального структурно-агрегатного стану ґрунту. За допомогою 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  $10^\circ$ , відносна швидкість руху частки ґрунту по поверхні ножа зростає в 2 рази, а частота обертання роторів має бути в межах від  $2 \text{ с}^{-1}$  до  $3 \text{ с}^{-1}$ .

У **четвертому висновку** на основі аналізу статистичних даних вказано, що для покращення стану ґрунту в пристовбурних смугах плодових насаджень на зрошенні необхідно застосовувати механізований обробіток ґрунту після проведення третього або четвертого поливу.

У **п'ятому висновку** зазначається, що розроблена фреза при частоті обертання роторів  $2,7\text{с}^{-1}$ , швидкості руху машино-тракторного агрегату  $0,65\text{ м/с}$  та глибині обробітку до  $9\text{ см}$  забезпечує максимальний коефіцієнт структурності ґрунту  $0,7$ , який відповідає оцінці «добрий». При цьому значення крутного моменту значно нижче від прототипу і дорівнює  $175,8\text{ Нм}$ .

У **шостому висновку** за результатами науково-виробничої перевірки доведена ефективність застосування розробленої фрези МФ-1. Встановлено, що при якісному обробітку ґрунту з коефіцієнтом структурності  $0,7$  досягається додатково до  $90\%$  знищення бур'янів та підвищення захисту плодових насаджень від гризунів.

**Сьомий висновок** показує ефективність застосування модернізованої фрези із запропонованими робочими органами, яка дозволяє зменшити прямі експлуатаційні витрати на  $226\text{ грн.}$  на гектар в порівнянні з базовим зразком, або  $36612\text{ грн./рік}$  при сезонному навантаженні  $162\text{ га}$ .

### **Достовірність і новизна досліджень та одержаних результатів**

Здобувач розробив та ретельно виконав програму досліджень щодо обґрунтування конструктивних параметрів та режимів роботи розпушувача викопувального плуга.

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 **«Особливості вирощування плодкових насаджень в ґрунтово-кліматичній зоні «Південний степ»** зроблено аналіз існуючих способів утримання ґрунту в садах та засобів механізації для його обробітку.

Даний аналіз дав змогу встановити, 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».

Огляд існуючих конструкцій садових фрез показав, що найкращим прототипом є фрезерна машина МФ-1, проте й вона не може забезпечити потрібної якості обробітку. Машина добре справляється зі знищенням бур'янів, але розпушення ґрунту залишається на низькому рівні – частка ґрунтових агрегатів від 0,25 до 10 мм, складає тільки 37%, а відповідно до вимог частка таких агрегатів повинна бути не менше 60-80%.

#### **Зауваження до першого розділу:**

1. Дані таблиці 1.1 стосовно кліматичних умов наведені лише по 2012 рік. Автору потрібно було б продовжити далі цю статистику, щоб мати змогу точніше оцінити ситуацію стосовно зменшення кількості опадів у регіоні.

2. Потрібно було б привести аналіз попередніх теоретичних досліджень стосовно роботи фрезерних машин з вертикальними барабанами.

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

Саме фреза з вертикальним барабаном дозволить досягти необхідної якості обробітку ґрунту в пристовбурних смугах багаторічних насаджень. За прототип було взято фрезу МФ-1 з робочими органами у вигляді циліндричних ро-

зпущувальних стержнів, розташованих під кутом до вертикалі. Але основним недоліком роботи таких робочих органів є незадовільний структурно-агрегатний стан ґрунту.

Тому автором запропоновано конструкцію ґрунтообробної фрези, яка містить два вертикальні ротори з ножами. Геометричним моделюванням обґрунтовано параметри ножа, а розроблена математична модель руху ґрунту дала змогу визначити оптимальні значення кінематичних параметрів фрези, за яких забезпечується бажана якість обробітку ґрунту і мінімізується потужність на привід фрези.

#### **Зауваження до другого розділу:**

1. При визначенні швидкості руху частинок ґрунту по поверхні ножа потрібно було б врахувати фізико-механічні властивості ґрунту.

2. Частинка ґрунту розглядається як окрема матеріальна точка і не враховано вплив на неї інших частинок ґрунту, в шарі яких вона рухається.

3. Не зрозуміло чому частинки ґрунту будуть рухатися по поверхні ножа по гвинтовій лінії і яка буде вертикальна складова цього руху. Це питання потрібно було детальніше розглянути.

У третьому розділі «**Експериментальні дослідження**» наведено методику і результати проведення лабораторного дослідження з визначення залежності між кількістю та інтенсивністю поливів багаторічних насаджень та структурно-агрегатним складом ґрунту у пристовбурних смугах. Також розроблено програму, методику і результати польових досліджень запропонованої фрези з вертикальними осями обертання барабанів.

Зміна структурно-агрегатного складу ґрунту відбувається динамічно в процесі поливу багаторічних насаджень крапельними системами зрошення. В ході лабораторних досліджень було встановлено, що під дією вегетаційних поливів структура ґрунту погіршується після четвертого поливу і виникає необхідність у застосуванні фрези, яка повертає структуру ґрунту у стан до попереднього поливу. Також у розділі наведено програму, методику та результати лабораторно-польових випробувань удосконаленої фрези, під час яких здійснено математичне планування експерименту з визначення якісних показників роботи фрези та енерговитрат при обробітку пристовбурних смуг.

#### **Зауваження до третього розділу:**

1. Не проведено порівняння експериментальних та теоретичних досліджень, що ускладнює визначення адекватності математичних моделей, отриманих теоретичними методами.

**В четвертому розділі** було проведено науково-виробничу перевірку фрези з розробленими робочими органами в насадженнях абрикосу, черешні і яблуні в умовах ТОВ «Лана» Михайлівського району Запорізької області. Під час перевірки контролювалися як параметри ґрунту в пристовбурних смугах до фрезерування і після, так і параметри фрези в процесі обробітку.

Перевірка показала, що вдосконалена фреза дає змогу отримати коефіцієнт структурності ґрунту 0,7, при цьому щільність ґрунту зменшилась на 76,4% і

становить  $0,65 \text{ г/см}^3$ , а середнє напрацювання на технічну відмову досягало 500 мото-год. Економічна ефективність використання нової фрезерної машини МФ-1М склала 36612 грн./рік при сезонному навантаженні 162 га.

#### **Зауваження до четвертого розділу:**

При визначенні економічної ефективності для порівняння була взята фреза ФА-0,76, яка має все ж інше призначення – обробіток саме міжстовбурних смуг. Дана фреза має більш складну будову, що відбивається на її вартості, а тому для порівняння краще було б взяти іншу модель.

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 «Імпортзамінні 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 друківаних 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 дозволили комплексно вирішити актуальне на сьогодні завдання з покращення якості технологічного процесу обробітку ґрунту в пристовбурних смугах багаторічних плодових насаджень з одночасним зниженням енергоємності шляхом обґрунтування кінематичних та конструктивно-технологічних параметрів фрези з вертикальними барабанами.

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:  
кандидат технічних наук, доцент,  
зав. кафедри процесів, машини  
та обладнання АПВ Уманського  
національного університету садівництва

  
А.В. Войтік

