

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« ____ » _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему:**

**«Механізація вирощування пшениці з модернізацією
зернотукової сівалки»**

Виконав здобувач вищої освіти 4 курсу,

групи АІ-22мб-1

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Бабіюк Кирило Леонідович

« ____ » _____ 2025 р.

Керівник роботи

професор, канд. техн. наук

_____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« ____ » _____ 2025 р.

Рецензент

доцент, канд. техн. наук

_____ Руденко Т.В.

« ____ » _____ 2025 р.

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський) рівень

Галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство

Спеціальність 208 Агроінженерія

Освітньо-наукова програма Агроінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

«___» _____ 2025 року

**ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
ЗА ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ
ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**

_____ Бабіюк Кирило Леонідович _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) «Механізація вирощування пшениці з модернізацією зернової сівалки»
2. Керівник роботи (проекту)
Васильковський Олексій Михайлович, к.т.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
3. Строк подання роботи до захисту 15.05.2025р.
4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи (проекту) Підвищення ефективності вирощування пшениці
5. Перелік графічного матеріалу: операційно-технологічна карта, схема сівалки, висівний апарат (складальне креслення), деталювання

_____ Всього: 4 арк. А1 (масштабованих) _____

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
	О. Васильковський		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Пояснювальна записка	15.05.2025	
	Графічна частина	30.05.2025	
	Захист роботи	1-30.06.2025	

Дата видачі завдання

«3» березня 2025 р.

Підпис керівника

_____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

«3» березня 2025 р.

Підпис здобувача _____ Бабіюк К.Л.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Робота присвячена підвищенню ефективності вирощування пшениці шляхом обґрунтування вибору високопродуктивного посівного агрегату та удосконаленню зернового висівного апарата.

У роботі розроблено операційно-технологічну карту на сівбу пшениці запропонованим агрегатом, розраховано його основні технологічні параметри, які доводять переваги над базовим. Обґрунтовано основні конструкційні параметри робочих органів запропонованої сівалки та, зокрема, удосконаленого висівного апарату.

У ілюстративній частині роботи представлено розроблену операційно-технологічну карту сівби пшениці та креслення, що висвітлюють суть удосконалення конструкції.

операційно-технологічна карта, сівалка, пшениця, висівний апарат

ABSTRACT

The work is devoted to increasing the efficiency of wheat cultivation by substantiating the choice of a high-performance sowing unit and improving the grain sowing machine.

The work has developed an operational-technological map for sowing wheat with the proposed unit, calculated its main technological parameters, which prove its advantages over the basic one. The main structural parameters of the working bodies of the proposed seeder and, in particular, the improved sowing machine have been substantiated.

The illustrative part of the work presents the developed operational-technological map for sowing wheat and drawings that illustrate the essence of the design improvement.

operational-technological map, seeder, wheat, sowing machine

ЗМІСТ

1. Вступ.....	7
2. Аналіз типової технології вирощування пшениці.....	9
3. Операційна технологія сівби.....,.....	12
4. Інженерна частина.....	29
5. Охорона праці.....	43
Висновки.....	45
Список використаної літератури.....	46
Додатки.....	48

					ДП 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		6

1. ВСТУП

Пшениця є стратегічною зерновою культурою, яка відіграє важливу роль у структурі аграрного виробництва, формує основу експортного потенціалу України. В умовах постійного зростання вимог до якості та обсягів виробництва зерна особливої актуальності набуває питання не тільки підвищення ефективності господарювання, а й технічного переоснащення і модернізації сільськогосподарської техніки, зокрема посівних машин і агрегатів.

Механізація процесів вирощування пшениці пройшла довгий еволюційний шлях від примітивних знарядь до сучасних високотехнологічних комплексів. Проте навіть найновіші моделі техніки потребують постійного вдосконалення відповідно до мінливих агротехнічних вимог та економічних реалій. Висівний апарат зернової сівалки є найбільш важливим робочим органом посівного агрегату, від точності та надійності роботи якого безпосередньо залежить рівномірність розподілу насіння, дотримання норми висіву та, як наслідок, майбутня врожайність культури.

Вітчизняні сільгоспвиробники часто стикаються з дилемою: придбання нової імпортової техніки вимагає значних капіталовкладень, які не завжди економічно виправдані, особливо для середніх та малих господарств. У цьому контексті модернізація наявного парку сівалок шляхом удосконалення їх висівних апаратів представляється раціональним компромісним рішенням, що дозволяє підвищити ефективність техніки з мінімальними витратами.

Дана дипломна робота спрямована на комплексне вирішення проблеми підвищення ефективності механізованої сівби пшениці через

					ДП 00.000 ПЗ						
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата							
Розроб.	Бабіюк				Пояснювальна записка			Літ.	Аркуш	Аркушів	
Перевір.	Васильковський								7	48	
Н.контр.	Мачок							ЦНТУ, гр. АІ-22мб-1			
Затв.	Васильковський										

удосконалення технології сівби, спрямовану на підвищення продуктивності зі зниженням собівартості проведення операції, а також розробку та впровадження удосконаленої конструкції висівного апарату зернової сівалки.

Запропоновані технічні рішення базуються на аналізі сучасних тенденцій розвитку посівної техніки, врахуванні специфіки вітчизняних умов господарювання та вимог до якості виконання технологічного процесу сівби.

					ДП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		8

Значення теоретичних робочих швидкостей руху базового і удосконаленого посівних агрегатів становлять відповідно:

$$V_{pБ} = 12,33 \text{ км/год.}$$

$$V_{pМ} = 10,54 \text{ км/год.}$$

Тож робоча швидкість буде:

- базового агрегату:

$$V = 12,33 \cdot (1 - 0,04) = 11,8 \text{ км/год.},$$

- удосконаленого агрегату:

$$V = 10,54 \cdot (1 - 0,05) = 10,0 \text{ км/год.}$$

Робочий час зміни:

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau,$$

де $T_{зм} = 8$ годин – повний час зміни;

$\tau = 0,86$ – коефіцієнт використання часу зміни.

$$T_p = 8 \cdot 0,86 = 6,88 \text{ год.}$$

Тоді розрахункова змінна продуктивність агрегатів буде:

$$W_{зм}^Б = 0,1 \cdot 3,6 \cdot 11,8 \cdot 6,88 = 29,2 \text{ га/зм.},$$

$$W_{зм}^М = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 10,0 \cdot 6,88 = 37,1 \text{ га/зм.}$$

					ДП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		16

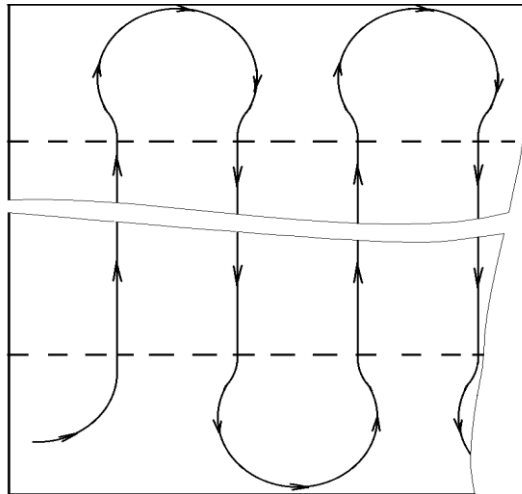


Рис. 3.2. Схема руху агрегату човником.

Мінімальний радіус повороту:

$$R_{\min} = 1,7 \cdot B,$$

де $B=5,4$ м – ширина захвату сіваки.

Мінімальний радіус повороту:

$$R_{\min} = 1,7 \cdot 5,4 = 9,18 \text{ м}$$

Кінематична довжина агрегату:

$$L_a = L_{\text{тр}} + L_3 + L_m$$

де $L_{\text{тр}}=0,87$ м – кінематична довжина трактора;

$L_3=0$ м – кінематична довжина зчіпки;

$L_m=3,4$ м – кінематична довжина сівалки СЗФ-5400.

Кінематична довжина агрегату:

$$L_a = 0,87 + 0 + 3,4 = 4,27 \text{ м.}$$

Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

Мінімальна ширина поворотної смуги:

$$E = 1,7 \cdot 9,18 + 4,27 = 19,9 \text{ м.}$$

Ширина поворотної смуги має бути кратною до ширині захвату посівного агрегату.

Уточнимо ширину поворотної смуги за умови:

$$E = K \cdot B,$$

де K – кратність проходу.

Кратність проходу агрегату:

$$K = \frac{19,9}{5,4} = 3,7.$$

Прийmemo кратність $K=4$.

Уточнимо ширину поворотної смуги:

$$E = 4 \cdot 5,4 = 21,6 \text{ м.}$$

Коефіцієнт робочих ходів:

$$K_p = \frac{L_p}{L_p + L_x},$$

де L_p – середня робоча довжина поля, м;

L_x – відстань холостого ходу агрегату, м.

					ДП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		25

Для гонового руху посівного агрегату робоча довжина поля:

$$L_p = L - 2 \cdot E,$$

де $L = 850$ м – прийнята середня довжина поля.

Робоча довжина поля:

$$L_p = 850 - 2 \cdot 21,6 = 806,8 \text{ м}$$

Відстань холостого ходу агрегату:

$$L_x = 6 \cdot R + 2 \cdot l,$$

де l – довжина виїзду агрегату.

Довжина виїзду агрегату:

$$l = 0,5 \cdot L_a.$$

Підставимо розраховане значення кінематичної довжини і визначимо довжину виїзду агрегату:

$$l = 0,5 \cdot 4,27 = 2,135 \text{ м}$$

Відстань холостого ходу агрегату:

$$L_x = 6 \cdot 9,18 + 2 \cdot 2,135 = 59,35 \text{ м.}$$

Коефіцієнт робочих ходів:

$$K_p = \frac{806,8}{806,8 + 59,35} = 0,931.$$

					ДП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		26

4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

4.1. Опис сівалки СЗФ-5400

Загальна характеристика машини

Зернова сівалка СЗФ-5400 (рис. 4.1) являє собою машину, призначену для здійснення рядкової сівби зернових, зернобобових та дрібнонасіньєвих культур із одночасним внесенням мінеральних добрив.

Машина відноситься до класу причіпних широкозахватних сівалок з механічним приводом робочих органів через центральний редуктор. Робоча ширина захвату становить 5,4 метра, що забезпечує високу продуктивність при оптимальних енерговитратах.



Рис. 4.1. Загальний вигляд зернової сівалки СЗФ-5400.

Напівпричіпна універсальна зернотукова сівалка СЗФ-5400 розроблена для виконання рядкової сівби насіннєвого матеріалу зернових і зернобобових культур з внесенням гранульованих мінеральних добрив безпосередньо в посівні борозни. Конструкція агрегату дозволяє здійснювати посівні роботи

						ДП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата			29

Для забезпечення умови заповнювання жолобків катушки [15] визначимо її основні параметри.

Висота жолобка:

$$h_{\text{ж}} \geq \frac{b_{\text{с}}}{2},$$

де $b_{\text{с}}=8$ мм – найбільша товщина насіння (соє), дозування якого має забезпечувати катушка.

Висота жолобка:

$$h_{\text{ж}} \geq \frac{8}{2} = 4 \text{ мм},$$

Прийmemo $h_{\text{ж}}=4$ мм.

Ширина жолобка:

$$b_{\text{ж}} \geq L_{\text{с}},$$

де $L_{\text{с}}=12$ мм – найбільша довжина насіння (овес), дозування якого має забезпечувати катушка.

Ширина жолобка:

$$b_{\text{ж}} \geq 12 \text{ мм},$$

Прийmemo $b_{\text{ж}}=12$ мм

					ДП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		34

Площа перерізу S_2 :

$$S_2 = \frac{25^2}{2} \left(\frac{0,8 \cdot 3,14}{180} - \sin 0,8 \right) = 8,08 \text{ мм}^2$$

Площа перерізу комбінованого жолобка:

$$S_c = 46,16 + 2 \cdot 8,08 = 62,32 \text{ мм}^2.$$

З урахуванням площі активного шару насіння, площа дозованого шару збільшиться:

$$\Sigma S_c = S_c \cdot (1 + \lambda).$$

$\lambda = 0,6 \dots 0,65$ – дослідний коефіцієнт активного шару

Тож, площа дозованого шару:

$$\Sigma S_c = 62,32 \cdot (1 + 0,6) = 99,7 \text{ мм}^2.$$

Маса насіння пшениці, що дозується за оберт котушки:

$$q_0 = 10^{-3} \gamma \cdot L_k \cdot S_c$$

де $\gamma = 780 \cdot 10^{-3} \text{ г/см}^3$ – об'ємна маса насіння ;

Маса насіння пшениці, що дозується за оберт котушки:

$$q_0 = 10^{-3} 780 \cdot 0,039 \cdot 99,7 = 30,3 \text{ г}$$

Результати розрахунків для інших культур зведемо до таблиці 4.1.

					ДП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		37

$d_1=55$ мм – зовнішній діаметр штифтової котушки СЗФ-5400,

$d_2=45$ мм – діаметр основи котушки СЗФ-5400,

$L_k=30$ мм – робоча довжина котушки СЗФ-5400,

$V_{шт}$ – об'єм одного штифта, мм³,

$k=12$ – кількість штифтів,

$\mu=0,6$ – коефіцієнт заповнення;

C_a – товщина активного шару, мм.

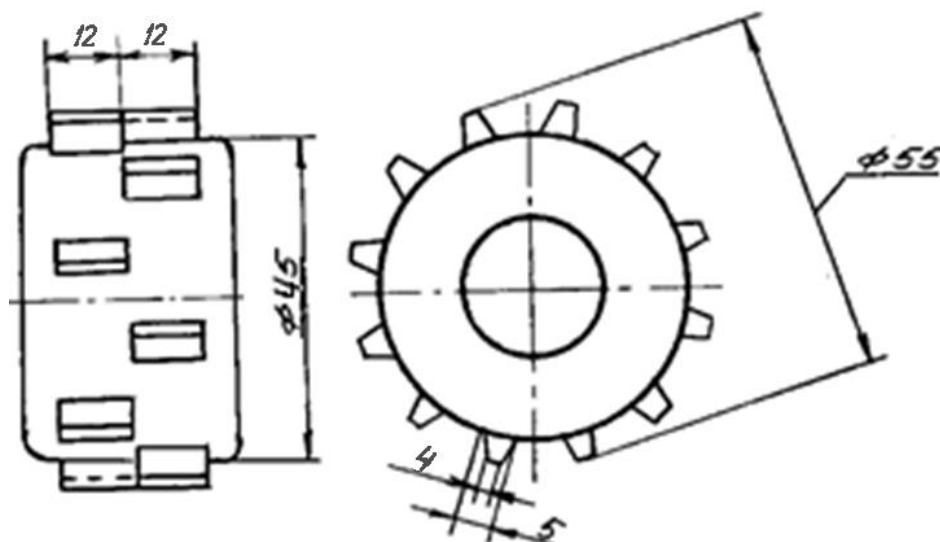


Рис. 4.4. Штифтова тукова котушка.

Об'єм штифтів тукової котушки:

$$V_{шт} = \frac{4+5}{2} \cdot 5 \cdot 12 = 270 \text{ мм}^3.$$

Товщина активного шару:

$$C_{пр} = \frac{1 - L^{-\mu \delta}}{0,25}$$

де $\delta=8,5$ мм – зазор між котушкою і днищем.

Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

ДП 00.000 ПЗ

Арк.

39

Виліт правого маркера:

$$M_{\text{п}} = \frac{(A - C)}{2} + B_{\text{ст}}$$

де $A = 5,4$ м – відстань між крайніми сошниками сівалки СЗФ-5400,

$C = 1,44$ м – ширина колії передніх коліс МТЗ-80,

$B_{\text{ст}} = 0,15$ м – ширина стику міжряддя.

Виліт правого маркера:

$$M_{\text{п}} = \frac{(5,4 - 1,44)}{2} + 0,15 = 2,13 \text{ м.}$$

Виліт лівого маркера:

$$M_{\text{л}} = \frac{(A + C)}{2} + B_{\text{ст}},$$

Виліт лівого маркера:

$$M_{\text{л}} = \frac{(5,4 + 1,44)}{2} + 0,15 = 3,57 \text{ м.}$$

					ДП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		42

ВИСНОВКИ

За результатами виконаної дипломної роботи отримано наступні результати.

На основі огляду існуючих технологій механізованого вирощування пшениці обґрунтовано доцільність удосконалення.

Розроблено операційну карту сівби пшениці, яка враховує агротехнічні вимоги культури та технічні можливості запропонованого агрегату.

Обґрунтовано доцільність заміни сівалки СЗ-3,6А на більш продуктивну СЗФ-5400. Проведені розрахунки підтвердили підвищення продуктивності агрегату і зниження питомих витрат палива на 25%.

Розроблено конструкцію катушкового висівного апарату з комбінованими жолобками, що забезпечує універсальність застосування для насіння різних розмірів та форм та підвищення точності дозування.

У графічній частині роботи наведено розроблену операційно-технологічну карту сівби пшениці, а також розроблені креслення: загального виду сівалки СЗФ-5400 з модернізованими апаратами, складальне креслення висівного апарату та деталювання оригінальних деталей, зокрема запропонованої катушки з комбінованими жолобками.

Запропоновані технічні рішення можуть бути впроваджені на сільськогосподарських підприємствах без значних капіталовкладень. Модернізація існуючих сівалок дозволить підвищити ефективність механізованого вирощування пшениці та покращити конкурентоспроможність аграрного виробництва.

					ДП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		45

- 11.Надикто, В.Т. Сільськогосподарські машини. Теорія, конструкція і розрахунок / В.Т. Надикто, В.І. Ульянов. – К.: Аграрна освіта, 2008. – 584 с.
- 12.Клендій, М.Б. Машини для посіву сільськогосподарських культур / М.Б. Клендій, О.В. Кленді. – Львів: Українські технології, 2006. – 380 с.
- 13.Сільськогосподарські машини: Посібник / М.В. Бакум та ін.; за ред. М.В. Бакума. – Х.: ХНТУСГ, 2008. – 284 с.
- 14.В. Сало, С. Лещенко, П. Лузан, Л. Сало Машини для сівби, садіння та догляду за посівами: навчальний посібник. – Кропивницький: Видавець Лисенко В.Ф., 2022. – 220 с.: іл.
- 15.Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Кн. 1: Машини для рільництва. Київ: Урожай, 2018. 384 с.

					ДП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		47

ДОДАТКИ

					ДП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		48