

ВІДГУК

офіційного опонента – кандидата технічних наук, доцента кафедри сільськогосподарського машинобудування Центральноукраїнського національного технічного університету **Петренка Дмитра Івановича** на дисертаційну роботу **Бойка Владислава Борисовича «Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів гідропневматичного апарата точного висіву насіння овочевих культур»**, поданої до захисту на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва (13 – механічна інженерія)

На відгук представлені дисертація, автореферат, копії опублікованих робіт.

1. Актуальність теми дисертаційної роботи, її зв'язок з науковими програмами, планами, темами

За останні роки в нашій державі почався бурхливий розвиток овочівництва, що вимагає забезпечення виробництва овочевих культур сучасними конкурентоздатними та енергоощадними технічними засобами. Однією з агротехнологічних операцій, яка забезпечує як отримання запланованого врожаю, так і створює умови для якісного проведення інших технологічних операцій є посів. Трендом останнього десятиріччя є застосування в агровиробництві систем точного землеробства, які дозволяють організувати посів насіння в точно задані місця поля, але набули найбільшого поширення при посіві просапних культур. Натомість, при посіві овочевих культур максимальний ефект можливо отримати при застосуванні координатного посіву, що дозволяє найбільш раціонально розмістити рослини по площі живлення. Даний спосіб вимагає злагодженої роботи всіх технічних засобів, їх координації відносно поля і рослин та найбільш раціонально може бути реалізований в системі «мостового» землеробства.

Відсутність сівалок, які б задовольняли наведені умови якісного посіву овочевих культур вимагає розробки і дослідження технічних засобів, що дозволять виконати посів пророслого насіння за координатним принципом з застосуванням систем точного землеробства.

Дисертаційна робота виконувалася у Дніпровському державному аграрно-економічному університеті у відповідності до щорічних планів наукової роботи кафедри «Тракторів і сільськогосподарських машин» в рамках державної програми «Покращення паливно-економічних та

екологічних показників сільськогосподарських енергетичних засобів шляхом удосконалення їх будови, застосування альтернативних матеріалів та впровадження прогресивних технологічних процесів» (номер ДР 0108U008380, 2008-2016 рр.).

На основі викладеного вище вважаю, що робота, спрямована на обґрунтування параметрів гідропневматичного апарата точного висіву насіння овочевих культур, є цілком актуальна і відповідає потребам сьогодення, а впровадження її результатів має забезпечити підвищення точності висіву пророслого насіння овочевих культур за рахунок використання гідропневматичного висівного апарата.

2. Наукова новизна одержаних результатів і їх значення для науки та виробництва

Автором вперше встановлено вплив конструктивно-технологічних параметрів гідропневматичного апарату точного висіву, а саме концентрації насіння в забірній камері, частоти висівів, тиску наддуву на точність висіву. Дістала подальшого розвитку математична модель процесу формування псевдозрідженого шару, яка дозволяє визначити кінематичні параметри руху насіння в забірній камері запропонованого гідропневматичного висівного апарату. Розроблено спосіб дозування насіння з псевдозрідженого шару забірної камери в насіннепровід гідропневматичного висівного апарату та спосіб реєстрації проходження насіння та його розподілу по насіннепроводу з можливістю автоматичної обробки статистичних даних, що дозволяє реалізувати координатний висів насіння.

На основі зазначених положень ґрунтується наукова новизна представленої дисертаційної роботи.

Практичне значення одержаних результатів полягає в розробці методичних засад проектування та розрахунку конструктивно-технологічних параметрів гідропневматичного апарата, що забезпечує точний (координатний) висів насіння. Результати проведених досліджень можуть використовуватися під час розробки конструкторської документації на виготовлення сівалки з гідропневматичним апаратом.

Отримані результати теоретичних та експериментальних досліджень використовуються у навчальному процесі Дніпровського державного аграрно-економічного університету під час підготовки фахівців за спеціальністю 208 «Агроінженерія».

Практична цінність отриманих результатів підтверджена «Довідкою про впровадження у навчальний процес результатів дисертаційної роботи»,

«Актом про передачу науково-технічної документації на виготовлення сівалки з гідропневматичним апаратом точного висіву насіння овочевих культур» та «Актом про впровадження закінченої науково-дослідної роботи».

Новизна технічних рішень підтверджується отриманими патентами України на винаходи.

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

Наукові положення, висновки та рекомендації достатньо обґрунтовані і достовірні, сформульовані на основі проведених автором теоретичних та експериментальних досліджень. В роботі використовувались як класичні, так і оригінальні методи досліджень та обробки результатів, які пройшли апробацію. Об'єм проведених автором досліджень є достатнім для формулювання наукових положень, висновків і рекомендацій.

Наведена актуальність роботи, поставлена мета та сформульовані задачі дослідження, послідовне вирішення яких дозволило підвищити польову схожість овочевих культур та зменшити коефіцієнт варіації розподілення рослин в рядку за рахунок точного координатного висіву пророслого насіння з одночасним внесенням засобів захисту та стимуляції росту запропонованим гідропневматичним апаратом.

Результати дисертаційної роботи викладені у висновках після кожного розділу, а також у шести пунктах загальних висновків.

Перший висновок загальних висновків визначає стан питання, критерії якості роботи висівних апаратів точного висіву насіння, встановлює перспективний напрям вдосконалення подібних машин, який ґрунтується на необхідності використання гідропневматичного апарата точного висіву, що здатен забезпечити персоніфіковане адресне розміщення насіння при посіві.

У другому висновку наводяться результати теоретичних досліджень процесу формування псевдозрідженого шару в забірній камері гідропневматичного апарата, що дозволили встановити значення її конструктивно-технологічних параметрів. Шляхом чисельного моделювання процесу формування псевдозрідженого шару встановлено висоту розміщення насіннепроводу залежно від конструктивно-технологічних параметрів забірної камери. Наведені результати чисельного моделювання технологічного процесу заряджання насінниці в насіннепровід, які дозволяють визначити технологічні параметри гідроклапана. За результатами теоретичних досліджень визначено діапазони варіювання основних конструктивно-технологічних факторів, які впливають на точність висіву насіння, а саме: кут між поверхнями забірної

камери $\alpha=10\dots20^\circ$, швидкість на вході забірної камери $v_0 = 0,4\dots0,6$ м/с, ширина забірної камери в зоні розміщення насіннепровода $B_{\Pi} = 0,010\dots0,025$ м, тиск наддуву $P_{над} = 0,027\dots0,033$, частота висівів $f_в = 2\dots10$ Гц.

У третьому висновку наведені результати дослідження впливу гідродинамічних властивостей насіння овочевих культур на схожість та енергію проростання. Зазначено, що лабораторна схожість пророслого насіння перевищує показники сухого методу посіву капусти на 12,3 %, томату 16,7 %, перцю на 19,2 %. Встановлено ступінь зміни об'єму насіння овочевих культур при замочуванні, при цьому констатується відсутність залежності між набуханням насіння та порозністю шару.

Четвертий висновок характеризує надійність забезпечення подачі насіння до насіннепровода без закупорювання та простоїв. Відповідно до проведених експериментальних досліджень вказані умови виконуються при концентрації насіння в забірній камері в межах 0,21...0,65 л/мл. Забезпечити підтримання заданого значення концентрації насіння можливо шляхом використання регулятора витрати циркуляційного насоса.

У п'ятому висновку наведені результати багатофакторного експерименту та вирішення компромісної задачі по забезпеченню максимальної точності висіву за умови мінімізації кількості двійників і пропусків. Досягти компромісної точності висіву на рівні 95,3% можливо при наступних конструктивно-технологічних параметрах: частота висівів $f_в = 4,8$ Гц, тиск наддуву $P_{над} = 0,348$ МПа, концентрація насіння $k_n = 0,45$ л/мл.

Шостий висновок сформульовано за результатами виробничої апробації, де констатовано, що під час експлуатації експериментального гідропневматичного апарата на посіві томату «Астероїд» досягнуто зменшення коефіцієнтів варіації розподілення насіння в рядку та розподілення рослин в рядку на 6,9% і 10,6% відповідно, порівняно з посівом серійною сівалкою Клен-1,8. Зазначено про підтвердження гіпотези щодо впливу висіву пророслого насіння на інтенсифікацію початку вегетації та послідує зростання врожайності овочевих культур. Економічний ефект від використання сівалки з розробленим гідропневматичним апаратом на посіві томату «Астероїд» складає 11,3 тис.грн/га.

Всі шість пунктів висновків ґрунтуються на результатах досліджень наведених автором в матеріалах дисертаційної роботи, відносяться до поставлених задач, які повністю виконані.

4. Повнота викладу результатів дисертації у опублікованих працях

Результати досліджень, які наведені автором в дисертаційній роботі, апробовані на Міжнародних та Всеукраїнських науково-практичних конференціях і в достатньому обсязі відображені в 14 наукових працях, в тому числі 13 статтях у фахових виданнях, 1 публікація у виданні, що індексується наукометричною базою даних Scopus. Із надрукованих праць 6 написані автором особисто. Наведені публікації відтворюють основний зміст дисертації. Новий спосіб координатного гідропневматичного висіву насіння та пристрій для його реалізації захищені 2 патентами України на винахід.

5. Відповідність дисертаційної роботи встановленим вимогам

Дисертаційна робота Бойка Владислава Борисовича являє собою завершену наукову працю і складається з вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел із 122 найменувань та 8 додатків.

Обсяг основного тексту дисертації становить 161 сторінку, містить 87 рисунків, 24 таблиці.

У вступі, відповідно до вимог, обґрунтовано актуальність теми, розкрито сутність і стан науково-прикладного завдання, його значущість, викладено зв'язок роботи з науковими програмами, встановлено об'єкт та предмет дослідження, відображено методи досліджень, сформульовані мета, задачі дослідження, визначено наукову і практичну цінність одержаних результатів, наведено інформацію про їх апробацію.

У першому розділі приведено аналіз стану проблеми точного висіву в системі точного землеробства з аналізом досліджень вітчизняних і іноземних науковців; наведено класифікацію і огляд конструкцій апаратів точного висіву; обґрунтовано конструктивну схему гідропневматичного висівного апарата, що дозволяє виконати координатний висів за сигналами системи позиціонування. На підставі проведеного огляду конструкцій, розробленої класифікації та попередніх досліджень сформульовано робочу гіпотезу та визначені задачі досліджень, які потребують вирішення.

У другому розділі наведено теоретичні дослідження процесу формування псевдозрідженого шару насіння в забірній камері висівного апарата з моделюванням процесу забору насіння з псевдозрідженого шару та подальшого руху по насіннепроводу, що дозволило встановити граничні значення концентрації насіння в зоні забору та діапазони варіювання основних конструктивно-технологічних параметрів.

Отримані математичні моделі формування псевдозрідженого шару дозволили встановити форму забірної камери запропонованого висівного

апарата, необхідну швидкість висхідного потоку, переріз в верхній та нижній частині забірної камери та кут між її сторонами з врахуванням геометричних параметрів насіння і гідродинамічних властивостей зріджувача. Проведені дослідження процесу псевдозрідження довели ймовірнісний характер формування необхідної кількості насіння в зоні розміщення насіннепроводу, тому для стабілізації цього процесу необхідним є встановлення зворотного зв'язку між його концентрацією і витратою рідини, що забезпечує циркуляційний насос висівного апарату. В результаті чисельного моделювання з використанням програмного пакету STAR-CCM+ процесу формування псевдозрідженого шару в збірній камері встановлено залежність висоти розміщення насіннепроводу від кута між її поверхнями і початкової швидкості рідини. Чисельне моделювання технологічного процесу заряджання насіння в насіннепровід дозволило обґрунтувати значення мінімально допустимої початкової швидкості потоку рідини через гідроклапан, що забезпечує надійне заряджання насіння до насіннепроводу.

У *третьому розділі* представлено характеристики експериментального обладнання – приладів, установок тощо, проведено опис експериментального гідопневматичного апарата та сівалки, оснащених оригінальними автоматизованими системами забезпечення заряджання насіння в насіннепровід та точності висіву. Запропонована програма експериментальних досліджень та розкрито суть методів досліджень. Проведено вибір факторів, що впливають на технологічний процес та описано методику планування і проведення факторного експерименту.

У *четвертому розділі* наведені результати експериментальних досліджень. Представлені результати досліджень впливу гідродинамічних властивостей насіння на показники агрономічної цінності посівного матеріалу. Результати дослідження процесу формування псевдозрідженого шару в збірній камері дозволили визначити максимальне та мінімальне значення концентрації насіння, що забезпечить гарантований забір насіння без закупорювань насіннепроводу. Підтверджено припущення, що використання регулятора витрати циркуляційного насоса дозволяє забезпечити підтримання заданого значення концентрації насіння незалежно від рівня заповнення ним бака.

Під час реалізації багатофакторного експерименту отримані результати, які дозволяють встановити залежності функцій відгуку: точності висіву, пропусків та двійників від трьох факторів: частоти висівів, тиску наддуву та концентрації насіння. Шляхом реалізації компромісної оптимізаційної задачі отримані оптимальні значення зазначених конструктивно-технологічних параметрів, що забезпечують максимальну

точність висіву на рівні 95,3 % при мінімальних значеннях пропусків і двійників. Представлені результати порівняльних випробувань показників висіву насіння томатів запропонованим гідропневматичним апаратом та серійною сівалкою Клен-1,8.

У п'ятому розділі дисертаційної роботи проведено техніко-економічне обґрунтування ефективності використання сівалки з гідропневматичним апаратом точного висіву. Наведені порівняльні показники техніко-економічної ефективності використання запропонованого та серійного МТА. Встановлено, що під час використання експериментальної сівалки досягається зростання схожості насіння до 93% та приріст врожаю томатів на 66 ц/га. Економічний ефект від зменшення експлуатаційних витрат запропонованої сівалки становить 59,39 грн/га, а загальний економічний ефект з урахуванням приросту врожайності на посівах томату «Астероїд» – 11333,39 грн/га.

Текст дисертації і автореферату написані українською мовою з дотриманням наукового стилю. Матеріали розділів дисертаційної роботи є логічно пов'язаними між собою і разом складають закінчену наукову роботу, яка вирішує актуальне науково-прикладне завдання зменшення енерговитрат та підвищення агротехнічної якості висіву насіння овочевих культур шляхом обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів гідропневматичного апарату точного висіву.

Зміст, форма подачі матеріалу відповідають вимогам до кандидатських дисертацій. Основні положення, що наведені у авторефераті, співпадають з дисертацією.

6. Дискусійні питання та зауваження щодо дисертаційної роботи

Повний аналіз дисертаційної роботи дозволяє вказати на деякі дискусійні питання та недоліки:

1. Простежується некоректне подання інформації. Наприклад, ст. 58 після рис. 2.4 наводяться умови «... $h < h_{II}$...та $h > h_I$ », при цьому на рис. 2.4 і далі по тексту дані величини мають позначення h_1 та h_2 . Аналогічно, на ст. 72 величина довжини ствола, заповненого насінням з рідиною має позначення l_n та l_{II} . В рівнянні регресії (2.106) нечітко представлені індекси та степені. На ст. 130 табл. 3.5 «Концентрація» має розмірність 1/шт замість 1/мл, те ж саме спостерігаємо і на ст. 151 в табл. 4.6. Вказані стилістичні відхилення в цілому не впливають на отримані результати досліджень, але ускладнюють сприйняття інформації.

2. В рівнянні 2.28 величина $\varepsilon^{4.75}$ знаходиться під коренем квадратним, а вже в рівнянні 2.29 поза межами дії квадратного кореня. Не зрозуміло, які

відбулись перетворення, що дозволили вивести величину порозності в степені $4,75$ з-під квадратного кореня.

3. На ст. 64 перед рівняннями 2.31 та 2.32 дається посилання на залежності 2.10 і 2.11. При цьому, більш логічним є отримання залежностей 2.31 та 2.32 з рівнянь 2.11 і 2.12.

4. За результатами аналізу залежності 2.107 та її графічної інтерпретації рис.2.20 зроблений висновок про висоту розміщення насіннепроводу, яка корелює з кутом між поверхнями забірної камери і швидкістю на її вході. При цьому об'ємна концентрація насіння в забірній камері за розрахованими значеннями коефіцієнтів кореляції та критерію Стьюдента визнана не впливовою і при аналізі не розглядалася. Вказаний висновок є сумнівним і потребує уточнення «в даному діапазоні варіювання фактору», оскільки при відсутності концентрації насіння на рівні розміщення насіннепроводу фізично неможливо зарядити насіннепровід.

5. В п. 2.5 проводиться теоретичне моделювання процесу зарядження насінини в насіннепровід, при цьому напроти насіннепроводу розміщений трубопровід подачі робочої рідини. За результатами досліджень зроблені висновки щодо початкової швидкості потоку рідини через гідроклапан. Натомість при проведенні експериментальних досліджень, згідно принципової схеми на рис. 3.1, трубопровід подачі робочої рідини відсутній, а гідроклапан з'єднаний з насосом. Не зрозуміло, як узгоджуються результати теоретичних та експериментальних досліджень гідроклапана в цьому випадку.

6. При описі принципової схеми експериментальної установки ст. 107 зазначено, що запропонована конструкція кріплення насіннепроводу дозволяє забезпечити розміщення входу до насіннепроводу на різній висоті в межах від 5 до 25 мм відносно нижньої частини забірної камери. Натомість за результатами теоретичних досліджень розміщення насіннепроводу може здійснюватися на висоті 0,022...0,036 м. Не зрозуміло, чому обмежили верхній діапазон розташування насіннепроводу, а нижній збільшили більше ніж в 4 рази.

7. В п.п. 4.1.1 аналізуються результати проведення гідросепарації та зроблено висновок про те, що «...за результатами візуального контролю до найбільш віддалених комірок потрапило проросле насіння...». Дане твердження викликає сумнів, оскільки згідно наведеної методики насіння замочувалося протягом 2 годин безпосередньо перед проведенням дослідів і за цей термін не могло прорости. Дані щодо попереднього пророщування, якщо таке відбувалось, відсутні. Тут або хибний висновок, або порушені умови проведення експерименту.

8. В п. 4.2 наведені результати експериментальних досліджень процесу формування псевдозрідженого шару, але не зрозуміло, для яких культур отримані значення досліджуваних величин і чи відрізняються результати для насіння капусти, томатів і перцю.

9. В загальних висновках бажано було б навести результати експериментальних досліджень таких конструктивних параметрів як висота розміщення насіннепровода, кут між поверхнями забірної камери та ширина забірної камери в зоні розміщення насіннепровода, а також їх порівняння з результатами теоретичних досліджень.

10. В додатку А, табл. А.3 наведені результати розрахунку концентрації насіння в забірній камері висівного апарата, в яких величина h варіюється в межах 0,016–0,070 м, а на графіку представлений діапазон в межах 0,014–0,026 м. Не зрозуміло, чому автором при графічній інтерпретації результатів змінено межі варіювання.

Відмічені недоліки не суттєво впливають на позитивну оцінку роботи в цілому.

Висновок

Вважаю, що пропри висловлені зауваження, дисертаційна робота «Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів гідропневматичного апарата точного висіву насіння овочевих культур», є закінченою науково-дослідною працею, виконаною на актуальну тему, яка має наукову новизну, практичну цінність і відповідає вимогам пунктів 9, 11, 13 «Порядку присудження наукових ступенів...» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України №567 від 24.07.2013 р. до кандидатських дисертацій, а її автор – **Бойко Владислав Борисович**, заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва.

Офіційний опонент:
кандидат технічних наук,
доцент кафедри сільськогосподарського
машинобудування
Центральноукраїнського
технічного університету



Д.І. Петренко

Підпис Петренка Д.І. засвідчую:
Проректор ЦНТУ з наукової роботи

О.М. Левченко