

Центральноукраїнський національний технічний університет

ЦЗДО

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 озимої пшениці з модернізацією
зернотукової сівалки»

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,
групи АІ-21ПЗ

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Шкода-Ульянов Ніл

Олександрович

« ____ » _____ 2025 р.

Керівник проекту

доцент, канд. техн. наук

_____ Руслан КІСІЛЬОВ

« ____ » _____ 2025 р.

Рецензент

доцент, канд. техн. наук

_____ Руслан ОСІН

« ____ » _____ 2025 р.

Кропивницький

№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание																																								
1																																														
2			<u>Загальна документація</u>																																											
3																																														
4			<u>Знову розроблена</u>																																											
5																																														
6	A4	СЗ 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	1																																										
7																																														
8			<u>Документація по</u>																																											
9			<u>технологічній частині</u>																																											
10																																														
11			<u>Знову розроблена</u>																																											
12																																														
13	A1	СЗ 00.001 ТЧ	Технологічна карта	1																																										
14																																														
15	A1	СЗ 00.002 ТЧ	Операційно-технологічна карта	1																																										
16																																														
17			<u>Документація по</u>																																											
18			<u>інженерній частині</u>																																											
19																																														
20			<u>Знову розроблена</u>																																											
21																																														
22	A1	СЗ 00.000	Зернова сівалка СЗ-3,6А	1																																										
23																																														
24	A1	СЗ 00.100 СБ	Висівний апарат	1																																										
СЗ 00.000 ВП																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Изм.</th> <th>Лист</th> <th>№ докum.</th> <th>Подп.</th> <th>Дата</th> <th colspan="3"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Разраб.</td> <td></td> <td>Шкода Ульянов</td> <td></td> <td></td> <td>Лит.</td> <td>Лист</td> <td>Листов</td> </tr> <tr> <td>Проб.</td> <td></td> <td>Кісільов</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Н.контр.</td> <td></td> <td>Мачок</td> <td></td> <td></td> <td colspan="3" style="text-align: center;">ЦНТУ,</td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td></td> <td>Василькобський</td> <td></td> <td></td> <td colspan="3" style="text-align: center;">гр. АІ-21ПЗ</td> </tr> </tbody> </table>							Изм.	Лист	№ докum.	Подп.	Дата				Разраб.		Шкода Ульянов			Лит.	Лист	Листов	Проб.		Кісільов				1	2	Н.контр.		Мачок			ЦНТУ,			Утв.		Василькобський			гр. АІ-21ПЗ		
Изм.	Лист	№ докum.	Подп.	Дата																																										
Разраб.		Шкода Ульянов			Лит.	Лист	Листов																																							
Проб.		Кісільов				1	2																																							
Н.контр.		Мачок			ЦНТУ,																																									
Утв.		Василькобський			гр. АІ-21ПЗ																																									
Відомість роботи																																														

№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание
1			<u>Документація по</u>			
2			<u>деталях</u>			
3						
4			<i>Знову розроблена</i>			
5						
6	A3	<i>СЗ 00. 401</i>	<i>Клапан</i>	1		
7						
8	A3	<i>СЗ 00. 402</i>	<i>Боковина</i>	1		
9						
10	A3	<i>СЗ 00. 301</i>	<i>Шестерня</i>	1		
11						
12	A3	<i>СЗ 00. 501</i>	<i>Котушка</i>	1		
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

СЗ 00.000 ВП

Лист
2

1. Вступ

2. Аналіз існуючої технології вирощування озимої пшениці
з визначенням шляхів її удосконалення

3. Операційна технологія сівби пшениці

4. Інженерна частина

5. Охорона праці

6. Висновки

Використана література

Додатки

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Обробіток ґрунту та сівба зернових культур в Україні повністю здійснюється за допомогою механізованих засобів. Враховуючи наявність різноманітних ґрунтово-кліматичних зон, використовувана сільськогосподарська техніка та обладнання не завжди повною мірою відповідають вимогам щодо якості основного й поверхневого обробітку ґрунтів, посіву культур, ефективності роботи агрегатів, їхньої надійності та енергоспоживання. Це зумовлює необхідність постійного вдосконалення конструкцій техніки з метою підвищення її конкурентоспроможності на світовому ринку.

У зв'язку з поширенням ґрунтозахисних технологій набувають популярності сівалки для прямої сівби. Зокрема, в деяких моделях таких сівалок реалізовано концепцію тридискового сошника - коли сошники монтується на одному повідку послідовно: спочатку встановлюється ріжучий диск, а за ним дводисковий сошник. В окремих конструктивних рішеннях ріжучий диск і дводисковий сошник розміщені на незалежних підвісках. Така конструкція полегшує їх прохід на полях, що насичені стерньовими залишками попередніх культур, але як недолік - виникає проблема точного збігу слідів різального диска та сошника.

Останнім часом все більшої актуальності набуває концепція розробки зернових сівалок нового покоління, здатних ефективно працювати в складних агротехнічних умовах. У зв'язку з цим дана бакалаврська робота спрямована на обґрунтування вдосконаленої технології висіву зернових культур, а також модернізацію основних робочих органів сівалки. Поставлене завдання є надзвичайно актуальним у сучасних умовах розвитку аграрного виробництва.

					СЗ 00.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Шкода-Ульянов			Вступ	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Кісільов						
Реценз.								
Н. Контр.		Мачок				ЦНТУ, гр. АІ-21ПЗ		
Затвер.		Васильковський						

Передпосівний обробіток ґрунту

Своєчасна та якісна передпосівна підготовка поля є ключовою умовою для забезпечення оптимальної глибини загортання насіння, отримання дружніх і рівномірних сходів, а також подальшого гармонійного розвитку рослин з метою досягнення високої урожайності. Поверхня ґрунту після обробітку повинна бути ретельно вирівняною, при цьому висотна різниця між гребенями, утвореними культиватором або боронами, згідно з агротехнічними вимогами, не повинна перевищувати 2 см.

Передпосівний обробіток і сівба зазвичай поєднуються в єдиний технологічний процес, оскільки тривалість перерви між ними повинна становити не більше 0,5–2 годин. Це дозволяє зберегти вологу в обробленому шарі ґрунту, щоб насіння потрапляло на вологе ложе. Для кращої видимості маркерного сліду передпосівний обробіток проводять під невеликим кутом до напрямку майбутньої сівби.

Передпосівний обробіток ґрунту виконується на глибину загортання насіння – 2-3 см, при цьому допустиме відхилення від заданої глибини не повинно перевищувати 0,5 см. Найпоширенішими засобами для виконання цієї операції є агрегати типу РВК-3,6; РВК-5,4; РВК-7,2 та інші. Високу якість обробітку забезпечують також сучасні комбіновані агрегати європейського виробництва, зокрема Компактор (Lemken), Європак (BBG), Європак 6000 (KLEINE), Термінатор (Kongskilde), Мультиілер тощо.

Основне призначення цих агрегатів - створення злегка ущільненої посівної підшви, на яку рівномірно лягає насіння озимої пшениці. Верхній шар ґрунту при цьому формується з розвиненою капілярною структурою, що сприяє ефективному переносу вологи й тепла - ключових чинників для проростання та початкового розвитку рослин.

Сівба

Сівба є одним із найважливіших агротехнічних заходів, що зазвичай проводиться у період від початку другої декади вересня до початку першої декади жовтня. Від правильного виконання цієї операції залежить успішність наступних

					СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

етапів технологічного процесу вирощування озимої пшениці, відповідно до технологічної карти. У карті враховуються строки й способи сівби, підготовка насінневого матеріалу, норма висіву та глибина загортання насіння сошниками.

Найкращим часом для сівби озимих зернових вважається період, коли середньодобова температура повітря становить приблизно 15-17°C, а осіння вегетація триває 40–50 днів. За науковими даними, для появи дружних сходів у посівному шарі ґрунту має бути не менше 10 мм продуктивної вологи. Для нормального росту та розвитку у фазі трьох листків необхідно вже 20 мм в орному шарі, а у фазі кущення - до 30 мм.

У посушливі роки сівбу доцільно відтермінувати до більш пізніх строків, аби дочекатися сприятливіших умов. Також строки сівби коригуються залежно від попередників: після менш сприятливих культур сівбу проводять у ранні оптимальні строки, а після стерньових попередників - ближче до пізнього періоду оптимальних строків. Це дозволяє зменшити ризик ураження посівів шкідниками та хворобами в осінній період.

Оптимальні та раціональні строки сівби озимої пшениці в Україні залежать від природно-кліматичних особливостей регіонів. Зокрема, у західному Лісостепу рекомендується проводити сівбу з 15 по 30 вересня, у східному Лісостепу — з 10 по 20 вересня, а в центральному та північному Лісостепу — також із 15 по 30 вересня. У зоні Полісся оптимальними строками є період з 10 по 25 вересня, у Степовій зоні — з 15 по 25 вересня, а в південному Степу — з 20 по 30 вересня.

Норма висіву озимої пшениці визначається рядом факторів: сортом культури, бажаною густрою посівів, агрокліматичною зоною, якістю підготовки посівного ложа та конкретними строками сівби. Згідно з агротехнічними нормами, для більшості сортів оптимальною нормою висіву є 4,0–5,0 мільйонів схожих зернин на 1 гектар. Проте в окремих випадках доцільно орієнтуватися на рекомендації оригінатора конкретного сорту, особливо при зміщенні строків сівби.

Ще одним важливим аспектом під час сівби є глибина загортання насіння. За умови якісної передпосівної підготовки ґрунту та наявності достатньої кількості

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вологи в ньому, оптимальною глибиною для висіву зерна пшениці вважається 3–4 см. У цьому випадку вузол кущення формується на глибині 2–3 см, що забезпечує кращу стійкість рослин до зимівлі. При пізніх строках сівби слід зменшувати глибину загортання насіння порівняно з ранніми строками. Якщо ж волога в посівному шарі обмежена, глибину необхідно збільшити.

У разі пізньої сівби із застосуванням препаратів, що мають ретардантні властивості, доцільно зменшити глибину загортання до 2,5–3,0 см та трохи підвищити норму висіву. Такі заходи є доцільними при типовому для озимих зернових культур пізньому терміні сівби.

Прикочування посівів

Прикочування сприяє збереженню вологи у продуктивному шарі ґрунту. Після проведення цього агроприйому частково підвищується температура ґрунту, покращується контакт насіння з ґрунтом, що в результаті забезпечує дружні та рівномірні сходи.

Внесення добрив

Лабораторні дослідження свідчать, що ґрунт не містить достатньої кількості легкодоступних поживних речовин, необхідних для повноцінного розвитку рослин. Це обґрунтовує доцільність використання мінеральних добрив для отримання стабільного та високого врожаю. Відтак, рекомендовано впроваджувати ефективну систему удобрення озимої пшениці, яка забезпечить оптимальний рівень живлення рослин і підтримає родючість ґрунтів.

Застосовуючи інтенсивні сорти, які мають підвищені потреби в поживних речовинах, необхідно грамотно збалансувати систему живлення, щоб реалізувати їхній генетичний потенціал максимально повно. Наприклад, для формування 1 тонни врожаю озима пшениця споживає приблизно 25–40 кг азоту, 10–15 кг фосфору, 25–30 кг калію, а також близько 5 кг кальцію і магнію, 4 кг сірки, 250 г заліза, 90 г марганцю, 60 г цинку і до 8 г міді та бору.

Оптимальна система живлення рослин включає кілька етапів внесення мінеральних добрив:

- під час основного обробітку ґрунту;

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

СЗ 00.000 ПЗ

- безпосередньо в посівний рядок під час сівби;
- на початку весняної вегетації у вигляді підживлення.

У період основного обробітку слід вносити повну норму фосфорно-калійних добрив. Їх рівномірне перемішування з ґрунтовим шаром під час оранки створює найсприятливіші умови для:

- активного розвитку кореневої системи,
- інтенсивного кущення озимої пшениці,
- підвищення зимостійкості посівів.

Загалом, беручи до уваги технологічні особливості вирощування озимої пшениці, кліматичні умови та попередники, провідні аграрні компанії світу рекомендують вносити мінеральні добрива в межах 100–250 кг/га.

Кількісні показники щодо внесення основних розчинів в різні фази розвитку рослин показані у таблиці 1.

Таблиця 1

Основні норми внесення розчинів згідно фази розвитку рослини.

Фаза розвитку	Кількість карбаміду в робочому розчині, кг/250л води	Кількість сульфату магнію Wonder Leaf MgS 25-50, кг/250л води
Кущення	15	6
Вихід в трубку	10	4
Колосіння	5-7	3-4
Цвітіння	Не рекомендується	
Молочна стиглість	5-7	3-4

Сьогодні одним із поширених агротехнічних прийомів є позакореневе підживлення озимої пшениці азотними добривами, зокрема карбамідом. Обсяг внесення залежить від фази росту культури та загального стану посівів. Щоб знизити ризик опіків на листках, провідні агрокомпанії рекомендують додатково

$$t_{\text{цикл.}} = t_{\text{р.х.ц}} + p \cdot t_{\text{нов}} + t_3, \quad (3.3)$$

де: $t_{\text{нов.}}$ – тривалість одного повороту агрегату, год;

p – кількість встановлених поворотів за один цикл;

t_3 – час завантаження вибраної нами сівалки, год.

$$t_{\text{цикл.}} = 0,46 + 0,075 + 0,13 = 0,665 \text{ год.}$$

Технологічний час зміни обчислюється за наступною формулою:

$$T_{\text{тех.ч.}} = T_{\text{зм}} \cdot \gamma \quad (3.4)$$

де: $T_{\text{зм.}}$ – тривалість встановленої зміни, год.;

γ - коефіцієнт використання змінного часу, $\gamma = 0,74$.

$$T_{\text{тех.ч.}} = 7 \cdot 0,74 = 5,18 \text{ год.}$$

Обчислюємо дійсну кількість циклів за наступною формулою:

$$K_{\text{ц}} = \frac{T_{\text{тех.ч.}}}{t_{\text{цикл.}}}, \quad (3.5)$$

де: $T_{\text{тех.ч}}$ – технологічний час для зміни, год.;

$t_{\text{цикл.}}$ – тривалість одного циклу, год.

$$K_{\text{ц}} = \frac{5,18}{0,665} = 7,78$$

Обчислюємо продуктивність посівного агрегату за годину змінного часу за наступною формулою:

$$W_{\text{год}} = 0,1 \cdot 3 \cdot 3,6 \cdot 9 \cdot 0,74 = 7,19 \text{ га/год.}$$

Отже, змінна продуктивність агрегату буде становити:

$$W_{\text{зм}} = 0,1 \cdot 3 \cdot 3,6 \cdot 9 \cdot 7 \cdot 0,74 = 50,3 \text{ га.}$$

Тривалість виконання даної операції згідно виразу - для сівби озимої пшениці:

$$T = \frac{2000}{7,19} = 278,1 \text{ год.}$$

Для сівби ярих культур:

					<i>C3 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T = \frac{1700}{7,19} = 236,4 \text{ год.}$$

Кількість потрібних нормозмін визначається за такою формулою:

для сівби озимої пшениці

$$D = \frac{278,1}{7} = 39,73.$$

для сівби ярої пшениці

$$D = \frac{236,4}{7} = 33,77.$$

Отже, кількість сформованих посівних агрегатів при тривалості зміни у 14 годин обчислюємо за існуючою формулою:

Так, для сівби озимої пшениці

$$n = \frac{2000}{39,73 \cdot 7} = 7,19.$$

для сівби ярої пшениці

$$n = \frac{1700}{33,77 \cdot 7} = 7,19.$$

Отже, витрати палива на виконання 1 га сівби за таким виразом:

Так, робочий час за зміну буде становити:

$$T_p = 0,14 \cdot 7,4 = 1,03 \text{ год.}$$

Час на заправку встановленої нами сівалки обчислюємо за формулою:

$$T_z = 7,4 \cdot 0,12 = 0,89 \text{ год.}$$

Далі, час на повороти становить:

$$T_{нов} = 7,4 \cdot 0,15 = 1,07 \text{ год.}$$

$$g_{за} = \frac{12 \cdot 1,03 + 6 \cdot 1,07 + 1,2 \cdot 0,89}{14,6} = 1,35 \text{ кг/га.}$$

На виконання загального обсягу всіх робіт:

$$G = 3700 \cdot 1,35 = 5029 \text{ кг}$$

Обчислюємо витрати людської праці на посів 1 га озимої пшениці:

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підготовка посівного агрегату до процесу сівби

Під час підготовки сівалки до роботи необхідно провести низку обов'язкових перевірок:

Перевірити надійність кріплення всіх вузлів та механізмів зернової сівалки, змастити робочі елементи згідно з заводською інструкцією, а також вручну прокрутити основні механізми для оцінки легкості їх обертання.

Нову зернотукову сівалку потрібно обкатати протягом 1–2 годин, щоб забезпечити притирання деталей, між якими відбувається тертя.

Оглянути роботу гідроциліндрів, які відповідають за підйом і опускання дискових сошників.

Налаштувати норму висіву. Для цього сівалку встановлюють за допомогою домкрата на підставки так, щоб опорні колеса оберталися вільно, а насінневі бункери залишалися в горизонтальному положенні. Потім перевіряють рух висівних котушок за допомогою регулятора норми висіву, при цьому важіль бажано висунути повністю з корпусу. Всі висівні апарати мають бути закриті, а торцеві поверхні котушок щільно прилягати до внутрішньої частини розетки. У бункер засипають зерно (не менше третини його об'єму), а під сівалкою розстеляють брезент. Для перевірки висівного механізму привід туковисівних апаратів необхідно відключити, щоб уникнути одночасного висіву зерна й добрив.

Нарешті повертають колесо нашої сівалки для повного заповнення висівних апаратів зерном. Далі повертають колесо сівалки на $n=15$ або $n=30$ обертів з певною частотою n , з якою воно буде обертатися при сівбі.

Значення частоти обчислюють за такою формулою:

$$n = \frac{16,6 \cdot \mathcal{G}_p}{2 \cdot \pi \cdot R_{\text{кол}}}, \quad (3.6)$$

де: \mathcal{G}_p – робоча швидкість даного посівного агрегату, км/год.;

$R_{\text{кол}}$ – радіус опорно-приводного колеса вибраної сівалки, м.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

СЗ 00.000 ПЗ

Після проведеної перевірки, тобто обертання колеса все зерно, що випало на брезент, збирають та зважують на вагах з точністю до 1 г. Маса зерна, що висіялась (кг), має чітко відповідати розрахунковому значенню:

$$Q = 10^{-4} \cdot n \cdot H \cdot D_k \cdot \pi \cdot B_p \cdot \gamma_n, \quad (3.7)$$

де: n – кількість обертів колеса вибраної сівалки;

H – задана норма висіву для пшениці, кг/га;

B_p – робоча ширина захвату вибраної сівалки СЗ-3,6А, м;

γ_n – коефіцієнт, що постійно враховує проковзування коліс, $\gamma_n = 1,05 \dots 1,1$.

Якщо фактична маса висіяного зерна відрізняється від розрахункової більш ніж на 3%, необхідно скоригувати налаштування, змінюючи робочу довжину висівної котушки. Процедуру повторюють доти, поки не досягнуть потрібного результату. У випадках, коли встановити норму висіву шляхом зміни довжини котушки неможливо, регулювання здійснюють через зміну передаточних чисел у коробці передач.

Налаштування норми внесення мінеральних добрив також виконується шляхом зміни передаточного співвідношення за допомогою коробки зміни передач (КЗП). Допустиме відхилення фактичної норми від заданої не повинно перевищувати $\pm 10\%$. Паралельно з регулюванням норм висіву зерна та добрив обов'язково перевіряють рівномірність розподілу, яку забезпечує кожна висівна котушка. Для цього кількість зерна, висіяного кожною котушкою, зважують окремо, після чого визначають відхилення від середньозваженого значення. Для зерна допустиме відхилення становить не більше $\pm 4\%$, а для мінеральних добрив — не більше $\pm 7\%$.

5. Чітко провести регулювання довжини вильоту обох маркерів.

6. Відрегулювати потрібну глибину ходу дводискових сошників.

7. Якісно підготувати енергетичний засіб, тобто перевірити наявність звукового сигналу, потім освітлювальних та контрольних-вимірювальних приладів на панелі, та дію ручних гальм.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СЗ 00.000 ПЗ				

8. Обкатати трактор у складі агрегату, тобто з сівалкою на малих обертах двигуна, перевірити плавність обертання карданних валів та деталей, що обертаються.

Підготовка поля перед сівбою

Перед початком сівби необхідно провести візуальний огляд поля. У разі наявності сторонніх предметів, таких як каміння чи інше сміття, їх слід прибрати за межі ділянки. Далі виконується передпосівна культивуація (див. пункт 2) на глибину, що відповідає загортанню насіння озимої пшениці. Поверхня поля повинна бути вирівняною, а ґрунт — з дрібногрудочкуватою структурою.

Рослинні рештки, що залишаються на полі, не повинні перевищувати 100 см у довжину. Вологість ґрунту на момент сівби має відповідати оптимальним показникам для забезпечення дружних сходів.

Агрегат під час сівби повинен рухатись човниковим способом, причому сівба здійснюється поперек напрямку, в якому проводилася передпосівна культивуація.

Відповідно ширину поворотних смуг обчислюємо за такою формулою:

$$T_{\text{смуг}} = 2 \cdot B_p - 2, \quad (3.8)$$

$$T_{\text{смуг}} = 2 \cdot 3 \cdot 3,6 - 2 = 19,6 \text{ м.}$$

Перед операцією сівби зернових на полі відмічають лінію першого проходу вибраного посівного агрегату.

Робота посівного агрегату в полі

Посівний агрегат, завантажений зерном і мінеральними добривами, спочатку встановлюють на лінію першого проходу. Після цього проводять огляд техніки та перевіряють надійність кріплення сівалок СЗ-3,6А. Маркер перед початком роботи переводять із транспортного в робоче положення для формування стикового міжряддя. Під час першого проходу встановлюють оптимальний швидкісний режим. У робочому положенні диск маркера має бути спрямований у бік ще не засіяної частини поля.

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\mathcal{G}_p = \mathcal{G}_{mp} \cdot (1 - \iota), \quad (3.9)$$

де: \mathcal{G}_{mp} – швидкість руху без урахування ефекту буксування, км/год.;

ι - чинник буксування, для кількості колісних тракторів $\iota = 0,14$, групи гусеничних $\iota = 0,08$;

$$\mathcal{G}_p = 11,74 \cdot (1 - 0,14) = 10,2 \text{ км/год.}$$

$$\mathcal{G}_p = 10,66 \cdot (1 - 0,06) = 10,1 \text{ км/год.}$$

Тепер обчислюємо продуктивність встановлених агрегатів за годину змінного часу використовуючи наступний вираз:

$$W_{год} = 0,1 \cdot B_p \cdot \mathcal{G}_p \cdot \zeta. \quad (3.10)$$

$$W_{год} = 0,1 \cdot 3,6 \cdot 10,2 \cdot 0,57 = 2,09 \text{ га/год.}$$

$$W_{год} = 0,1 \cdot 3 \cdot 3,6 \cdot 10,1 \cdot 0,57 = 6,21 \text{ га/год.}$$

За подальшим виразом знайдемо витрати палива за годину для обох діючих агрегатів:

$$Y_{год} = \frac{g_p \cdot t_p + g_n \cdot t_n + g_z \cdot t_z}{\sum t}, \quad (3.11)$$

де g_p , g_n , g_z – відповідно, питомі показники витрат палива на виконання операції сівби, поворотів в кінці гонів та зупинки, кг/год.;

t_p , t_n , t_z – відповідно, час на виконання даних операцій, год.

$$\sum t = t_p + t_n + t_z. \quad (3.12)$$

$$t_p = 7 \cdot 0,86 = 6,03 \text{ год.}$$

$$t_n = 7 \cdot 0,12 = 0,78 \text{ год.}$$

$$t_z = 7 \cdot 0,04 = 0,28 \text{ год.}$$

$$Y_{год} = \frac{13 \cdot 6,03 + 7 \cdot 0,78 + 1,2 \cdot 0,28}{7} = 12,31 \text{ кг/год.}$$

$$Y_{год} = \frac{17 \cdot 6,03 + 10 \cdot 0,78 + 1,9 \cdot 0,28}{7} = 15,89 \text{ кг/год.}$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СЗ 00.000 ПЗ					

Отже, обчислюємо витрати палива на 1 га поля на операцію сівби:

$$Y_{га} = \frac{Y_{год}}{W_{год}}, \quad (3.13)$$

$$Y_{га} = \frac{12,31}{2,09} = 5,89 \text{ кг/га.}$$

$$Y'_{га} = \frac{15,89}{6,21} = 2,56 \text{ кг/га.}$$

Висновок: таким чином, вище проведені обчислення визначили переваги в застосуванні на операції сівби вдосконаленого агрегату, тому що, його продуктивність втричі вища за базовий варіант, а витрати палива майже вдвічі менші. Тому використання такого агрегату є доцільним.

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приводних колеса; 7 – підніжна дошка; 8 – загортач; 9 – опора; 10 – дводискові сошники

Зернотукова сівалка СЗ-3,6А складається з кількох основних складальних елементів: висівних апаратів для насіння пшениці та гранульованих мінеральних добрив, насіннепроводів і дводискових сошників із загортачами. На рамі сівалки розміщено зернотуковий ящик, який поділений перегородкою на два відділення: переднє призначене для насіння, а заднє - для мінеральних добрив.

У нижній частині зернового відділення встановлено дві секції висівних апаратів для насіння, а на бічній стінці відділення для добрив - дві секції для внесення мінеральних добрив. У передній частині рами змонтовано брус, до якого за допомогою шарнірів кріпляться повідки сошників. Залежно від модифікації, на сівалці можуть використовуватися дводискові рядкові або вузькорядні сошники, а також однодискові наральникові та інші типи.

Для швидкого піднімання та опускання сошників на рамі встановлено гідроциліндр. Також у передній частині рами закріплена сниця з причіпним пристроєм, що дозволяє з'єднувати сівалку з трактором, утворюючи посівний агрегат. Задня частина сівалки обладнана ланцюговим загортачем (шлейфом), який вирівнює поверхню ґрунту після висіву.

Рама сівалки опирається на два пневматичні опорно-приводні колеса діаметром 1245 мм. Привід катушкових висівних апаратів здійснюється через спеціальний передавальний механізм.

У центральній частині зернової сівалки встановлені коробки змінних передач (КЗП). Кожна з них складається з двох бокових частин, відлитих із металу, які з'єднуються між собою за допомогою стяжних болтів. У цих боковинах на шарикопідшипниках розміщені два шестигранні вали — вхідний і вихідний.

На вхідному валу встановлений блок із трьома зірочками, а на вихідному — блок із п'ятьма зірочками. Передача руху між валами здійснюється за допомогою ланцюга. Обидва блоки можуть вільно переміщуватись уздовж своїх валів для

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зміни передаточного числа. Для регулювання натягу ланцюга на квадратному валу закріплено ролик із кронштейном.

4.3. Призначення та область використання зернотукової сівалки СЗ-3,6А.

Універсальна зернотукова сівалка СЗ-3,6А призначена для рядкового висіву зернових культур (пшениця, жито, ячмінь, овес) та зернобобових (горох, соя, боби) з одночасним внесенням мінеральних добрив у ґрунт.

Сівалку також доцільно застосовувати для висіву інших культур, подібних до зернових за розміром насіння та нормами висіву. Вона є причіпною машиною з гідрофікованим підніманням.

Одна сівалка агрегується з тракторами тягового класу 0,9 або 1,4. Для одночасної роботи кількох сівалок використовується зчіпка СП-16, що дозволяє агрегувати їх з тракторами класів 3, 4 або 5. Робоча швидкість машини становить близько 2,5–3,5 м/с.

4.4. Показники надійності сівалки

- Строк служби, років.....	8
- Коефіцієнт готовності.....	0,97
- Гарантійний строк експлуатації, місяців.....	24
- <u>Середньозмінний час технічного обслуговування,</u> год., не більше.....	0,35
- Питома сумарна оперативна трудомісткість технічного обслуговування, чол-год./год., не більше.....	0,06
- Напрацювання на відмову, год., не менше.....	30
- Питома сумарна оперативна трудомісткість усунення відмов, чол.-год./год.....	0,06

4.5. Обґрунтування проведених змін в конструкції зернотукової сівалки СЗ-3,6А.

Одним із суттєвих недоліків серійних зернових сівалок є недостатня ефективність роботи висівного апарата. Його ключовим елементом є котушка,

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зуби якої мають прямокутну форму і утворюють жолобки. У процесі роботи, особливо при висіванні низьких норм насіння, виникають пульсації, які негативно впливають на рівномірність розподілу насіння у борозні.

З метою усунення такого недоліку було запропоновано конструкцію катушки, що має косоzubу поверхню. Така форма забезпечує більш плавну подачу зерна та дозволяє стабільно і ефективно висівати культури з різною формою, а також відповідними фізико-механічними властивостями.

4.6. Технологічні розрахунки

Розрахунок катушкових висівних апаратів сівалки

Даний технологічний розрахунок катушкового апарату зводиться до обчислення його робочого об'єму або кількості зерна, що висівається в $см^3$, а може в грамах за один оберт висівної катушки, а також в залежності від визначеної норми висіву Q (кг/га), ширини міжряддя в (см), і відповідно, об'ємної маси ρ ($г/см^3$) і на решті, передаточного відношення механізму привода від опорно-приводного колеса даної сівалки до валу висівних апаратів.

Обчислення виконуються в наступному порядку.

Спочатку встановлюємо кількість зерна, що висівається на 1 м довжини пройденого агрегатом гону, використовуючи такий вираз:

$$q_0 = Q_e / 10^3, \text{ г} \quad (4.1)$$

Маса зерна, що висівається одним апаратом за 1 оберт ходових коліс, (з врахуванням ковзання коліс) визначається за такою формулою:

$$q_1 = q_0 \cdot \pi \cdot D / (1 - \varepsilon) = Q \cdot v \cdot \pi \cdot D / 10^3 \cdot (1 - \varepsilon), \text{ г} \quad (4.2)$$

де: D – показник діаметру коліс даної сівалки з врахуванням прогину шини, а саме $R_{CT} = 0,75 \text{ м}$;

ε – чинник ковзання коліс, ($\varepsilon = 0,05$);

Обчислюємо масу зерна, що висівається одним апаратом за один оберт катушки з врахуванням ковзання коліс нашої сівалки:

$$q = q_1 / i = q_0 \cdot \pi \cdot D / (1 - \varepsilon) \cdot i, \text{ г} \quad (4.3)$$

						СЗ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Де: i – передаточне відношення від опорно-приводного колеса до валу встановлених висівних апаратів: $i = \frac{D \cdot \vartheta_{\text{КОТ.}}}{d \cdot \vartheta_c}$; (отже d – діаметр катушки, $\vartheta_{\text{КОТ.}}$ – лінійна швидкість катушки, ϑ_c – робоча швидкість даної сівалки).

Підставивши вираз в останнє рівняння q_0 , ми встановлюємо наступне:

$$q = Q \cdot v \cdot \pi \cdot D / (10^3 \cdot (1 - \varepsilon) \cdot i). \quad (4.4)$$

Якщо прийняти до нашої уваги, що об'ємна маса зерна, що висівається, становить ρ ($г/см^3$), то відповідно відношення $q/\rho = v_0$ буде представляти таким чином робочий об'єм катушкового висівного апарату, або об'єм насіння що висівається за один оберт катушки.

$$V_0 = Q \cdot v \cdot \pi \cdot D / (10^3 (1 - \varepsilon) \cdot i \cdot \rho), \text{ см}^3 \quad (4.5)$$

Згідно виконаного аналізу літературних джерел при сівбі пшениці серійним катушковим висівним апаратом при встановленій максимальній довжині катушки ($l_p = 32 \text{ мм}$), кількість насіння що висівається за один оберт катушки є 22,5 г.

Отже, максимальне передаточне відношення механізму привода для забезпечення максимальної норми висіву, буде становити наступне:

$$\begin{aligned} i_{\text{заг. max}} &= Q_{\text{MAX}} \cdot v \cdot \pi \cdot D / (q \cdot 10^3 \cdot (1 - \varepsilon)) = \\ &= 300 \cdot 15 \cdot 3,14 \cdot 1,18 / 22,5 \cdot 10^3 \cdot 0,95 = 0,78 \end{aligned}$$

Потім обчислюємо мінімальну величину передаточного відношення за такою ж формулою:

$$\begin{aligned} i_{\text{заг. min}} &= Q_{\text{MIN}} \cdot v \cdot \pi \cdot D / (q \cdot 10^3 \cdot (1 - \varepsilon)) = \\ &= 50 \cdot 15 \cdot 3,14 \cdot 1,18 / 22,5 \cdot 10^3 \cdot 0,95 = 0,13 \end{aligned}$$

Розрахунок об'єму зернового бункера.

Отже, об'єм бункера вибраної сівалки визначають за таких умов:

- з умови достатньої тривалості роботи нашої сівалки, а саме включаючи процес від завантаження до завантаження;
- виходячи з умови використання технологічної маси встановленої сівалки.

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для сівалок з рядовою сівбою об'єм бункера обчислюють за формулою:

$$V_B = \frac{(1,1 \dots 1,15) \cdot L \cdot B \cdot Q}{L_0 \cdot 10^4}, \quad (4.6)$$

де: B – відповідно робоча ширина захвату даної сівалки, м;

L_0 – шлях, що пройдений сівалкою від заправки до заправки, м;

L – загальна довжина необхідних гонів, м;

$$L = L_r \cdot \kappa, \quad (4.7)$$

де: L_r – довжина гону вибраного поля (приймаємо 900 м).

κ – кількість гонів. Саме для того щоб заправка проходила тільки з однієї сторони поля приймаємо парне значення, тобто 2 гони.

$$L = 900 \cdot 2 = 1800 \text{ м}$$

Отже, об'єм бункера сівалки має становити:

$$V_B = \frac{1,15 \cdot 1800 \cdot 3,6 \cdot 220}{0,45 \cdot 10^4} = 364,32 \text{ дм}^3$$

Приймаємо: об'єм $V_B = 453 \text{ дм}^3$. Це показник характерним є для базового варіанту сівалки СЗ-3,6А.

Довжина самого ящика обчислюється за формулою:

$$l_{\text{я}} = v(m_c + 1), \quad (4.8)$$

де: v – ширина міжрядь для зернових культур;

m_c – кількість сошників встановлених на вибраній нами сівалці;

$$l_{\text{я}} = 0,15 \cdot (24 + 1) = 3,75 \text{ м}$$

Отже, площа поперечного перерізу самого ящика сівалки має бути:

$$F_{\text{я}} = \frac{V_B}{l_{\text{я}}} = \frac{453}{3,75} = 12,08 \text{ м}^2 \quad (4.9)$$

Наступна умова наголошує: для того щоб зерно разом з добривами не затримувалися на стінках бункера, відповідно, кути нахилу їх до горизонту мають задовольняти слідуєчий вираз:

$$\beta > \varphi + \alpha_c,$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

СЗ 00.000 ПЗ

$$i_7 = \frac{z_{13}}{z_{14}} = \frac{16}{18} = 0,889;$$

$$\text{Тоді: } n_8 = n_7 \cdot i_7 = 9,36 \cdot 0,889 = 8,33 \text{ об / хв.}$$

$$\text{Задаємося: } z_{15} = 10 \text{ і } z_{16} = 8$$

$$i_8 = \frac{z_{15}}{z_{16}} = \frac{10}{8} = 1,25;$$

$$\text{Тоді: } n_9 = n_8 \cdot i_8 = 8,33 \cdot 1,25 = 10,41 \text{ об / хв.}$$

Величину для передаточного відношення крайньої передачі знаходимо розрахунковим способом використовуючи такий вираз:

$$i_9 = \frac{i_{ЗАГ.МІН}}{i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot i_4 \cdot i_5 \cdot i_6 \cdot i_7 \cdot i_8} =$$

$$= \frac{0,78}{1,142 \cdot 0,563 \cdot 0,653 \cdot 0,619 \cdot 1 \cdot 0,791 \cdot 0,889 \cdot 1,25} = 3,4$$

$$\text{Задаємося: } z_{17} = z_{18} = 9$$

$$i_9 = 3,4;$$

$$\text{Тоді: } n_{10} = n_9 \cdot i_9 = 10,41 \cdot 3,4 \approx 35 \text{ об / хв.}$$

4.8.Силовий аналіз машини

4.8.1. Розрахунок на повздовжню стійкість агрегату.

При русі встановленого посівного агрегату на підйом під деяким кутом α до горизонту, потрібно відмітити, що перекидання в даному випадку колісного трактора можливе відносно вісі О. Тому складемо рівняння, врахувавши при цьому, сили, що діють на агрегат, відносно цієї осі.

$$N = G a \cos \alpha - G h \sin \alpha - T_{кр} h_{кр}, \quad (4.11)$$

де: N – нормальна складова ґрунту, що діє на колеса трактора, Н;

L – повздовжня база для колісного трактора, м;

G – сила ваги трактора МТЗ-82, Н;

a, h – відповідно координати центра ваги вибраного нами колісного трактора, м;

α – кут підйому посівного агрегату до горизонту, градуси;

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

СЗ 00.000 ПЗ

5. Охорона праці.

5.1. Обґрунтування заходів безпеки при завантаженні модернізованого агрегату насінням та добривами.

При застосуванні заходів безпеки, саме завантаженні агрегату посівними матеріалами та мінеральними добривами виконують обчислення пружини механізму відкривання (закривання) кришки бункера. Для цього потрібні вихідні дані:

$$P_1=12,5 \text{ кгс} \quad P_2=35,5 \text{ кгс} \quad h=50 \text{ мм} \quad D=15 \text{ мм} \quad z_1=12,8 \text{ кгс/мм}$$

По заданим параметрам обчислюємо жорсткість пружини згідно виразу:

$$K=(P_2-P_1)/h; \quad (5.1)$$

де: P_1 – значення сили пружини при робочій деформації, кгс;

P_2 - значення сили пружини при попередній деформації, кгс;

h – хід встановленої пружини, мм ;

$$K=(35,5-12,5)/50=0,46 \text{ кгс/мм}$$

Кількість витків пружини обчислюємо за виразом:

$$m=z_1/z; \quad (5.2)$$

де: z_1 – жорсткість одного витка даної пружини, кгс/мм;

z – жорсткість самої пружини, кгс/мм

$$m=12,8/0,46=28 \text{ витків}$$

Обчислюємо деформацію пружини за наступною формулою:

$$F_1=P_1/z \quad (5.3)$$

$$F_1=12,5/0,46=26,17 \text{ кгс}$$

Отже, висота пружини обчислюється за формулою:

$$H_0=(m+1) \cdot d; \quad (5.4)$$

де: d - діаметр дроту, мм

$$H_0=(28+1) \cdot 2=58 \text{ мм}$$

5.2. Інструкція по техніці безпеки.

5.2.1. При розконсервуванні техніки:

Особи, які працюють із трактором та сівалкою, зобов'язані суворо дотримуватися правил техніки безпеки. Тракторист і обслуговуючий персонал

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СЗ 00.000 ПЗ				

Після завершення малярних та консерваційних робіт працівників з порізами, подразненнями чи іншими ушкодженнями шкіри на відкритих ділянках тіла слід направити на медичний огляд.

Під час фарбування обов'язкове використання респіратора для захисту органів дихання. Монтажні роботи та технічне обслуговування сівалки допускаються лише при вимкненому двигуні та за наявності встановлених підпор під раму.

					<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Висновки.

У цій бакалаврській роботі представлено шляхи вдосконалення механізації процесу вирощування озимої пшениці. Проведено аналіз чинної технології вирощування культури та визначено конкретні напрями її покращення.

Зокрема, запропоновано змінити технологію сівби шляхом впровадження широкозахватного посівного агрегату, що дозволило значно підвищити продуктивність робіт і зменшити витрати дизельного пального. Також були розроблені технологічна карта та операційно-технологічна схема. Всі задіяні машини та знаряддя забезпечили своєчасне виконання комплексу агротехнічних операцій з вирощування озимої пшениці.

В інженерному розділі цієї роботи з метою покращення рівномірності висіву насіння було запропоновано конструкцію котушки з похилими жолобками та прямим клапаном. Проведено необхідні кінематичні та силові розрахунки, а також розрахунки на міцність основних елементів конструкції.

У розділі з охорони праці обґрунтовано заходи безпеки під час завантаження посівного агрегату насіннєвим матеріалом і мінеральними добривами. Окремо виконано розрахунок пружини механізму відкривання та закривання кришки бункера, а також розглянуто основні вимоги до транспортування сівалки та її технічного обслуговування.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>СЗ 00.000 ПЗ</i>				

ДОДАТКИ

