ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ «ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
Інженерно-технічний факультет
Кафедра технічного сервісу і загальнотехнічних дисциплін

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ЗЕРНОВОЇ СІВАЛКИ-КУЛЬТИВАТОРА З ЦЕНТРАЛІЗОВАНИМ ВИСІВАЮЧИМ АПАРАТОМ»

Виконав:
здобувач вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр»
освітньо-професійної програми «Агроінженерія» спеціальності 208 «Агроінженерія»
денної форми навчання
ЧУБАК Сергій Сергійович
Керівник:
кандидат технічних наук, доцент
ФІРМАН Юрій Петрович
Оцінка захисту:
Національна шкала
Кількість балів
Шкала ECTS

Допускається до захисту:
« » 2026 р.

Гарант освітньо-професійної програми
«Агроінженерія» спеціальності 208 «Агроінженерія»,
кандидат технічних наук, доцент ГРУШЕЦЬКИЙ Сергій Миколайович

м. Кам’янець-Подільський, 2026

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ .....
ВСТУП .....
1 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ СУЧАСНИХ ПОСІВНИХ МАШИН ТА ВИСІВАЮЧИХ АПАРАТІВ .....
1.1 Способи сівби та вимоги до технологічного процесу .....
1.2 Технологічні властивості насінин .....
1.3 Конструкції посівних машин .....
1.4 Типи висіваючих апаратів .....
2 ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗЕРНОВОЇ СІВАЛКИ ....
2.1 Технологічна схема модифікованої сівалки .....
2.2 Компоновка централізованої системи висіву .....
2.3 Розрахунок насіннєвого бункера .....
2.4 Проектування стрілчастої лапи-сошника .....
3 ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ВИСІВАЮЧОГО АПАРАТА .....
3.1 Конструкція та принцип дії гвинтового висіваючого апарата .....
3.2 Кінематика руху насінин у апараті .....
3.3 Диференціальне рівняння руху зерна .....
3.4 Секундна продуктивність апарата .....
3.5 Оцінка рівномірності подачі насіння .....
3.6 Привід висіваючого апарата .....
Висновки до розділу .....
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ .....
4.1 Аналіз небезпечних чинників під час роботи посівного агрегату .....
4.2 Вимоги безпеки перед початком і під час роботи .....
4.3 Безпека під час технічного обслуговування .....
4.4 Екологічні аспекти використання сівалки-культиватора .....
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ВПРОВАДЖЕННЯ СІВАЛКИ .....
5.1 Вихідні умови розрахунку .....
5.2 Розрахунок експлуатаційних витрат .....
5.3 Річний економічний ефект .....
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ .....

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....
ГРАФІЧНА ЧАСТИНА .....
ДОДАТКИ .....
ДОДАТОК А. Технологічні властивості насіння зернових культур .....
ДОДАТОК Б. Порівняння способів сівби .....
ДОДАТОК В. Розрахунок насіннєвого бункера .....
ДОДАТОК Г. Перевірка параметрів стрілчастого сошника .....
ДОДАТОК Д. Кінематичні параметри висіваючого апарата .....
ДОДАТОК Е. Продуктивність висіваючого апарата .....
ДОДАТОК Ж. Підбір передавального числа приводу .....
ДОДАТОК И. Карта контролю безпеки .....
ДОДАТОК К. Деталізація економічного розрахунку .....
ДОДАТОК Л. Програма польових випробувань .....
ДОДАТОК М. Регламент технічного обслуговування .....
ДОДАТОК Н. Протокол калібрування норми висіву .....
ДОДАТОК П. Відомість контрольованих параметрів .....

РЕФЕРАТ

Чубак С.С. Розробка конструкції зернової сівалки-культиватора з централізованим висіваючим апаратом (кваліфікаційна робота). – Кам'янець-Подільський: Заклад вищої освіти «Подільський державний університет», 2026. – 76 с.

У кваліфікаційній роботі розглянуто конструкції сучасних зернових сівалок, способи висіву насіння зернових культур і вимоги до централізованих висіваючих систем. Обґрунтовано технологічну схему зернової сівалки-культиватора, визначено місткість насіннєвого бункера, параметри сошника, геометричні та кінематичні параметри спірального централізованого висіваючого апарата. Виконано розрахунок режиму руху зернівки у гвинтовому каналі, продуктивності апарата, приводу робочого органа, заходів безпеки праці та зменшення впливу агрегату на довкілля. Проведено техніко-економічну оцінку впровадження запропонованої конструкції з урахуванням сучасного рівня цін на посівну техніку, паливо та оплату праці.

Ключові слова: зернова сівалка, сівалка-культиватор, централізований висіваючий апарат, спіральний висів, сошник, насіннєвий бункер, кінематичний розрахунок, економічна ефективність.

ВСТУП

Якість сівби зернових культур значною мірою визначає майбутню урожайність, рівномірність розвитку рослин і подальшу ефективність використання добрив, засобів захисту та машинно-тракторного парку. Навіть за високої якості насіння і належної агротехніки помилки під час розподілу посівного матеріалу в рядку призводять до зріджених або загущених ділянок, погіршення живлення рослин, неоднакової глибини загортання та зростання втрат під час збирання.

У сучасному землеробстві дедалі більшого значення набувають посівні агрегати, здатні поєднувати кілька технологічних операцій за один прохід. Сівалка-культиватор дає змогу одночасно виконувати передпосівне розпушування смуги, висівати насіння та формувати насіннєве ложе. Такий підхід зменшує кількість проходів агрегатів полем, обмежує ущільнення ґрунту, скорочує витрати палива та краще узгоджується з вимогами ресурсозберігаючих технологій.

Особливу увагу в таких машинах потрібно приділяти висіваючому апарату. Традиційні котушкові системи прості та надійні, але за збільшення ширини захвату машини ускладнюється привід багатьох окремих апаратів, підвищуються вимоги до синхронності їх роботи і зростає трудомісткість регулювання. Централізований висіваючий апарат дозволяє зосередити дозування насіння в одному вузлі, спростити контроль технологічного процесу і забезпечити подальший рівномірний розподіл насіннєвого матеріалу до сошників.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка та обґрунтування конструкції зернової сівалки-культиватора з централізованим висіваючим апаратом, яка забезпечує якісний рядковий висів зернових культур і може бути використана у ресурсозберігаючій технології сівби.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв’язати такі завдання: проаналізувати способи сівби та конструкції сучасних посівних машин; визначити властивості насіння, що впливають на роботу висіваючого апарата; обґрунтувати технологічну схему сівалки-культиватора; розрахувати основні параметри бункера, сошника і централізованого висіваючого апарата; оцінити безпечність експлуатації запропонованої машини; визначити економічну доцільність її впровадження.

Об’єктом дослідження є технологічний процес рядкової сівби зернових культур сівалкою-культиватором. Предметом дослідження є конструктивні та

кінематичні параметри централізованого висіваючого апарата і пов’язаних з ним робочих органів посівної машини.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

У кваліфікаційній роботі виконано аналіз конструкцій сучасних посівних машин та висіваючих апаратів для зернових культур. Встановлено, що серійні котушкові апарати залишаються простими й надійними, проте за великої кількості рядків ускладнюють регулювання норми висіву і можуть спричиняти нерівномірність подачі насіння. Доцільним напрямом удосконалення є застосування централізованого висіваючого апарата з подальшим розподілом насіннєвого потоку до сошників.

Обґрунтовано технологічну схему зернової сівалки-культиватора, яка поєднує смуговий обробіток ґрунту та сівбу за один прохід. Для розрахункової ширини захвату 2,05 м і робочої швидкості 8 км/год змінний виробіток агрегату становить близько 8,04 га/зм. Об’єм насіннєвого бункера прийнято достатнім для сталої роботи на типовому гоні без надмірного збільшення маси машини.

Розраховано основні параметри стрілчастого сошника і насіннєвого бункера. Визначені геометричні співвідношення забезпечують підрізання бур’янів, формування борозни та стабільне надходження насіння до централізованого висіваючого апарата.

Запропоновано конструкцію гвинтового централізованого висіваючого апарата. На основі аналізу руху зернівки у гвинтовому каналі обґрунтовано залежності для визначення сил, швидкості транспортування, продуктивності та частоти обертання робочого органа. Такий апарат спрощує регулювання норми висіву і зменшує кількість індивідуальних дозувальних вузлів на машині.

Розроблено заходи з охорони праці під час агрегатування, регулювання, завантаження бункера та технічного обслуговування сівалки. Передбачено захисні кожухи приводу, фіксацію піднятих робочих органів, очищення апарата тільки після зупинки агрегату і використання засобів індивідуального захисту під час роботи з протруєним насінням.

Техніко-економічна оцінка показала, що застосування проектної сівалки-культиватора дає змогу зменшити питомі експлуатаційні витрати на 215,4 грн/га. З урахуванням очікуваного підвищення рівномірності сівби річний економічний ефект для площі 170 га становить близько 261,3 тис. грн, а строк окупності витрат на виготовлення централізованого висіваючого апарата не перевищує одного виробничого сезону.

Запропоновану конструкцію доцільно використовувати для подальшого детального конструкторського опрацювання, виготовлення дослідного зразка та проведення польових випробувань з оцінюванням рівномірності висіву, стабільності роботи висіваючого апарата і впливу агрегату на якість формування сходів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] Войтюк Д.Г., Акімов О.В. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2018. – 544 с.

[2] Гаврилюк Г.Р. Обґрунтування параметрів висіваючих апаратів зернових сівалок: монографія. – Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин, 2019. – 196 с.

[3] ДСТУ 4397:2019 Сівалки зернові та зернотукові. Загальні технічні умови. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2020. – 24 с.

[4] ДСТУ ISO 7256-1:2016 Обладнання для посіву. Методи випробування. Частина 1: Сівалки рядкові. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 18 с.

[5] ДСТУ 8646:2016 Посівні машини. Методи оцінювання функціональних показників. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2017. – 14 с.

[6] Кропивко М.Ф., Козак М.І. Економічна ефективність інвестицій у сільськогосподарське машинобудування. – К.: ННЦ ІАЕ, 2018. – 156 с.

[7] Кузьмінський Р.Д., Тарасюк В.В. Інноваційні технології в рослинництві: навч. посібник. – Вінниця: ВНАУ, 2021. – 312 с.

[8] Надикто В.Т. Перспективні мобільні енергетичні засоби для рослинництва: монографія. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – 208 с.

[9] Огійчук М.Ф., Утенкова К.О. Аудит та економічний аналіз в аграрних підприємствах: Підручник. – К.: Алерта, 2019. – 540 с.

[10] Павлів А.П. Охорона праці в агропромисловому комплексі: навч. посібник. – Львів: ЛНАУ, 2020. – 248 с.

[11] Пришляк В.М. Механіко-технологічне обґрунтування процесу висіву насіння зернових культур гвинтовими апаратами // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2022. – Вип. 114. – С. 82–91.

[12] Свірень М.О. Механіко-технологічні основи взаємодії робочих органів посівних машин з насінням: автореф. дис. … д-ра техн. наук. – Кропивницький, 2015. – 40 с.

[13] Сисолін П.В., Сало В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проєктування: Підручник. 2-ге вид., перероб. – К.: Каравела, 2014. – 504 с.

[14] Стратегія розвитку аграрного сектору економіки України на період до 2030 року / Кабінет Міністрів України. – К., 2022.

[15] Тітова О.А. Агроекологічні аспекти мінімального обробітку ґрунту в умовах Лісостепу: монографія. – Умань: УНУС, 2020. – 168 с.

[16] Шевченко І.А. Обґрунтування параметрів пневмомеханічних висіваючих апаратів: монографія. – Дніпро: ДДАЕУ, 2021. – 180 с.

[17] Шустік Л.П., Булгаков В.М. Теорія процесу висіву насіння зернових культур: монографія. – К.: НУБіП, 2023. – 220 с.

[18] Auernhammer H. Precision farming – the environmental challenge // Computers and Electronics in Agriculture. – 2001. – Vol. 30. – P. 31–43.

[19] Karayel D., Özmerzi A. Evaluation of three depth-control components on seed placement accuracy // Applied Engineering in Agriculture. – 2008. – Vol. 24, № 4. – P. 405–408.

[20] Liang Z., Huang Y., Li D. et al. Design and experiment of a centralized pneumatic grain drill for rice-wheat rotation areas // Agriculture. – 2022. – Vol. 12, № 7. – Article 1013.

[21] ELVORTI. Зернова сівалка ASTRA 3,6V (СЗ-3,6): технічні характеристики та ринкова ціна. – Режим доступу: https://elvortishop.com.ua/.

[22] Агродім-центр. Сівалки зернові ASTRA СЗ-3,6В-06: технічні дані та ціна. – Режим доступу: https://agrodim-center.com.ua/.

[23] Мінфін. Середні ціни на дизельне пальне в Україні за 2024–2026 роки. – Режим доступу: https://index.minfin.com.ua/ua/markets/product-prices/diesel_fuel/.