

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« ____ » _____ 2025 р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему:

«Модернізація сошника сівалки СЗ-3,6»

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,

групи ГМ-22мб

ОПП «Галузеве машинобудування»

спеціальності _____ 208 _____ «Галузеве

машинобудування»

_____ Махінько Владислав

Олександрович

« ____ » _____ 2025 р.

Керівник проекту

професор., докт. техн. наук

_____ Василь САЛО

« ____ » _____ 2025 р.

Рецензент

_____ доц. Портнов Г.Д.

Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти I-й, бакалавр

Галузь знань Механічна інженерія

Спеціальність Галузеве машинобудування

Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма

Галузеве машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« » 2025 року

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

Махінко Владислав Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Модернізація сошника сівалки СЗ-3,6

2. Керівник роботи (проекту) Сало Василь Михайлович

докт. техн. наук, професор

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання роботи до захисту 01.06.2025р

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи (проекту)

Підвищення технічного рівня зернової Сівалки СЗ-3,6

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1-4	Сало В.М.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Розробка змісту модернізації сошника сівалки СЗ-3,6	01.03.25 – 05.04.25	
	Виконання конструкторської частини роботи	06.04.25 – 25.04.25	
	Розробка та оформлення графічного матеріалу роботи	26.04.25 – 15.05.25	
	Оформлення пояснювальної записки	16.05.25 – 01.06.25	

Дата видачі завдання

« 03 » 03 2025 р.

Підпис керівника

_____ Сало В.М.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

« 03 » 03 2025 р.

Підпис здобувача _____

Махінко В.О.
(прізвище та ініціали)

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітки
				<u>Документація загальна</u>		
				Заново розроблена		
A4			C3 00.000. ПЗ	Пояснювальна записка	50	
A1			C3 00.000 ЗВ	Сівалка СЗ-3,6	1	
				<u>Документація по складальних</u>		
				<u>одиницях</u>		
				Заново розроблена		
*			C3 00.030. СК	Рама	1	A1x3
A1			C3 00.040 СК	Секція	1	
				<u>Документація по деталях</u>		
				Заново розроблена		
A3			C3 00. 652	Вісь	1	
A4			C3 02.102	П'ятка утримуюча	1	
A2			C3 02.401	Стійка сошника		

					C3 00.000 ВР			
Зм.	Аркуш	№ докum.	Підпис	Дата				
Розробив		Махінко В.О.			Відомість роботи	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірів		Сало В.М.						
Н. контр.		Мачок Ю.В.				ЦНТУ гр. ГМ -22мб		
Затвердив		Васильковський						

Анотація

В роботі представлена інформація про модернізацію конструкції зернотукової сівалки марки СЗ-3,6 з метою розширення її функціональності та надійності виконання технологічного процесу.

В зв'язку з цим, розроблена конструкція експериментальної посівної секції на основі сошника з гострим кутом входження в ґрунт і обладнаної зубчастим диском. Задача зубчастого диска полягає в очищенні корпусу сошника від рослинних решток, які можуть підніматися з поверхні поля та верхніх шарів ґрунту, особливо при мінімальній його підготовці до сівби, чи застосуванні прямих способів сівби. Зубчастий диск шарнірно в підшипникових вузлах закріплено на нижньому кінці коромисла, а верхній його кінець через пружину з'єднаний з кронштейном кріплення секції до переднього бруса рами і розташований на незначній відстані від самого сошника. Завдяки представленій конструкції зубчастий диск притискається до поверхні поля поруч з корпусом сошника і в результаті контакту з ґрунтом приводиться в обертальний рух. Зуби диска при цьому захоплюють рослинні рештки з поверхні корпусу сошника і сприяють їх відкиданню вбік.

Використання запропонованої конструкції експериментальної посівної секції має сприяти можливості використання сівалки обладнаної даними секціями при виконанні прямих способів сівби зернових культур, чи при застосуванні мінімальних безвідвальних способів обробітку ґрунту, а також суттєво підвищити надійність та якість виконання технологічного процесу сівби і в цілому вирощування зернових культур.

Abstract

The paper presents information on the modernization of the design of the SZ-3.6 fertilizer seeder in order to expand its functionality and reliability of the technological process. In this regard, the design of an experimental sowing section

СЗ 00.000 ПЗ

Лист

5

Вступ

З огляду на актуальні екологічні проблеми та питання охорони навколишнього середовища, збереження родючості ґрунтів, одним із ключових напрямків подальшого розвитку сільського господарства є впровадження протиерозійних технологій. До них належать безвідвальний обробіток ґрунту, стерньовий посів, зниження питомого тиску агрегатів на ґрунт тощо. При виконанні обробітку ґрунту, особливо безвідвального та мінімального, необхідне додаткове розпушування поверхневих шарів до стану, придатного для сівби за допомогою звичайних рядкових сівалок. Реалізація цих умов вимагає значних змін у технологіях вирощування сільськогосподарських культур, а також удосконалення існуючих та створення нових посівних машин.

У процесі технічного переоснащення сільського господарства розробляються нові машини, що забезпечують комплексну механізацію всіх галузей агровиробництва. Основний акцент у розробці таких машин робиться на збільшення робочої ширини їхнього захвату, підвищення швидкості роботи, а також впровадження автоматизованих систем управління технологічними процесами та контролю якості їх виконання.

В умовах сучасного виробництва сільськогосподарської продукції значно зростають вимоги до якості виконання технологічних процесів, зокрема ґрунтообробними, посівними та садильними машинами. Від їхньої ефективності значною мірою залежить схожість висіяного зерна, трудомісткість подальшого догляду за посівами та, зрештою, обсяги вирощеної продукції.

					СЗ 00.000.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВСТУП	Літера	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Махінко В					8	
Перев.		Сало В.М.						
Н.контр.		Мачок Ю.В.						
Затвер.		Васильковський						
						ЦНТУ, гр. ГМ -22мб		

Одночасно з цим, наявний парк сільськогосподарських машин у господарствах потребує модернізації та вдосконалення відповідно до сучасних вимог.

У даній кваліфікаційній роботі розглянута спроба вдосконалення технічного забезпечення процесів вирощування зернових культур шляхом упровадження нової конструкції посівної секції для серійної зернової сівалки, яка повинна забезпечити можливість її використання при прямих способах сівби зернових культур.

Зокрема, для зменшення негативного впливу на ґрунт пропонується використання посівної секції, сошник якої входить у ґрунт під гострим кутом, а накопиченню на ньому рослинних решток має запобігати зубчастий очисний диск.

Очікується, що заміна традиційних дискових сошників сприятиме зниженню негативного тиску на ґрунт, покращенню якості виконання технологічного процесу, особливо на ґрунтах без якісної попередньої підготовки. Крім того, це забезпечить оптимальні умови загортання насіння під час сівби, що, у свою чергу, підвищить ефективність вирощування зернових культур.

					СЗ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

висівання насіння; 4 – ящик насіннєвий; 5 – ящик для добрив; 6 – катушково-штифтовий туковисівний апарат; 7 – туконасіннєпроводи; 8 – підніжна дошка; 9 – загортачі; 10 – дисковий сошник задній; 11 – дисковий сошник передній; 12 – опорно-приводні колеса; 13 – рама; 14 – сниця.

Рама сівалки спирається на два пневматичні опорно-приводні колеса. До сошникового бруса рами кріпляться повідки з сошниками. Спереду до брусів рами приєднана сниця з причепом і підставкою. У косинках на рамі розташовані вали для піднімання сошників, а під заднім брусом встановлені квадратні вали із загортачами.

Підіймання та опускання сошників і загортачів здійснюється за допомогою гідроциліндра, встановленого на сніці, який з'єднаний із важелями механізму підіймання сошників.

Зернотуковий ящик розміщений у верхній частині рами. Привід на вали зернових і тукових апаратів передається від коліс через вал контрпривода та редуктор, розташований у центральній частині сівалки. Завдяки муфтам обгону на валу контрпривода привід здійснюється одночасно від двох коліс. Висівні апарати з'єднані з сошниками насіннєпроводами.

Позаду рами сівалки закріплена підніжна дошка з огорожею для сівальника.

Зернотукова сівалка СЗ-3,6 призначена для рядкового висіву насіння зернових (пшениця, жито, овес, ячмінь) і зернобобових (горох, квасоля, сочевиця, боби, чина, нут, люпин) культур із одночасним внесенням гранульованих добрив у рядки.

Сівалка також може використовуватися для висіву насіння інших культур, подібних до зернових за розмірами насіння та нормами висіву, таких як гречка, просо, сорго тощо.

Загальна технічна характеристика сівалки представлена в таблиці 2.1

					СЗ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

$$b_x = \left(\frac{14}{\operatorname{tg}35} + 2,5 \right) \cdot \cos(10 + 35) = 15,7 \text{ см} = 157 \text{ мм}$$

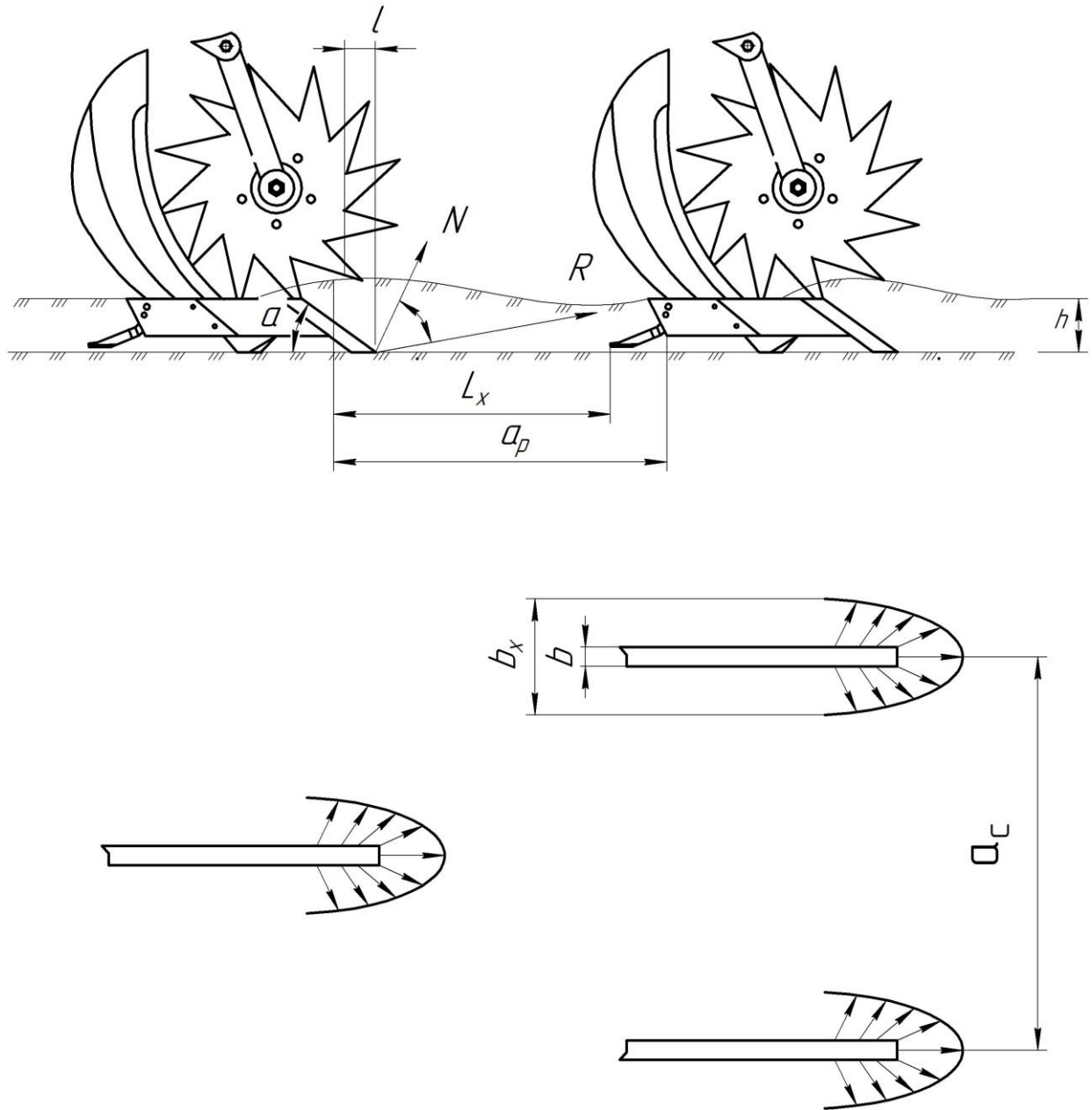


Рис. 2.4 Схема взаємного розташування сошників.

						СЗ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			20

2.5. Кінематичний та силовий аналізі

2.5.1. Розрахунок механізму приводу до висівних апаратів зернової сівалки.

Розрахуємо передаточне відношення необхідне для забезпечення мінімальної норми висіву при мінімальній довжині робочої частини катушки [4].

$$i_1 = \pi D_k b Q_{\min} / S_c \gamma L_{\min} (1 - \varepsilon) \quad (2.4)$$

де D_k – діаметр опорно-приводного колеса в мм;

b – ширина міжрядь в мм;

Q_{\min} – мінімальна норма висіву в кг/га;

γ – об'ємна маса насіння, г/дм³;

L_{\min} – мінімальна довжина робочої частини катушки в мм;

ε – коефіцієнт, що характеризує ступінь прослизання опорно-приводного колеса.

$$S_c = S z \mu + \pi d_k (1 - e^{-b_0 c_1}) / b_0 \quad (2.5)$$

де S – площа поперечного перетину жолоба мм²;

z – кількість жолобків, шт;

μ – коефіцієнт заповнення жолобків насінням ($\mu = 0.75$);

d_k – зовнішній діаметр катушки - 50 мм;

c_1 – зазор між катушкою та днищем на виході з висівного апарата - 4 мм;

b_0 – коефіцієнт пропорційності ($b_0 = 0.32$).

Площу поперечного перетину жолобка для комбінованої форми розраховуємо за формулою

					СЗ 00.000.ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.5.3. Вибір енергетичного засобу для агрегування сівалки

Вибираємо трактор за його тяговими характеристиками [6]. Завантаженням трактора вважається оптимальним, коли

$$R_p = (1.03...1.1)P_c \quad (2.15)$$

де: R_p – сила тяги на гаку трактора;

P_c – тяговий опір сівалки.

$$P_c = nR_x + \mu(G_c - G' - nR_H) \pm G_c \sin \alpha \quad (2.16)$$

де: n – кількість сошників;

R_x – сила опору одного сошника;

G_c, G' – відповідно маса сівалки із заправленим насінням та добривами бункерами та сошників;

$$G' = nQ$$

Q – маса одного сошника;

μ -- коефіцієнт перекочування коліс по обробленому полю;

α - можливий кут нахилу поля;

R_H – сила реакції пружини натискної штанги сошника.

$$P_c = 24 \cdot 0.2 + 0.2(20.9 - 2.04 - 24 \cdot 0,150) = 7,852 \text{кН}$$

За формулою (2.15) визначаємо

$$R_p = 1.1 \cdot 7,852 = 8,63 \text{кН}$$

За таких умов сівалка може агрегуватися з тракторами тягового класу 1,4...2. (як приклад з МТЗ-80, у якого сила тяги $R_T=13$ кН.)

Визначимо завантаження трактора

$$\eta = \left(1 - \frac{R_\delta - R_p}{R_\delta}\right) \cdot 100\% \quad (2.17)$$

					СЗ 00.000.ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{Тоді} \quad \sigma = \frac{M_3}{W} \leq [\sigma]_3 \quad (2.21)$$

$$W = 0,1 \cdot d^3 = 0,1 \cdot 15^3 = 337,5 \text{ мм}^3.$$

$$\sigma = \frac{9000}{337,5} = 26,6 \text{ кг/мм}^2 < [\sigma]_3 = 100 \text{ кг/мм}^2.$$

Визначимо коефіцієнт запасу міцності:

$$n = \frac{[\sigma]}{\sigma} = \frac{100}{26,6} = 6,25$$

Запасу міцності для працездатності котка достатньо.

Обираємо підшипник кочення 80206 з наступними параметрами:

- внутрішній діаметр $d = 15$ мм;
- зовнішній діаметр $D = 42$ мм;
- ширина $B = 16$ мм;
- статична вантажопідємність $C = 19000$ Н.

З попередніх розрахунків розраховуємо необхідну вантажопідємність

$$C_p = P(n \cdot t)^{0,3} \quad (2.22)$$

$$\text{де } P = R_A = R_B = 100 \text{ Н}$$

n – кількість обертів котка в робочому режимі, з попередніх розрахунків
 $n = 2,2 \text{ с}^{-1}$ або $n = 132 \text{ хв}^{-1}$

t – розрахункова довговічність, годин. Для посівних машин марки СЗ-3,6 ресурс складає 8 років [1]. Нормативний показник складає 250 годин у рік.

Тоді $t = 2000$ годин.

Підставивши значення в (2.22), отримуємо:

$$C_p = 100 (132 \cdot 2000)^{0,3} = 4231,3 \text{ Н}$$

Визначаємо коефіцієнт запасу

$$n = \frac{C}{C_p} = \frac{19000}{4231,3} = 4,49$$

					СЗ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

вирощування зернових культур. Проведені конструкторські, технологічні і міцнісні розрахунки запропонованих елементів і вузлів сівалки свідчать про можливу надійну і ефективну їх роботи в складі посівної машини.

					СЗ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

ДОДАТКИ

					СЗ 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание				
Справ. №	Перв. примен.			Документація						
				СПП 00.000 СБ	Сівалка прямого посіву СПП-3,6	1				
					Складальні одиниці					
			1	СПП 00.010.000 СБ	Рама	1				
			2	СПП 00.020.000 СБ	Колесо	2				
			3	СПП 00.030.000 СБ	Підніжка	1				
		A1	4	СПП 00.040.000 СБ	Секція	24				
			5	СПП 00.050.000 СБ	Ящик зернотуковий	1				
			6	СПП 00.060.000 СБ	Апарат зерновисівний	24				
			7	СПП 00.070.000 СБ	Апарат туковисівний	24				
			8	СПП 00.080.000 СБ	Ричаг	1				
			9	СПП 00.090.000 СБ	Механізм піювання секції	2				
			10	СПП 00.100.000 СБ	Ящик інструментальний	1				
			11	СПП 00.110.000 СБ	Підставка	1				
			12	СПП 00.120.000 СБ	Кронштейн	1				
		Взам. інв. №	Підп. і дата			Деталі				
13	СПП 00.504					Пружина	24			
14	СПП 00.405					Штанга	24			
15	СПП 00.505					Пружина	1			
Підп. і дата				16	СПП 00.603	Палець	1			
Інв. № подл.				СЗ 00.000						
							Изм. Лист	№ докцм.	Подп.	Дата
							Разраб.	Махінько В.О.		
							Пров.	Сало В.М.		
И.контр.	Мачок Ю.В.									
Утв.	Василькодьський О.М.									
Сівалка СЗ-3,6					Лит.	Лист	Листов			
							2			
Сівалка СЗ-3,6					ЦНТУ					
					гр. ГМ-22мб-1					

