

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Зорі Михайла Віталійовича** *“Обґрунтування конструктивних параметрів і режимів роботи комбінованого знаряддя для борознио-смугового посіву кукурудзи”*, представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва

### **Актуальність обраної теми.**

У посушливій степовій зоні півдня України дуже часто на оптимальній глибині загортання насіння, що становить для кукурудзи 6...8 см, достатня температура і вологість може знаходитись на глибині 12 і, навіть, 14 см. У такому випадку ні післяпосівне прикочування, ні збільшення глибини загортання насіння не можуть забезпечити гарантованих сходів. За цих умов посів доцільно проводити в борозни, що утворюють безпосередньо перед сівбою, а краще – разом з посівом в одному агрегаті. Друге актуальне питання – ефективний догляд за посівами, а саме механічне знищення бур'янів, розпушення ґрунту, внесення гербіцидів. Усі три задачі найефективніше вирішуються в разі застосування смугового передпосівного внесення гербіцидів в зони рядків і механічних обробок міжрядь з одночасним внесенням потрібних технологічних матеріалів. При цьому за рахунок подвійного скорочення кількості використаних гербіцидів при смуговому, ніж при суцільному їх внесенні, значно зменшується як вартість догляду, так і хімічна забрудненість ґрунту.

У період догляду за сходами кукурудзи технологічні операції міжрядного обробітку ґрунту, а також внесення ґрунтових гербіцидів здійснюються різними машинно-тракторними агрегатами. Більше того, виконання цих технологічних операцій проводиться із суттєвим розривом у часі. У результаті зростає ущільнювальний вплив ходових систем тракторів та сільськогосподарських машин на ґрунт, суттєво збільшуються питомі витрати палива, експлуатаційні витрати тощо.

Вказані проблеми виникають через відсутність таких знарядь, які могли б забезпечити посів кукурудзи у забезпечений вологою шар ґрунту, а також здійснити розпушення міжрядь з одночасним якісним смуговим внесенням гербіцидів у ґрунт. Теоретично перераховані технологічні операції можна реалізувати одночасно шляхом застосування відповідного комбінованого знаряддя. Водночас, методичні підходи до обґрунтування параметрів і режимів роботи таких машинно-тракторних агрегатів ні наукою, ні практикою ще не розроблені. Наразі це є важливою науково-прикладною задачею, а тема дисертаційного дослідження у цьому напрямі – актуальною.

Робота виконана у Таврійському державному агротехнологічному університеті відповідно до планів наукових досліджень за підпрограмою 1.1

“Розробка наукових основ технологічного і технічного забезпечення виробництва сільськогосподарських культур в умовах півдня України”, яка є складовою науково-технічної програми №1 “Розробка наукових систем, технологій і технічних засобів для забезпечення продовольчої безпеки південного регіону України”. 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 та рекомендацій, сформульованих автором підтверджується результатами теоретичних досліджень, експериментальним матеріалом, практичним впровадженням і економією коштів.

При проведенні теоретичних досліджень автором застосовані основні положення землеробської механіки, теорії сільськогосподарських машин, теорії автоматичного регулювання лінійних динамічних систем при відтворенні ними збурювальних впливів.

Експериментальні дослідження проводились у лабораторних та польових умовах відповідно до загальноприйнятих і розроблених методик, які передбачали використання сучасного тензометричного обладнання. Обробка результатів досліджень здійснювалася за допомогою ПЕОМ з використанням програмного середовища пакета “Microsoft Office Excel”.

Основні положення дисертації доповідалися та обговорювалися у період з 2002 по 2015 роки на наукових конференціях різних рівнів, зокрема на 2 міжнародних.

Сформульовані в дисертаційній роботі висновки викладені лаконічно і зрозуміло. Вони є результатом проведених теоретичних та експериментальних досліджень.

**Перший висновок** зроблено на основі аналізу літератури. Автором встановлено, що при вирощуванні кукурудзи в умовах південної степової зони ефективним заходом є впровадження борозенної технології зі смуговим підґрунтовым внесенням гербіцидів. Але аналіз результатів досліджень попередників, зроблений автором, показує, що існуючі для цього робочі органи потребують істотного удосконалення як конструкції, так і показників режиму їх роботи.

У **другому висновку** наведено результат аналізу залежностей, які зв'язують конструктивні параметри тригранного та нахиленого двогранного клинів, а саме встановлено, що для формування заданої борозенно-смугової гребеневої поверхні доцільно використовувати відвальники з постійними кутами розхилу і радіусом кривизни та перемінним кутом кришення ґрунту.

**Третій висновок** є результатом математичного моделювання, яке встановлює, що шарнірно-пружне агрегування комбінованого робочого



органу спричиняє підвищення амплітуди його коливань у поздовжньо-вертикальній площині. Особливо це відчутно на частотах 1,3–1,6 Гц, які репрезентують коливання мікрорельєфу поля. На підставі проведених автором досліджень доведено, що значне зменшення коливань борозноутворювача можливе при обладнанні його пружиною, жорсткість якої має бути більше 20 кН/м.

У **четвертому висновку** наведено вплив параметрів сільськогосподарського знаряддя і режимів його роботи на тяговий опір, який для одного робочого органу для утворення борозенно-гребеневої поверхні і смугового внесення гербіцидів за вологості ґрунту 14–16% становить 0,7–1,0 кН. Це дозволяє на базі трактора тягового класу 1,4 сформувавши як мінімум шестирядний посівний агрегат з міжряддями 70 см та робочою швидкістю не менше 8 км/год.

У **п'ятому висновку** показано, що для забезпечення якісного смугового підґрунтового внесення гербіцидів слід використовувати двобічну лапу-бритву з суцільним верхнім екраном та дефлекторним розпилювачем, який має кут розпилювання 70–90°, а створювана ним площина внесення рідини повинна бути паралельною до площини леза лапи-бритви.

**Шостий висновок** засновано на порівнянні робочих органів з відвальниками і закрilками за якістю формування ширини профілю борозни, якої майже немає, та за формою і глибиною дна. Більш наближене до бажаного дно борозни (особливо в умовах менш вологого ґрунту) формує борозноутворювач, обладнаний відвальниками.

**Сьомий висновок** відображає результати експериментальних досліджень щодо варіанту розпилювання гербіциду під ґрунт. Розпилювання на підшву борозни є більш прийнятним, оскільки у порівнянні з розпилюванням на розпушений ґрунт формує смугу, ширина якої в середньому на 5 см менша (27 см проти 32 см), а стабільність (за величиною довірчого інтервалу) – у 2,5 рази вища.

**Восьмий висновок** заснований на порівнянні результатів експериментальних досліджень щодо забезпечення заданої глибини загортання насіння кукурудзи. Підготовка борозни комбінованим робочим органом із відвальниками дозволяє здійснити висів насіння кукурудзи на глибину  $6,3 \pm 1,1$  см. Це створює кращі умови для його росту у порівнянні з варіантом використання борозноутворювача із закрilками, застосування яких забезпечує сівбу насіння кукурудзи на глибину лише  $3,8 \pm 0,7$  см.

У **дев'ятому висновку**, який є результатом визначення техніко-економічних показників, вказується на те, що впровадження агрегату для борозенної сівби кукурудзи з одночасним підґрунтовим смуговим внесенням гербіцидів дозволить підвищити продуктивність праці в середньому на 23%, зменшити питомі витрати палива на 29% і знизити експлуатаційні витрати щонайменше на 8%. Економічний ефект від застосування наукової розробки становить при цьому не менше 143 грн/га.

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

Здобувач розробив та вдало виконав програму досліджень щодо обґрунтування конструктивних параметрів та режимів роботи комбінованого знаряддя для борозенного посіву кукурудзи, смугового обробітку ґрунту гербіцидами та механічними робочими органами.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що:

- вперше розроблено математичну модель відвальника ґрунту, яка дозволяє синтезувати конструктивні параметри і обґрунтувати режим його роботи під час відкидання сухого ґрунту на задану відстань;

- дістали подальший розвиток залежності, які, на відміну від існуючих, зв'язують конструктивні параметри тригранного та нахиленого двогранного клинів у процесі утворення ними борозни заданого поперечного перерізу для борозенно-смугового посіву кукурудзи;

- встановлено математичні залежності, які дозволяють обґрунтувати конструктивні параметри пристрою для підґрунтового смугового внесення гербіцидів у процесі борозенно-смугового посіву кукурудзи.

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

Новизна запропонованого в дисертаційній роботі технічного рішення щодо конструкції борозноутворювача підтверджена патентом України на корисну модель №20954.

### **Значимість для науки та практики виконаної здобувачем роботи.**

Результати проведених теоретичних та експериментальних досліджень з обґрунтування конструктивних параметрів і режимів роботи комбінованого знаряддя можуть бути використані при розробці технічного завдання на проведення дослідно-конструкторських робіт з проектування машин для посіву просапних культур за борозенною технологією з одночасним смуговим внесенням гербіцидів.

На підставі отриманих теоретичних та експериментальних даних розроблений дослідний зразок машинно-тракторного агрегату у складі трактора ЮМЗ-6, підживлювача-обприскувача ПОМ-630-02 і сівалки СУПН-6, який і по теперішній час використовується у товаристві з обмеженою відповідальністю "Дружба" (Херсонська обл., Новотроїцький р-н, с. Зелене). В акті виробничого впровадження вказано, що мінімальна щорічна площа вирощування кукурудзи новим машинно-тракторним агрегатом становить 200 га.

### **Оцінка структури та змісту дисертації, її завершеності в цілому.**

Дисертація Зорі М.В. є завершеною науковою роботою. Структурно вона складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел із 88 найменувань та 10 додатків. Загальний обсяг



роботи становить 193 сторінки тексту, з яких на 163 сторінках викладено основний текст роботи, на 20 сторінках – додатки, на 10 сторінках – список використаних джерел. Дисертація включає 59 рисунків та 19 таблиць.

У **вступі** обгрунтовано актуальність теми і значимість наукового завдання, викладено зв'язок роботи з науковими програмами, сформульована мета і основні задачі досліджень, наведена наукова новизна і практичне значення одержаних результатів.

У **першому розділі “Стан питання і задачі дослідження”** на підставі вивчення літератури проаналізовано сучасний стан застосування технології і техніки внесення ґрунтових гербіцидів і матеріалів при борозенному посіві та суміщення його з передпосівною культивацією, в результаті чого обгрунтована тема й сформульовані задачі дослідження.

На основі предметного аналізу отриманих попередниками матеріалів було встановлено, що ефективного вирощування кукурудзи в умовах низького вологозабезпечення можна досягти шляхом впровадження такого техніко-технологічного рішення, яке б дозволяло одночасно здійснювати посів кукурудзи і проводити боротьбу з бур'янами як шляхом механічного, так і хімічного впливу на них.

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

1. Автору доцільно було б розширити “географію країн дослідників”, роботи яких аналізуються, а не обмежуватися аналізом наукових праць найближчих сусідів.

2. На с. 28 дисертаційної роботи наведена думка, що “...для утворення борозен на полі під борозенний посів можна використовувати штатні аричніки, підгортальники чи відвальники культиватора КРН-5,6. Однак, ці робочі органи не спроможні сформувати якісний профіль борозен...”. Не зрозуміло на підставі чого автор зробив такий висновок, адже пояснень у тексті, а також рисунків, що ілюструють конструкції цих робочих органів, немає.

У **другому розділі “Теоретичні дослідження”** були розглянуті питання утворення борозенно-гребеневої поверхні поля (підрозділ 2.1), підґрунтового смугового внесення гербіцидів (підрозділ 2.2) і встановлення режиму роботи комбінованого за цими операціями посівного агрегату (підрозділ 2.3).

Досліджувалися процеси утворення борозен плоскоріжучими лапами з доданими до них на кінцях крил закрилками і такими ж плоскоріжучими лапами з доданими до них відвальниками. Були отримані залежності відкидання ґрунту усіма елементами робочого органу, а саме: стійкою-ножем, корпусом розпилювача і крилами лапи, а також закрилками і відвальниками, користуючись якими можна визначити, звідки викидається ґрунт, а також на яку відстань і яким шаром він лягає на поверхню поля, тобто визначити параметри сформованого профілю борозни.

Розроблена математична модель і динамічні характеристики руху лапи в повздовжньо-вертикальній площині. Отримана чотирикомпонентна формула для розрахунку тягового опору, і визначена смуга резонансних частот коливань робочого органу в разі шарнірного приєднання його до рами.

Визначені параметри встановлення розпилювача, розпилу рідини і змішування її з ґрунтом у борозні.

Визначений оптимальний склад і параметри режиму роботи для комбінованого агрегата.

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

1. У підпункті 2.1.1 “Формування профілю поля” для розв’язання задачі формування борозенно-гребеневої поверхні поля автор вдається до припущень, два з яких не мають обґрунтованого пояснення у тексті дисертаційної роботи, а саме “ґрунт є вільний від пророслих бур’янів” та “переміщення ґрунту після його падіння незначне”.

2. У математичній моделі, яка представлена рівнянням (2.85) і описує рух робочого органу у повздовжньо-вертикальній площині, здобувач не пояснює, чому дисипативний коефіцієнт  $a_1 = 0$ .

3. Розділ перевантажений матеріалом, який представлено на 71 сторінці основного тексту. Зокрема, табл. 2.2–2.4, 2.5, 2.6 є громіздкими та займають великий обсяг, тому їх доцільно було б оформити у вигляді додатків. До речі, це ж зауваження стосується і таблиць 3.5 а, 3.6 а та 3.8, які містяться у третьому розділі дисертаційної роботи.

У третьому розділі “Експериментальні дослідження” викладено програму пошукових та основних експериментальних досліджень (підрозділ 3.1), детально описано об’єкт лабораторно-польових досліджень та принцип роботи спеціальної експериментальної установки для вимірювання тягового зусилля робочого органу (підрозділ 3.2), наведено методику лабораторних та польових досліджень (підрозділ 3.3). У підрозділах 3.4 і 3.5 викладено методики опрацювання дослідних даних та оцінки похибок визначення даних, отриманих під час проведення експериментальних досліджень. У підрозділі 3.6 наведені результати досліджень параметрів ґрунту, борозни, тягового опору робочого органу, розпилу рідини, геометричних параметрів додаткових робочих органів до просапної сівалки та показники вирощування кукурудзи за різними технологіями (індустріальною, борозенною з борозноутворювачами, обладнаними відвальниками та закрilками, безгербіцидною).

Наведені схеми, фотографії, характеристики приладів та умов проведення експериментальних досліджень у достатній мірі відображають об’єкт дослідження та дають уявлення про значний обсяг одержаної інформації, яка одержана правильно вибраною методикою проведення досліджень. Кількість проведених дослідів забезпечує достовірність отриманих експериментальних результатів.



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

1. Установлений здобувачем факт, що "...відвальники забезпечують кращий профіль поверхні поля, ніж закрилки", наведений після рис. 3.16 на сторінці 138, вимагає не тільки констатації, а й ґрунтового пояснення.

2. Порівняння характеристик статистично випадкового процесу (середнє значення, дисперсія, стандарт) здійснюється не безпосереднім їх співставленням (як у автора у табл. 3.4–3.6), а з допомогою таких відповідних критеріїв, як найменша істотна різниця (NIP), F-критерій Фішера, критерій Кохрена тощо.

У четвертому розділі "Техніко-економічна ефективність розробок" розглянуті три варіанти комбінованих агрегатів для утворення борозен, смугового внесення в них ґрунтових гербіцидів і посіву насіння кукурудзи в борозни з метою їх порівняльної оцінки за технічною продуктивністю, питомими витратами палива та праці, прямими експлуатаційними витратами і річною економією експлуатаційних витрат (підрозділ 4.1). У підрозділі 4.2 порівнюються чотири варіанти технологій вирощування та збирання кукурудзи, а саме індустриальна, борозенна з відвальниками, борозенна з закрилками, безгербіцидна, за показниками підвищення урожайності, зниження питомих витрат праці та палива, зменшення витрат коштів на одну тону зерна кукурудзи. У підрозділі 4.3 наведено розрахунок лімітної ціни виготовлення комбінованого знаряддя.

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

1. Назву п. 4.1. та п. 4.2. слід було розпочати зі слова "Результати...".

2. Доцільно було б розрахувати не тільки річну економію експлуатаційних витрат, а й річний економічний ефект від застосування комбінованого знаряддя.

У додатках наведені середні значення параметрів роботи комбінованих агрегатів на посіві кукурудзи в борозни за результатами хронометражних спостережень, технологічні карти вирощування та збирання кукурудзи на зерно за різними технологіями, системи машин для виробництва зерна кукурудзи за різними технологіями, показники виробництва кукурудзи на зерно й ефективності використання сільськогосподарської техніки за порівнювальними технологіями, патент України на корисну модель, акт виробничого впровадження комбінованого знаряддя для борозенно-смугового посіву кукурудзи, а також акт про використання результатів дисертаційної роботи в навчальному процесі Таврійського державного агротехнологічного університету.

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

### **Повнота викладення матеріалів дисертації в опублікованих роботах.**

Основні результати дисертаційної роботи викладено в доповідях, які

одержали схвалення на щорічних науково-технічних конференціях професорсько-викладацького складу, аспірантів, співробітників і магістрів Таврійського державного агротехнологічного університету (2002-2015 рр.), на 8 міжнародній науково-практичній конференції “Розвиток наукових досліджень 2012” у Полтавській державній агротехнічній академії (19–21 листопада 2012 р.), на міжнародних науково-технічних конференціях “Сучасні проблеми землеробської механіки”, присвячених пам’яті академіка П.М. Василенка (2004–2014 рр.).

Загальний зміст дисертації в достатній мірі відображено у 16 друкованих працях, у тому числі у 6 – одноосібно.

За результатами досліджень отримано патент України на корисну модель, в якому обґрунтовано конструкцію борозноутворювача.

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

## ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Зорі Михайла Віталійовича “*Обґрунтування конструктивних параметрів і режимів роботи комбінованого знаряддя для борозенно-смугового посіву кукурудзи*” є самостійною закінченою науковою працею, в якій отримано нові, науково обґрунтовані результати, що в сукупності становлять нове вирішення актуального науково-технічного завдання щодо поєднання в одній конструкції робочих органів для сівби кукурудзи, а також агрохімічного та механічного обробітку ґрунту.

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 **Зоря Михайло Віталійович** заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,  
академік НААН України, Заслужений  
винахідник України, професор  
кафедри механіки НУБіП України



**В.М. Булгаков**

15 жовтня 2015 року

Підпис професора Булгакова В.М. засвідчую:  
Начальник відділу кадрів НУБіП України  
М.В. Михайліченко


