

ВІДГУК

офіційного опонента

доктора технічних наук, член-кореспондента Національної академії аграрних наук України, професора Кушнар'юва Артура Сергійовича на дисертаційну роботу Вольського Володимира Анатолійовича "Удосконалення параметрів ґрунтообробних сферичних дискових робочих органів з нахилоною віссю обертання", подану до захисту у спеціалізовану вчену раду Д 27.358.01 Національного наукового центру "Інститут механізації та електрифікації сільського господарства" на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва

1. Актуальність теми дисертації.

ґрунтообробні знаряддя зі сферично-дисковими робочими органами мають високу технологічну надійність серед інших робочих органів. В системі передпосівного обробітку ґрунту в Україні широкого застосування набуває обробіток ґрунту знаряддям з сферично-дисковими робочими органами. Використання цих знарядь забезпечує скорочення термінів підготовки ґрунту до посіву, зниження енерговитрат та витрат праці на 20-22 % в порівнянні з іншими типами ґрунтообробних машин. Однак, із-за своїх конструкційних особливостей ґрунтообробні знаряддя оснащені серійними робочими органами не повною мірою забезпечують агротехнічні вимоги стосовно заробки добрив, рослинних решток, гербіцидів тощо, а також призводять до часткового руйнування цінних структурних формувань ґрунту.

Для виконання обробітку ґрунту на глибину до 18 см на ринку сільськогосподарської техніки пропонуються ґрунтообробні знаряддя зі сферично-дисковими органами, диски яких крім кута атаки встановлюють під кутом до вертикалі. Підвищення складності конструкції цього знаряддя окупається покращенням показників якості обробітку ґрунту і зменшення затрат енергії. Перспективним напрямком для вирішення цієї проблеми є пошук та конструювання ґрунтообробних знарядь зі сферично-дисковими робочими органами, диски яких крім кута атаки встановлені під кутом до вертикалі.

Тому враховуючи вище зазначене, тема дисертаційної роботи Вольського Володимира Анатолійовича є актуальною. Вона виконувалась у відповідності з тематичними планами науково-дослідних робіт, що проводились в Національному науковому центрі «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» протягом 2007-2014 років (№ ДР 0107 У 012422 та № ДР 0111 У 004183).

2. Структура, зміст, методологія та оформлення дисертації.

Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Основна частина викладена на 126 сторінках машинописного тексту. Робота містить 69 рисунків, 10 таблиць, список використаних джерел 121 найменування та 16 додатків. Повний обсяг роботи становить 196 сторінок.

У вступі розкрито сутність і стан наукової проблеми та обґрунтовано актуальність і доцільність виконання дисертаційної теми, визначено та сформовано мету і задачі досліджень, наведено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, подані відомості про апробацію, публікації та структуру дисертації.

У першому розділі на основі огляду літературних джерел за темою дисертаційної роботи наведено сучасний стан технологічних процесів і засобів механізації обробки ґрунту з використанням дискових знарядь під сівбу сільськогосподарських культур.

Проведений аналіз відомих результатів теоретичних досліджень свідчить про те, що в цих дослідженнях не враховується реакція взаємодії дискового робочого органа з ґрунтом, а прийнятий напрям різання ґрунту за напрямком повздовжнього руху дискової борони не відповідає положенням теоретичної механіки та опору матеріалів. Це стосується не тільки прийнятого напрямку, а і величини кута різання ґрунту, яка перевищує 90° , що не поєднується з процесом різання ґрунту. Раніше прийняті поняття, щодо понять з кутом атаки також не відповідають дійсності.

Тому у дисертанта з'явилася нагальна потреба в виявленні дійсної суті процесу взаємодії сферично-дискового робочого органа з ґрунтом і одержані аналітичні моделі визначення кута різання ґрунту в залежності від параметрів цього робочого органа, що безпосередньо пов'язане з принципом роботи дискового ґрунтообробного знаряддя. На думку автора дисертації аналіз відомих результатів експериментальних досліджень мають такі суперечні висновки, які полягають в різному уявленні суті принципу роботи сферично-дискового робочого органа, диск якого вільно обертається навколо осі.

У другому розділі обґрунтовано та доведено те, що за прийнятим напрямом різання ґрунту в напрямку повздовжнього руху дискової борони неможливо і навіть складно уявити або одержати зображення кута різання у контакті з ґрунтом.

Дисертантом концептуально доведено, що обертання диска здійснюється за рахунок тертя скиби ґрунту на внутрішній сферичній поверхні диска і сформульована умова принципу роботи сферично-дискового робочого органа, диск якого вільно обертається навколо осі. За рахунок зусилля цього тертя долається також сила реакції різання ґрунту. За цією умовою ґрунт відносно сферичної поверхні не переміщується, а вільно скидається при обертанні диска, яке здійснюється за рахунок повздовжнього руху осі диска. При цьому точки леза диска за рахунок миттєвого центра повертання мають часткове прискорення за напрямком обертання диска.

На основі обґрунтованих положень процесу роботи сферично-дискового робочого органа дисертантом виведена математична модель для визначення кута різання ґрунту, яка об'єднує всі параметри сферично-дискового робочого органа, мінімально можлива величина якого використана, як критерій при обґрунтуванні вибору раціональних параметрів цього робочого органа.

Автором зроблено пояснення, щодо прийнятих раніше процесів буксування

та ковзання диска при його роботі. З умови запобігання тертя зовнішньою поверхнею диска об ґрунт сформульовано умову та визначено мінімально можливу величину кута атаки диска та максимально можливу величину його нахилу до вертикалі.

Розглянуто питання, щодо визначення нормального тиску від його реакції на внутрішню поверхню сферичного диска, з врахуванням якого визначається обертальний момент сил, за рахунок якого здійснюється обертання диска навколо осі. Здійснено визначення координат розміщення зафіксованої точки леза диска в процесі його обертання відносно точки найбільшого її заглиблення, а також її переміщення в ґрунтовому середовищі.

У третьому розділі «Програма і методика експериментальних досліджень» сформульовано мету експериментальних досліджень, яка полягає у встановленні адекватності отриманих теоретичних залежностей з результатами експериментальних досліджень. Програма передбачає визначення умов проведення експериментальних досліджень та складових сил опору (повздожньої P_x , бокової P_y та вертикальної P_z) в залежності від швидкості руху та глибини обробітку ґрунту. Методика визначення умов проведення експериментальних досліджень відповідає чинним національним і галузевим стандартам.

Для замірів сили тяги, бокової та вертикальної сил опору створено експериментальна установка на базі одного сферичного дискового робочого органа, який змонтовано на тензометричній рамі з трьома тензодатчиками DEF-A2, розраховану на тягу трактора ЮМЗ-6КЛ. Виконано тарування цієї установки в трьох взаємно перпендикулярних напрямках, обґрунтовано кількість замірів з врахуванням надійності 0,95 та відносної статистичної похибки $\Delta = 3\delta$, що дорівнює близько 100 замірів, запис яких здійснювався протягом 10 с при швидкості руху установки $V_n = 7,2$ км/год.

Результати обробки записаних даних здійснювався з використанням методів математичної статистики з застосуванням ПЕОМ та відповідного програмного забезпечення.

У четвертому розділі наведено результати експериментальних досліджень, які одержані на дослідних ділянках ННЦ «ІМЕСГ» (сmt. Глеваха, Васильківський р-н, Київська обл.) в лісостеповій зоні на чорноземі середньо суглинковому, середня твердість якого була близько 2,3 кПа, щільність ґрунту була в межах 1,1-1,25 г/см³ при вологості до 20 %.

Для обертання від відхилення убік всієї установки з обох боків рами встановлені плоскі дискові стабілізатори.

Для того щоб впевнитися в дійсному переміщенні точок леза диска, він вибраний у з трапецеїдальними вирізами, що дало можливість за формою профілю борозни переконатися в вірності обґрунтованого теоретичним методом фактичного переміщення точок леза в ґрунтовому середовищі.

За одержаними в результаті комп'ютерної обробки рівняннями регресії побудовано в трьохвимірному зображенні графіки залежностей P_x , P_y і P_z від швидкості руху і глибини обробки ґрунту. Проте зробити детальний аналіз за такими зображеннями графіків складно. Тому за цими ж даними побудовано двохмірні графіки залежностей цих сил від швидкості руху при глибині

дискування на 6, 12 і 18 см. Було визначено, що коефіцієнти відношення бокової (n) і вертикальної (m) сил тяги при різній глибині обробітки практично однакові і залежать тільки від швидкості руху. Найменше питоме зусилля дискування ґрунту спостерігається при глибині 12-16 см з деяким збільшенням його при зменшенні або збільшенні глибини обробітки ґрунту. Визначено також, що при зміні середньої величини сили тяги в межах від 437 до 1059 Н і швидкості руху від 7,6 до 11,1 км/год, коефіцієнт варіації змінюється від 0,164 до 0,225, а середньоквадратичне відхилення при цьому змінюється від 71,7 до 446 Н.

Порівняння експериментальних даних сили тяги і одержаних при теоретичних дослідженнях для $D_{disc} = 660$ мм, $R_{ef} = 660$ мм, $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 15^\circ$ і $h = 18$ см залежно від швидкості руху від 7,6 до 11,1 км/год свідчить про те, що розбіжність цих даних дорівнює 14,4 %. Середньоквадратичне відхилення величиною в межах 71,7 – 446 Н і коефіцієнтом варіації 6,4 – 22,49 % при швидкості руху 7,6 – 11,1 км/год уможливило стабільність робочого процесу диска.

У п'ятому розділі визначено, що застосування ґрунтообробних знарядь з сферично-дисківими робочими органами, диски яких мають нахилу вісь обертання, порівняно з батарейною дисковою бороною БДМ-2,4, яка не має нахилу дисків до вертикалі, при річному нормативному навантаженні 200 годин річна економія енерговитрат становить 689,5 кВт-год або 2482,5 МДж, що в перерахунку на паливо дорівнює 75,2 кг.

Додатки містять 16 документів і доповнюють основний зміст дисертації.

Методологія дисертації сучасна, включає експериментальну перевірку основних положень та застосування математичних методів із використанням ПК.

Дисертація написана грамотною технічною мовою і за оформленням відповідає вимогам МОН України.

3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій.

Автор вносить на захист науково обґрунтоване удосконалення параметрів ґрунтообробних сферично-дисківих робочих органів з нахиленою віссю обертання на основі уточнення уявлення про взаємодію робочого органу з ґрунтом.

Теоретичні та експериментальні дослідження є послідовними, логічними, обґрунтованими. Отримані автором результати скеровані на уточнення прийнятого раніше напрямку різання ґрунту з врахуванням положень теоретичної механіки і опору матеріалів, що дозволяє одержати більш досконалу математичну модель визначення кута різання ґрунту.

Наукові положення обґрунтовано у достатній мірі на достатньо високому рівні.

Загальні висновки дисертації, які складаються з 7-ми пунктів. Обумовлені проведенням теоретичних та експериментальних підтверджених досліджень і обґрунтовані ними. Всі вони загалом логічно витікають з матеріалів дисертації та вірно відображають результати досліджень.

4. Достовірність і новизна висновків і рекомендацій.

Достовірність результатів досліджень забезпечується високою ступінню адекватності теоретичних моделей та експериментальних даних, а також використанням вимірювальних приладів високої точності.

Обґрунтованість та достовірність отриманих результатів і сформульованих не викликає сумніву.

Наукові положення, методи експериментальних досліджень достатньою мірою обґрунтовані, базуються на сучасних методиках як теоретичних, так і експериментальних дослідженнях у галузі взаємодії сферичного дискового робочого органу з ґрунтом та уточненого принципу роботи такого робочого органу.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у наступному:

- вперше наведені аналітичні залежності для визначення раціональної величини меж зміни кута різання від зміни кута атаки, кута нахилу до вертикалі, діаметра диска, сферичності диска, кута загострення леза диска, обробітку ґрунту сферичним дисковим робочим органом;

- вперше шляхом математичного моделювання визначено умову раціональних граничних значень кута атаки та кута нахилу диска до вертикалі у вигляді математичної моделі з метою недопущення збільшення зусилля опору тертя зовнішньою сферичною поверхнею диска по ґрунту;

- визначено раціональні межі кута різання ґрунту та встановлено, що він визначається за напрямом переміщення точок леза відносно ґрунтового середовища вбік напрямку руху дискової борони заглиблюючись під дією її маси.

Практична цінність роботи полягає у наступному:

- отримана аналітична база у вигляді математичної моделі визначення кута різання ґрунту для використання в якості критерію оцінки при виборі та обґрунтуванні раціональних параметрів сферичних дисків;

- розроблено експериментальний зразок сферичного дискового робочого органу з віссю вільного обертання нахиленої під кутом до горизонтальної площини;

- визначено раціональні конструкційні параметри сферично-дискового робочого органу, що впливають на підвищення якості обробітку ґрунту ьта зниження енерговитрат;

- визначено техніко-економічну ефективність дискової борони з сферично-дисковим робочим органами в порівнянні з бороною робочі органи, якої не мають кута нахилу до вертикалі;

- результати виконаних наукових досліджень прийняті до впровадження в ДП ДГ «Оленівське» (с. Оленівка, Фастівський р-н, Київська обл.), ВО ПАТ «Восход» (м. Корсунь-Шевченківський, Черкаська обл.), Подільському державному аграрно-технічному університеті (м. Кам'янець-Подільський, Хмельницька обл.), ТОВ ІСМ «Промінь» (м. Біла Церква, Київська обл.) та ПАТ «Кам'янець-Подільськсільмаш» (м. Кам'янець-Подільський, Хмельницька обл.)

5. Відповідність змісту автореферату основним положенням дисертації.

Зміст автореферату в повній мірі відображає основні положення та результати, отримані в даній роботі.

В авторефераті наведені актуальність теми; зв'язок роботи з науковими

програмами, планами, темами; мета, задачі, об'єкт, предмет та методи дослідження; наукова новизна та практичне значення одержаних результатів; особистий внесок здобувача; апробація результатів дисертації; публікації; структура дисертації; основний зміст роботи; висновки; список опублікованих праць за темою дисертації; анотації українською, російською (розширена) та англійською мовами.

Висновки дисертації та автореферату ідентичні. Оформлення автореферату відповідає вимогам нормативних документів.

6. Повнота викладу наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації в опублікованих працях.

Результати виконаних автором досліджень достатньо повно відображені у 6-ти наукових працях, з яких 6 – у провідних фахових виданнях, 1 – у міжнародному виданні і 7-ми патентах України, а також 4-ох матеріалах і тезах конференцій.

7. Зауваження по роботі.

Не має сумніву, що в цілому для покращення цієї роботи можна зробити нескінчену кількість зауважень в питаннях що стосуються залежностей якісних показників роботи від фізико-механічних властивостей різних типів ґрунтів, їх твердості, щільності, вологості, швидкості руху агрегату; боротьби з бур'янами. Подрібнення та заробка рослинних решток та добрив з метою ефективного споживання поживних речовин; процесу покращення заглиблення і стабільності руху агрегату від маси борони, вдалого поєднання кутів атаки та нахилу дисків до вертикалі, твердості, щільності та вологості різних типів ґрунтів, параметрів сферично-дисккових робочих органів, дисків з вирізами різної конфігурації та без вирізів.

На вимогу в роботі додержуватися однакових термінів і означень слід відзначити, що бувають випадки, коли в опису зустрічаються різні назви одного і того ж параметра. Так, в даній роботі кут відхилення осі диска від горизонталі – конструкційний параметр, а кут відхилення від вертикалі – технологічний параметр, хоч в дійсності це одне і теж.

Гадається, що в майбутньому всі ці питання будуть вирішені і можливо не всі, а окремі з них дадуть позитивний ефект і стануть темами дисертаційних робіт.

8. Загальний висновок.

Аналізуючи зміст дисертації в цілому, можна відмітити наступне:

1. Дисертаційна робота Вольського Володимира Анатолійовича є завершеною науково-дослідною працею, в якій отримано нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності вирішують актуальну науково-практичну задачу – удосконалення параметрів ґрунтообробних сферичних дисккових робочих органів з нахиленою віссю обертання на основі уточнення суті процесу взаємодії цього робочого органа з ґрунтом.

2. Теоретично обґрунтовано напрям різання ґрунту вбік до повздовжнього руху дискової борони. Реалізація математичної моделі визначення кута різання

3. робочого органу. Виконані автором дослідження та отримані теоретичні і експериментальні наведє можливість вибрати раціональні параметри сферично-дискового результати науково обґрунтовані та переконливі.

4. Матеріали дисертації викладені у логічній послідовності, всі розділи мають зв'язок.

5. Основні положення дисертаційної роботи у достатній мірі опубліковані у наукових фахових виданнях. Висновки повністю відображають основні результати роботи.

Зауваження по дисертаційній роботі не ставлять під сумнів вихідні положення та основні результати досліджень, які отримали достатню апробацію. Підготовлена дисертаційна робота «Удосконалення параметрів ґрунтообробних сферичних дискових робочих органів з нахиленою віссю обертання» за структурою, обсягом, змістом, якістю оформлення та викладом матеріалу, а також автореферат дисертації відповідають вимогам МОН України, вимогам пункту 13 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», які ставляться до кандидатських дисертацій, а її автор Вольський Володимир Анатолійович, заслуговує присвоєння йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва.

Офіційний опонент доктор технічних наук, професор, член-кореспондент НААН України, професор кафедри машиновикористання в землеробстві Таврійського державного агротехнологічного університету

А.С. Кушнарєв

А.С. Кушнарєв



Підписав/авірю

Начальник ВК

А.В. Терещенко
А.В. Терещенко