

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”
зав. кафедрою СГМ
к.т.н., професор
_____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ
“_____” _____ 2026 р.

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

«Механізація вирощування озимої пшениці з удосконаленням
сошника для прямої сівби»

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,
групи АІ-23мб-1.2
ОПП «Агроінженерія»
спеціальності 208 «Агроінженерія»
_____ Грінчук Євген Вікторович
«_____» _____ 2026 р.

Керівник проекту
доцент, канд. техн. наук

«_____» _____ 2026 р.

Рецензент
доцент, канд. техн. наук

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет агротехнічний

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Освітньо-професійна програма «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

«___» _____ 2026 року

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

_____ Грінчук Євген Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи (проекту) Механізація вирощування озимої пшениці з удосконаленням сошника для прямої сівби

2. Керівник кваліфікаційної роботи (проекту) _____

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

3. Строк подання роботи до захисту _____

4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи – підвищення ефективності механізації вирощування озимої пшениці шляхом удосконалення конструкції сошника сівалки для прямого посіву.

Завдання: - проаналізувати сучасні технології вирощування озимої пшениці та визначити напрями їх удосконалення;

- розробити технологічну карту вирощування озимої пшениці на площі 100 га з плановою врожайністю 70 ц/га;

- обґрунтувати склад машинно-тракторних агрегатів для виконання технологічних операцій;

- удосконалити конструкцію сошника сівалки СЗ-3,6 для роботи в умовах прямого посіву;

- виконати інженерні розрахунки основних параметрів удосконаленого сошника

5. Перелік графічного матеріалу 1. Технологічна карта вирощування озимої пшениці –

ф. А1. 2. Операційна карта сівби озимої пшениці – ф. А1. 3. Сівалка зернотукова СЗ-3,6 –

ф. А1. 4. Сошник – ф. А1. Деталювання – ф. А1.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи
1	2	3
1	Складання технічного завдання на виконання роботи	до 10.04.2026 р.
2	Аналіз типової технології вирощування горох з визначенням шляхів її удосконалення	до 08.05.2026 р.
3	Підготовка та подання керівнику роботи: - операційної технології виконання заданої операції - інженерної частин - охорони праці - вступу та висновків	до 20.05.2026 р. до 20.05.2026 р. до 20.05.2026 р. до 25.05.2026 р.
4	Доопрацювання розділів з урахуванням зауважень	до 27.05.2026 р.
5	Подання робочого варіанту роботи керівнику	до 30.05.2026 р.
6	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень керівника. Одержання відгуку	до 10.06.2026 р.
7	Перевірка роботи на плагіат	за 10 днів до захисту
8	Проходження нормо-контролю	за 8 робочих днів до захисту
9	Подання роботи завідувачу кафедри на перевірку	за 6 робочих днів до захисту
10	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень завідувача кафедри. Допуск роботи до захисту	за 4 робочі дні до захисту
11	Рецензування кваліфікаційної роботи	за 3 робочі дні до захисту
12	Підготовка документів, що подаються до ЕК	за 2 робочі дні до захисту
13	Подання кваліфікаційної роботи та документів до ЕК	за день до захисту
14	Захист кваліфікаційної роботи	за графіком кафедри

Дата видачі завдання

«___» _____ 2026 р.

Підпис керівника _____

_____ (прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

«___» _____ 2026 р.

Підпис здобувача _____

Євген ГРІНЧУК
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота присвячена механізації вирощування озимої пшениці з удосконаленням сошника для прямого посіву.

У роботі проаналізовано сучасні технології вирощування озимої пшениці та обґрунтовано доцільність застосування технології No-Till в умовах Кіровоградської області. Розроблено технологію вирощування культури на площі 100 га з плановою врожайністю 70 ц/га.

Виконано обґрунтування складу машинно-тракторного агрегату для сівби, розраховано його продуктивність, витрати палива та трудові затрати.

Запропоновано удосконалену конструкцію сошника для сівалки СЗ-3,6, яка забезпечує покращення якості сівби в умовах прямого посіву. Виконано інженерні розрахунки параметрів сошника та перевірку його елементів на міцність.

Встановлено, що застосування удосконаленого сошника дозволяє підвищити врожайність озимої пшениці, зменшити витрати палива та підвищити ефективність використання техніки.

озима пшениця, прямий посів, сошник, глибина сівби, No-Till

ABSTRACT

The qualification work is devoted to the mechanization of winter wheat cultivation with the improvement of the opener for direct sowing.

The work analyzes modern technologies of winter wheat cultivation and justifies the feasibility of using the No-Till technology in the conditions of the Kirovograd region. The technology of growing the crop on an area of 100 hectares with a planned yield of 70 centners/hectare is developed.

The composition of the machine-tractor unit for sowing is justified, its productivity, fuel consumption and labor costs are calculated.

An improved design of the opener for the SZ-3.6 seeder is proposed, which ensures improved sowing quality in direct sowing conditions. Engineering calculations of the opener parameters and testing of its elements for strength are performed.

It is established that the use of an improved opener allows to increase the yield of winter wheat, reduce fuel consumption and increase the efficiency of the use of equipment.

winter wheat, direct seeding, coulters, seeding depth, No-Till

ЗМІСТ

	Стор.
1. ВСТУП	5
2. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ .	7
2.1. Біологічні особливості озимої пшениці	7
2.2. Місце озимої пшениці в сівозміні	8
2.3. Система удобрення озимої пшениці	9
2.4. Обробіток ґрунту при вирощуванні озимої пшениці	11
2.5. Підготовка насіння та сівба озимої пшениці	14
2.6. Догляд за посівами озимої пшениці	16
2.7. Збирання врожаю озимої пшениці	18
2.8. Висновки по розділу	20
3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ СІВБИ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ	21
3.1. Обґрунтування вибору машинно-тракторного агрегату для сівби	21
3.2. Розрахунок продуктивності машинно-тракторного агрегату	23
3.3. Підготовка посівного агрегату до роботи	25
3.4. Підготовка поля до роботи	28
3.5. Розрахунок витрат палива і трудових затрат	29
3.6. Контроль якості виконання робіт	33
3.7. Висновки по розділу	35
4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА	37
4.1. Аналіз існуючих конструкцій сошників зернових сівалок	37
4.2. Обґрунтування та опис конструкції удосконаленого сошника	39
4.3. Інженерні розрахунки удосконаленого сошника	41
4.4. Розрахунок елементів удосконаленого сошника на міцність	46
4.5. Технологічна та економічна ефективність удосконаленого сошника	51
4.6. Висновки по розділу	52
5. ОХОРОНА ПРАЦІ	53
5.1. Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, які можуть виникнути при виконанні сівби озимої пшениці	53
5.2. Вимоги безпеки перед виконанням робіт	53
5.3. Заходи щодо покращення умов праці	55
5.4. Висновки по розділу	55
6. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	57
Додатки	62

1. ВСТУП

Сучасний розвиток агропромислового виробництва України характеризується необхідністю підвищення ефективності використання ресурсів, зниження енерговитрат та забезпечення стабільного отримання високих урожаїв сільськогосподарських культур. Особливої актуальності ці завдання набувають при вирощуванні озимої пшениці – однієї з провідних зернових культур, яка має важливе продовольче та економічне значення.

В умовах Кіровоградської області, що характеризується переважанням чорноземних ґрунтів, помірно континентальним кліматом та нестійким зволоженням, особливого значення набуває впровадження ресурсозберігаючих технологій вирощування. Одним із перспективних напрямів є застосування технології прямого посіву (No-Till), яка дозволяє зменшити кількість технологічних операцій, знизити ущільнення ґрунту, зберегти вологу та підвищити родючість ґрунтів.

Важливим резервом підвищення ефективності виробництва зерна є вдосконалення конструкцій робочих органів посівних машин, які безпосередньо впливають на якість виконання технологічного процесу. Раціональне поєднання конструктивних елементів сошника, зокрема використання дискових та долотоподібних робочих органів у єдиній системі, дозволяє забезпечити стабільні умови формування посівного ложа навіть за складних польових умов.

Крім того, застосування адаптивних підвісок робочих органів та регульованих механізмів притискання сприяє покращенню копіювання рельєфу поля, що є особливо важливим при прямому посіві. Це забезпечує більш рівномірне загортання насіння, зменшує його втрати та підвищує польову схожість, що в кінцевому результаті позитивно впливає на врожайність культури.

Разом з тим, ефективність технології прямого посіву значною мірою залежить від конструкції робочих органів сівалок, зокрема сошників. Існуючі

					МВП 00.000 ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.	Грінчук				Механізація вирощування озимої пшениці з удосконаленням сошника для прямої сівби		Літера	Аркуш	Аркушів
Перевір.								5	
							ЦНТУ,		
Н. контр.							гр. АІ-23мб-1.2		
Затв.									

конструкції сошників не завжди забезпечують стабільну глибину загортання насіння, якісне формування посівного ложа та рівномірне розміщення насіння у вологому шарі ґрунту, особливо за наявності рослинних решток та нерівномірної щільності ґрунту.

Тому актуальним є удосконалення конструкції сошника для сівалок прямого посіву, що дозволить підвищити якість виконання технологічного процесу сівби, забезпечити стабільність глибини загортання насіння та створити оптимальні умови для проростання і розвитку рослин.

Метою кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності механізації вирощування озимої пшениці шляхом удосконалення конструкції сошника сівалки для прямого посіву.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати сучасні технології вирощування озимої пшениці та визначити напрями їх удосконалення;
- розробити технологічну карту вирощування озимої пшениці на площі 100 га з плановою врожайністю 70 ц/га;
- обґрунтувати склад машинно-тракторних агрегатів для виконання технологічних операцій;
- удосконалити конструкцію сошника сівалки СЗ-3,6 для роботи в умовах прямого посіву;
- виконати інженерні розрахунки основних параметрів удосконаленого сошника.

Практичне значення роботи полягає у підвищенні якості сівби озимої пшениці, забезпеченні рівномірного загортання насіння та створенні сприятливих умов для формування врожаю на рівні 70 ц/га при вирощуванні культури на площі 100 га.

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

2. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

2.1. Біологічні особливості озимої пшениці.

Озима пшениця є однією з основних зернових культур, яка відзначається високою продуктивністю та широким ареалом вирощування. Вона належить до родини тонконогових (Poaceae) і характеризується озимим типом розвитку, що передбачає проходження стадії яровизації при знижених температурах у зимовий період.

Насіння озимої пшениці починає проростати при температурі 1–2 °С, однак оптимальною для появи сходів є температура 12–15 °С. Сходи з'являються за 7–10 діб за сприятливих умов. Для нормального розвитку рослин восени необхідна сума ефективних температур 400–600 °С, що забезпечує формування 2–4 пагонів кушення до входу в зиму.

Озима пшениця характеризується високою холодостійкістю. Добре розвинені рослини можуть витримувати зниження температури до –20...–25 °С за наявності снігового покриву. Водночас культура чутлива до різких перепадів температур, льодової кірки та вимокання.

Важливою біологічною особливістю є вимогливість до вологи, особливо в критичні періоди розвитку: фаза кушення; вихід у трубку; колосіння – налив зерна.

Найбільше споживання води спостерігається у період виходу в трубку – колосіння. Для формування врожаю на рівні 70 ц/га необхідне достатнє забезпечення вологою в орному шарі ґрунту, що обґрунтовує доцільність застосування технології прямого посіву, яка сприяє збереженню ґрунтової вологи.

Озима пшениця пред'являє підвищені вимоги до родючості ґрунту. Найкращими для її вирощування є чорноземи з нейтральною або слабокислою реакцією ґрунтового розчину (рН 6,0–7,5), що характерно для умов Кіровоградської області. Культура добре реагує на внесення мінеральних добрив, особливо азотних, які впливають на формування врожайності та якість зерна.

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Коренева система мичкувата, добре розвинена, проникає на глибину до 1–1,5 м, що забезпечує використання вологи з глибших шарів ґрунту. Однак основна маса коренів розміщується у верхньому шарі (0–30 см), що підвищує вимоги до якості підготовки посівного ложа та рівномірності загортання насіння.

Біологічні особливості озимої пшениці визначають основні агротехнічні вимоги до сівби: забезпечення оптимальної глибини загортання насіння (3–6 см), формування щільного посівного ложа з достатнім вологозабезпеченням; рівномірне розміщення насіння по глибині; мінімальне порушення структури ґрунту.

Таким чином, для реалізації потенціалу врожайності озимої пшениці на рівні 70 ц/га необхідно забезпечити якісне виконання технологічної операції сівби, що значною мірою залежить від конструкції сошника сівалки. Це обумовлює доцільність удосконалення робочих органів посівних машин для роботи в умовах прямого посіву.

2.2. Місце озимої пшениці в сівозміні.

Рациональне розміщення озимої пшениці в сівозміні є одним із ключових факторів отримання стабільного та високого врожаю. Правильно підібрані попередники забезпечують оптимальний фітосанітарний стан поля, покращують структуру ґрунту та створюють сприятливі умови для накопичення і збереження вологи.

У ґрунтово-кліматичних умовах Кіровоградської області найбільш ефективними попередниками озимої пшениці є культури, які рано звільняють поле та залишають після себе мінімальну кількість пожнивних решток або такі, що легко розкладаються. До них належать: зернобобові культури (горох, соя); ранні ярі культури; багаторічні трави після одного укусу; ріпак озимий; чистий або зайнятий. пар.

Зернобобові культури є особливо цінними попередниками, оскільки збагачують ґрунт азотом і покращують його агрофізичні властивості. Після них

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

створюються сприятливі умови для формування потужної кореневої системи озимої пшениці та підвищення її продуктивності.

Не рекомендується розміщувати озиму пшеницю після стерньових попередників, зокрема після ячменю або самої пшениці, через підвищення ризику ураження хворобами, накопичення шкідників та погіршення поживного режиму ґрунту. Проте в умовах застосування технології прямого посіву допускається вирощування після стерньових попередників за умови ефективного управління рослинними рештками та застосування відповідних технічних засобів.

При використанні технології No-Till важливим є врахування кількості та розподілу поживних решток попередньої культури. Значна їх кількість може ускладнювати роботу сошників, погіршувати контакт насіння з ґрунтом і знижувати польову схожість. Це обумовлює необхідність застосування робочих органів, здатних ефективно розрізати рослинні рештки та формувати якісну борозну для висіву.

З урахуванням заданих умов господарства (площа 100 га, планова врожайність 70 ц/га) доцільно прийняти як попередник зернобобову культуру або ріпак озимий, що забезпечить: достатнє накопичення вологи; покращення поживного режиму ґрунту; зниження засміченості посівів; підвищення ефективності використання мінеральних добрив.

Таким чином, правильний вибір попередника є важливим елементом технології вирощування озимої пшениці та безпосередньо впливає на ефективність подальших технологічних операцій, зокрема сівби. В умовах прямого посіву це додатково підвищує вимоги до конструкції сошника, який повинен забезпечувати стабільну роботу за наявності рослинних решток.

2.3. Система удобрення озимої пшениці.

Система удобрення озимої пшениці є одним із визначальних факторів формування високої та стабільної врожайності. При плановому рівні врожайності 70 ц/га необхідно забезпечити оптимальне живлення рослин упродовж усього

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

вегетаційного періоду, враховуючи біологічні особливості культури та ґрунтово-кліматичні умови Кіровоградської області.

Озима пшениця характеризується значним винесенням поживних речовин із ґрунту. Для формування 1 т зерна з відповідною кількістю побічної продукції вона споживає в середньому: азоту (N) – 25–35 кг; фосфору (P_2O_5) – 10–15 кг; калію (K_2O) – 20–25 кг.

З урахуванням планової врожайності 7 т/га (70 ц/га) загальна потреба становить: азоту: 175–245 кг/га; фосфору: 70–105 кг/га; калію: 140–175 кг/га.

Частина цих елементів забезпечується за рахунок природної родючості чорноземів, проте для досягнення високої врожайності необхідне внесення мінеральних добрив. Система удобрення повинна бути диференційованою і включати основне внесення, припосівне удобрення та підживлення в період вегетації.

Основне внесення здійснюється під попередню культуру або безпосередньо перед сівбою. В умовах мінімального або нульового обробітку ґрунту добрива, як правило, вносяться поверхнево з наступним частковим загортанням або без нього. Рекомендовано вносити: фосфорні добрива – 60–80 кг/га д.р.; калійні добрива – 60–80 кг/га д.р. Фосфор сприяє розвитку кореневої системи та підвищує зимостійкість рослин, тоді як калій покращує водний режим і стійкість до стресових факторів.

Припосівне внесення добрив є особливо важливим у технології прямого посіву, оскільки забезпечує доступність елементів живлення на початкових етапах розвитку рослин. Зазвичай у рядки вносять: фосфорні добрива – 10–20 кг/га д.р. Це сприяє швидкому формуванню сходів, інтенсивному розвитку кореневої системи та підвищенню польової схожості. Важливим є рівномірне розміщення добрив у зоні доступності коренів, що потребує точного дотримання глибини висіву і стабільної роботи сошника.

Азотні добрива вносяться переважно у вигляді підживлень, оскільки азот є найбільш рухомим елементом і легко вимивається з ґрунту. Система

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

підживлення включає: Ранньовесняне підживлення (по мерзлоталому ґрунту): 60–90 кг/га азоту – сприяє відновленню вегетації та кущенню.

Підживлення у фазі виходу в трубку: 40–60 кг/га азоту – впливає на формування продуктивних стебел. Підживлення у фазі колосіння (за потреби): 20–30 кг/га азоту – покращує якість зерна (вміст білка).

Умови Кіровоградської області, де часто спостерігається дефіцит вологи, вимагають оптимізації норм внесення азоту, щоб уникнути його неефективного використання.

При застосуванні технології No-Till система удобрення має ряд специфічних особливостей: нерівномірний розподіл поживних речовин у профілі ґрунту; накопичення органічної речовини у верхньому шарі; повільніші процеси мінералізації. У зв'язку з цим важливого значення набуває локальне внесення добрив, яке забезпечує їх концентрацію в зоні розвитку кореневої системи.

Ефективність використання добрив значною мірою залежить від якості виконання сівби. Недостатній контакт насіння з ґрунтом або нестабільна глибина загортання призводять до зниження засвоєння поживних речовин, що негативно впливає на розвиток рослин. Саме тому удосконалення конструкції сошника, який забезпечує рівномірне загортання насіння у вологий шар ґрунту та стабільну глибину сівби, є важливим фактором підвищення ефективності використання мінеральних добрив.

Таким чином, раціональна система удобрення у поєднанні з якісним виконанням технологічної операції сівби створює передумови для отримання врожайності озимої пшениці на рівні 70 ц/га в умовах досліджуваного господарства.

2.4. Обробіток ґрунту при вирощуванні озимої пшениці.

Обробіток ґрунту є однією з базових складових технології вирощування озимої пшениці, яка визначає умови формування посівного ложа, накопичення та збереження вологи, а також ефективність використання поживних речовин. Традиційні системи обробітку передбачають проведення комплексу механічних

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

операцій, таких як оранка, культивування, боронування та передпосівна підготовка ґрунту.

Разом з тим, у сучасних умовах господарювання, особливо в регіонах із недостатнім зволоженням, до яких належить Кіровоградська область, все більшого поширення набувають ресурсоощадні технології, зокрема мінімальний та нульовий обробіток ґрунту (Mini-Till та No-Till).

Класична технологія вирощування озимої пшениці включає: лущення стерні; основний обробіток (оранка на глибину 20–25 см); передпосівну культивування; вирівнювання та прикочування ґрунту. Перевагами цієї системи є: ефективне знищення бур'янів; розпушення ґрунту; загортання рослинних решток і добрив.

Однак вона має ряд суттєвих недоліків: значні енергетичні витрати; інтенсивне руйнування структури ґрунту; підвищення ризику водної та вітрової ерозії; втрати ґрунтової вологи через багаторазові обробітки. У зв'язку з цим виникає необхідність переходу до більш раціональних систем обробітку ґрунту.

Мінімальний обробіток (Mini-Till) передбачає зменшення кількості технологічних операцій та глибини обробітку. Основними його елементами є: поверхневе лущення; неглибоке розпушування (10–15 см); зменшення кількості проходів агрегатів.

Ця система дозволяє: знизити витрати палива; частково зберегти структуру ґрунту; зменшити ущільнення орного шару. Проте навіть при мінімальному обробітку частина вологи все ж втрачається, а ефективність боротьби з бур'янами може бути нижчою порівняно з традиційною системою.

Найбільш перспективною для умов досліджуваного господарства є технологія прямого посіву (No-Till), яка передбачає повну відмову від механічного обробітку ґрунту. Основні принципи цієї технології: відсутність оранки та культивування; збереження рослинних решток на поверхні ґрунту; прямий висів насіння у необроблений ґрунт; застосування гербіцидів для контролю бур'янів.

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Перевагами No-Till є: максимальне збереження вологи; зменшення ерозійних процесів; підвищення вмісту органічної речовини; зниження витрат палива і трудових ресурсів; покращення структури ґрунту з часом. Особливо важливим є те, що рослинні рештки виконують функцію мульчі, яка зменшує випаровування вологи та захищає ґрунт від перегріву.

Незважаючи на значні переваги, технологія прямого посіву висуває підвищені вимоги до технічних засобів, зокрема до сівалок та їх робочих органів.

Основними проблемами є: наявність великої кількості рослинних решток; підвищена щільність верхнього шару ґрунту; складність формування якісної борозни; необхідність точного витримування глибини сівби.

У таких умовах традиційні сошники не забезпечують необхідної якості виконання технологічного процесу. Вони можуть: забиватися рослинними рештками; не забезпечувати стабільну глибину загортання; формувати нерівномірне посівне ложе.

З урахуванням природно-кліматичних умов Кіровоградської області, площі вирощування 100 га та планової врожайності 70 ц/га доцільним є застосування технології прямого посіву. Це дозволить: ефективно зберігати ґрунтову вологу; зменшити витрати на обробіток ґрунту; підвищити економічну ефективність виробництва; забезпечити стабільність врожайності в умовах нестійкого зволоження.

Разом з тим, успішна реалізація цієї технології неможлива без використання спеціалізованих посівних машин або удосконалення існуючих, зокрема сівалки СЗ-3,6.

Ключовим елементом, що визначає якість виконання сівби, є сошник. Саме він формує борозну, забезпечує укладання насіння у вологий шар ґрунту та впливає на рівномірність сходів. У зв'язку з цим виникає необхідність удосконалення конструкції сошника, який повинен: ефективно розрізати рослинні рештки; формувати стабільну борозну; забезпечувати точну глибину загортання насіння; працювати в умовах підвищеної щільності ґрунту.

Таким чином, вибір технології No-Till обумовлює необхідність розробки та обґрунтування удосконаленого сошника, що і є основним завданням даної кваліфікаційної роботи.

2.5. Підготовка насіння та сівба озимої пшениці.

Якість виконання операції сівби є визначальним фактором формування врожайності озимої пшениці. Саме на цьому етапі закладаються основи густоти стояння рослин, рівномірності їх розвитку та ефективного використання вологи і поживних речовин. Тому підготовка насіння і правильна організація процесу сівби мають особливе значення.

Для висіву використовують кондиційне насіння високих репродукцій, яке відповідає вимогам державних стандартів за схожістю, чистотою та масою 1000 зерен. Польова схожість значною мірою залежить від якості підготовки насіннєвого матеріалу.

Основними операціями підготовки насіння є: очищення та калібрування; протруювання; за необхідності – обробка стимуляторами росту та мікроелементами.

Очищення дозволяє видалити домішки та щупле зерно, що забезпечує рівномірність висіву. Калібрування сприяє вирівнюванню насіння за розміром, що покращує роботу висівного апарата. Протруювання є обов'язковою операцією, яка забезпечує захист рослин від комплексу хвороб на ранніх етапах розвитку. Використання сучасних протруйників дозволяє значно підвищити польову схожість та енергію проростання.

Оптимальні строки сівби озимої пшениці визначаються кліматичними умовами регіону. Для Кіровоградської області вони зазвичай припадають на період: 15 вересня – 5 жовтня. Дотримання оптимальних строків забезпечує: формування 2–4 пагонів кушення до зими; розвиток потужної кореневої системи; підвищення зимостійкості рослин. Запізнення із сівбою призводить до недостатнього розвитку рослин, а надто рання сівба – до переростання та зниження зимостійкості.

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Норма висіву визначається з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов, попередника та технології вирощування. Для умов Кіровоградської області при використанні технології прямого посіву рекомендована норма становить: 4,5–5,5 млн схожих зерен на 1 га, що відповідає приблизно 180–250 кг/га. При використанні No-Till норму висіву доцільно дещо підвищувати (на 5–10%) у зв'язку з можливими втратами польової схожості через наявність рослинних решток і менш сприятливі умови проростання.

Оптимальна глибина загортання насіння становить: 3–5 см, а на легких ґрунтах – до 6 см. Відхилення від заданої глибини призводить до: нерівномірних сходів; ослаблення рослин; зниження врожайності. Особливо критичною є стабільність глибини загортання, яка безпосередньо залежить від конструкції сошника та його здатності копіювати рельєф поля.

У даній роботі для виконання сівби приймається машинно-тракторний агрегат у складі: трактор тягового класу 1,4–2,0; зернова сівалка СЗ-3,6.

Сівалка СЗ-3,6 є широко розповсюдженою машиною, яка забезпечує рядковий спосіб сівби з міжряддям 15 см. Вона оснащена висівними апаратами котушкового типу та сошниками, які формують борозну і забезпечують загортання насіння.

Однак у стандартній комплектації ця сівалка розрахована на роботу за умов попереднього обробітку ґрунту. При переході до технології прямого посіву виникають наступні проблеми: недостатнє прорізання рослинних решток; нестабільна глибина загортання; погіршення контакту насіння з ґрунтом; нерівномірність сходів.

При прямому посіві сівалка повинна забезпечувати виконання одразу кількох функцій: розрізання пожнивних решток; формування борозни; укладання насіння на ущільнене ложе; загортання і часткове ущільнення ґрунту. Це суттєво ускладнює роботу сошника і висуває до нього підвищені вимоги.

Основними вимогами до сошника є: стабільне витримування заданої глибини; ефективне проникнення у ґрунт; здатність працювати при наявності рослинних решток;

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

мінімальне порушення структури ґрунту.

Аналіз умов роботи сівалки СЗ-3,6 при прямому посіві показує, що штатні сошники не забезпечують належної якості виконання технологічного процесу. Це призводить до: зниження польової схожості; нерівномірності розвитку рослин; втрат врожаю.

Для усунення зазначених недоліків доцільним є застосування удосконаленого сошника, який поєднує: гофрований диск для розрізання рослинних решток; долотоподібний робочий орган для формування борозни; паралелограмну підвіску для стабілізації глибини; пружинний механізм для регулювання притискного зусилля. Таке конструктивне рішення дозволяє забезпечити якісне формування посівного ложа, рівномірне загортання насіння у вологий шар ґрунту та створення сприятливих умов для проростання.

Таким чином, удосконалення сошника є необхідною умовою ефективного застосування технології прямого посіву та досягнення планової врожайності озимої пшениці на рівні 70 ц/га.

2.6. Догляд за посівами озимої пшениці.

Догляд за посівами озимої пшениці є важливим етапом технології вирощування, який спрямований на забезпечення оптимальних умов для росту і розвитку рослин, підвищення їх продуктивності та збереження запланованого рівня врожайності. Умови Кіровоградської області, що характеризуються нестійким зволоженням і можливими стресовими факторами, вимагають чіткої організації системи догляду за посівами.

Комплекс заходів догляду включає: контроль бур'янів; внесення мінеральних добрив (підживлення); захист від хвороб і шкідників; регулювання росту рослин (за необхідності).

Бур'яни є серйозним конкурентом для озимої пшениці у боротьбі за вологу, поживні речовини та світло. Особливо актуальною ця проблема є при застосуванні технології No-Till, де механічні методи боротьби практично не використовуються. Основним способом контролю бур'янів є застосування

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

гербіцидів: суцільної дії (до сівби або після збирання попередника); вибіркової дії (у посівах пшениці). Перед сівбою, особливо при наявності значної кількості падалиці або бур'янів, доцільно застосовувати гербіциди на основі гліфосату. Це дозволяє створити чисте поле без механічного обробітку.

У період вегетації використовують післясходові гербіциди, які ефективно знищують однорічні та багаторічні бур'яни. Оптимальний строк їх внесення – фаза кущення культури. Ефективний контроль бур'янів сприяє: зменшенню конкуренції за ресурси; підвищенню коефіцієнта використання вологи; покращенню умов формування врожаю.

Система підживлення є продовженням загальної системи удобрення і відіграє ключову роль у формуванні врожайності. Ранньовесняне підживлення проводиться одразу після відновлення вегетації рослин. Воно забезпечує активізацію ростових процесів і формування продуктивного стеблостою. У фазі виходу в трубку здійснюється друге підживлення, яке визначає кількість продуктивних стебел і величину колоса. За необхідності проводиться третє підживлення у фазі колосіння, яке спрямоване на підвищення якості зерна. В умовах дефіциту вологи важливо оптимізувати строки і норми внесення добрив, щоб забезпечити їх максимальне засвоєння рослинами.

Озима пшениця піддається ураженню різними хворобами, серед яких найбільш поширені: борошниста роса; септоріоз; іржа; фузаріоз колоса. Розвиток хвороб призводить до зниження фотосинтетичної активності рослин і втрат врожаю.

Для захисту посівів застосовують фунгіциди, які вносяться: у фазі кущення; у фазі виходу в трубку; у період колосіння (за потреби). Особливо важливим є захист листкового апарату та колоса, оскільки саме вони визначають формування врожаю.

Серед шкідників озимої пшениці найбільш небезпечними є: злакові мухи; попелиці; трипси; клоп шкідлива черепашка. Їх пошкодження призводить до зниження продуктивності рослин і погіршення якості зерна. Для боротьби зі

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

шкідниками застосовують інсектициди, які вносяться при перевищенні економічного порогу шкодочинності.

При високому рівні мінерального живлення і сприятливих умовах можливе вилягання посівів. Для запобігання цьому застосовують регулятори росту, які: зменшують висоту рослин; зміцнюють стебло; підвищують стійкість до вилягання.

При прямому посіві система догляду має ряд специфічних особливостей: повна відмова від механічного обробітку; підвищена роль хімічного захисту; збереження рослинних решток на поверхні ґрунту; покращення водного режиму ґрунту.

Рослинні рештки створюють мульчувальний шар, який: зменшує випаровування вологи; пригнічує розвиток бур'янів; покращує структуру ґрунту. Разом з тим, вони можуть бути джерелом інфекції та ускладнювати фітосанітарний стан посівів, що потребує більш ретельного контролю.

Якість виконання сівби безпосередньо впливає на ефективність заходів догляду. Рівномірні та дружні сходи забезпечують: одночасність розвитку рослин; ефективніше використання добрив; підвищення ефективності засобів захисту. Нерівномірність сходів, яка може виникати через нестабільну глибину загортання насіння, призводить до різновіковості рослин і ускладнює проведення агротехнічних заходів.

У зв'язку з цим удосконалення конструкції сошника, що забезпечує рівномірну глибину сівби та якісний контакт насіння з ґрунтом, є важливим фактором підвищення ефективності всього комплексу заходів догляду за посівами. Таким чином, комплексний і своєчасний догляд за посівами озимої пшениці дозволяє максимально реалізувати потенціал врожайності культури та забезпечити отримання стабільного врожаю на рівні 70 ц/га.

2.7. Збирання врожаю озимої пшениці.

Збирання врожаю є завершальним етапом технології вирощування озимої пшениці, від якого безпосередньо залежить збереження сформованого врожаю та

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

його якість. Несвоєчасне або неякісне виконання цієї операції може призвести до значних втрат зерна, зниження його товарних і посівних властивостей.

Оптимальним строком збирання озимої пшениці є період повної стиглості зерна, коли: вологість зерна становить 14–17%; зерно має характерну твердість і легко відділяється від колоса; стебла та листя підсихають.

Запізнення зі збиранням призводить до: осипання зерна; ураження хворобами; зниження якості продукції. Передчасне збирання, у свою чергу, спричиняє підвищені витрати на досушування зерна.

У сучасному зерновому виробництві застосовують два основні способи збирання: роздільний (двохфазний); пряме комбайнування.

У даній роботі приймається пряме комбайнування, як найбільш ефективний і поширений спосіб, що передбачає одночасне скошування, обмолот, сепарацію та очищення зерна.

Переваги прямого комбайнування: скорочення кількості технологічних операцій; зменшення втрат зерна; підвищення продуктивності; зниження витрат праці та палива. Для збирання врожаю озимої пшениці застосовується зернозбиральний комбайн із жаткою відповідної ширини захвату.

Раціональний підбір техніки повинен забезпечувати: своєчасне виконання робіт у стислі агротехнічні строки; мінімальні втрати зерна; оптимальне завантаження техніки. При площі 100 га важливо забезпечити узгоджену роботу: комбайнів; транспортних засобів; засобів післязбиральної доробки зерна.

Для забезпечення якісного збирання необхідно дотримуватись наступних вимог: висота зрізу – мінімально допустима, без втрат колосків; швидкість руху агрегату – з урахуванням пропускної здатності комбайна; мінімізація втрат зерна (не більше 1,5–2%); рівномірне обмолочування без травмування зерна.

Регулювання робочих органів комбайна повинно здійснюватися залежно від: вологості зерна; густоти стояння рослин; засміченості посівів.

Після збирання зерно транспортується до місць тимчасового зберігання або на тік для очищення та сушіння. Основними операціями післязбиральної доробки є: очищення від домішок; сушіння до базисної вологості (14%); сортування (за

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

потреби). Рациональна організація транспортування дозволяє уникнути простоїв комбайнів і підвищити загальну ефективність збирання.

Застосування технології прямого посіву (No-Till) впливає на умови збирання: наявність значної кількості рослинних решток; покращення структури ґрунту; зменшення ущільнення. Це сприяє кращій прохідності техніки та зниженню втрат урожаю.

Водночас рівномірність посівів, яка значною мірою залежить від якості сівби, визначає рівномірність досягання рослин і ефективність роботи комбайна. Нерівномірні сходи призводять до: неоднорідності стиглості; збільшення втрат зерна; ускладнення налаштування техніки.

Тому забезпечення якісної сівби за рахунок удосконаленого сошника є важливим фактором ефективного збирання врожаю.

2.8. Висновки по розділу.

У результаті аналізу технології вирощування озимої пшениці встановлено, що досягнення планової врожайності на рівні 70 ц/га в умовах Кіровоградської області можливе за умови комплексного дотримання агротехнічних вимог на всіх етапах виробництва. Визначено, що озима пшениця є культурою з високими вимогами до умов вирощування, зокрема до вологозабезпечення, родючості ґрунту та якості виконання технологічних операцій. Особливо важливим є забезпечення оптимальних умов для проростання насіння та формування дружних сходів.

Обґрунтовано доцільність застосування технології прямого посіву (No-Till), яка дозволяє: зберігати ґрунтову вологу; зменшувати енерговитрати; покращувати агрофізичні властивості ґрунту; підвищувати екологічну стійкість агроландшафтів.

Разом з тим встановлено, що ефективність цієї технології значною мірою залежить від технічного рівня посівних машин, зокрема конструкції сошників.

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ СІВБИ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

3.1. Обґрунтування вибору машинно-тракторного агрегату для сівби.

Операція сівби є однією з найбільш відповідальних у технології вирощування озимої пшениці, оскільки саме вона визначає рівномірність розміщення насіння, глибину його загортання та формування оптимальної густоти стояння рослин. У зв'язку з цим правильний вибір машинно-тракторного агрегату (МТА) має вирішальне значення для забезпечення високої якості виконання технологічного процесу.

Машинно-тракторний агрегат повинен забезпечувати: стабільну робочу швидкість; рівномірну подачу насіння; витримувати заданої глибини сівби (3–5 см); мінімальне пошкодження структури ґрунту; ефективну роботу в умовах наявності рослинних решток (при No-Till).

З урахуванням прийнятої технології прямого посіву до агрегату висуваються підвищені вимоги щодо тягового зусилля та прохідності.

Для виконання сівби приймається зернова сівалка СЗ-3,6, яка має такі основні характеристики: ширина захвату – 3,6 м; міжряддя – 15 см; тип висівного апарата – котушковий; агрегування – причіпне; кількість сошників – 24.

Сівалка СЗ-3,6 є універсальною машиною, широко застосовуваною в господарствах України. Вона відзначається простою конструкцією, надійністю в експлуатації та можливістю адаптації до різних умов роботи.

Разом з тим, її стандартна комплектація орієнтована на традиційні технології обробітку ґрунту, що обмежує ефективність використання при прямому посіві. Саме тому в даній роботі передбачається удосконалення сошника, що дозволить адаптувати сівалку до умов No-Till.

Для агрегування сівалки СЗ-3,6 доцільно використовувати трактор тягового класу 1,4–2,0. Для агрегування сівалки СЗ-3,6 в даній роботі приймається трактор ПМЗ 80-40, який за своїми тягово-потужнісними показниками може бути використаний для виконання посівних робіт у складі машинно-тракторного агрегату.

Вибір цього трактора обумовлений такими факторами: достатньою потужністю двигуна для роботи із зерною сівалкою СЗ-3,6; задовільними тяговими показниками при виконанні сівби; конструктивною простотою та експлуатаційною надійністю; поширеністю використання в сільськогосподарському виробництві.

Трактор ПМЗ 80-40 належить до універсально-просапних енергетичних засобів і може ефективно використовуватися для виконання широкого спектра польових робіт, у тому числі сівби зернових культур. Його експлуатаційні характеристики забезпечують можливість роботи на полях середнього розміру та створюють необхідні умови для формування раціонального посівного агрегату.

Машинно-тракторний агрегат для сівби озимої пшениці має такий склад: трактор ПМЗ-80-40); сівалка СЗ-3,6, обладнана удосконаленими сошниками для прямого посіву.

Такий агрегат забезпечує виконання технологічного процесу сівби з дотриманням агротехнічних вимог щодо глибини загортання насіння, рівномірності висіву та продуктивності.

Робоча швидкість сівби приймається в межах: 6–8 км/год. Збільшення швидкості понад допустимі значення може призвести до: погіршення якості висіву; нерівномірного загортання насіння; збільшення втрат. Занадто мала швидкість знижує продуктивність агрегату та економічну ефективність.

В умовах прямого посіву агрегат працює у складніших умовах порівняно з традиційною технологією. Це пов'язано з: підвищеним опором ґрунту; наявністю рослинних решток; необхідністю забезпечення стабільної глибини сівби.

У зв'язку з цим зростає значення конструкції сошника, який повинен: ефективно проникати в ґрунт; розрізати рослинні рештки; забезпечувати стабільність ходу. Застосування удосконаленого сошника дозволяє зменшити тяговий опір агрегату, підвищити якість сівби, покращити рівномірність сходів.

Таким чином, для виконання операції сівби озимої пшениці на площі 100 га доцільно застосувати машинно-тракторний агрегат у складі трактора ПМЗ 80-40 та сівалки СЗ-3,6 з удосконаленими сошниками. Обраний агрегат відповідає

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

умовам виконання технологічного процесу та може бути прийнятий для подальших розрахунків експлуатаційних показників.

3.2. Розрахунок продуктивності машинно-тракторного агрегату.

Продуктивність машинно-тракторного агрегату є одним із основних показників ефективності виконання технологічної операції сівби. Вона визначає обсяг робіт, який може бути виконаний за одиницю часу, та впливає на строки проведення сівби.

Вихідні дані для розрахунку. Для розрахунку приймаємо: ширина захвату агрегату – $B=3,6$ м, робоча швидкість – $V=7$ км/год, коефіцієнт використання часу зміни – $\tau=0,75$, тривалість зміни – $T_{зм}=7$ год, площа поля – $F=100$ га.

Годинну продуктивність визначаємо за формулою

$$W_{\text{год}} = \frac{B \cdot V}{10}, \quad (3.1)$$

де B – ширина захвату, м;

V – швидкість руху, км/год.

Підставляємо значення

$$W_{\text{год}} = \frac{3,6 \cdot 7}{10} = 2,52 \text{ га/год.}$$

Розрахунок змінної продуктивності. З урахуванням коефіцієнта використання часу зміни

$$W_{\text{зм}} = W_{\text{год}} \cdot T_{\text{зм}} \cdot \tau. \quad (3.2)$$

$$W_{\text{зм}} = 2,52 \cdot 7 \cdot 0,75 = 13,23 \text{ га/зм.}$$

Визначення кількості нормо-змін. Кількість нормо-змін визначається за формулою

$$N_{\text{зм}} = \frac{F}{W_{\text{зм}}}. \quad (3.3)$$

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

$$N_{зм} = \frac{100}{13,23} \approx 7,56.$$

Приймаємо

$$N_{зм} = 8 \text{ змін.}$$

Визначення тривалості виконання робіт. При роботі в одну зміну – $D=8$ днів, при використанні двозмінної роботи – $D=4$ дні.

Отримані результати показують, що один агрегат у складі трактора ПМЗ-80-40 та сівалки СЗ-3,6 здатний виконати сівбу озимої пшениці на площі 100 га приблизно за 8 днів – при однозмінній роботі; 4 дні – при двозмінній роботі.

З урахуванням агротехнічних строків сівби (10–15 днів) один агрегат повністю забезпечує своєчасне виконання робіт. Застосування удосконаленого сошника сприяє: зменшенню тягового опору; стабілізації глибини сівби; зменшенню простоїв через забивання рослинними рештками; підвищенню коефіцієнта використання часу зміни. Це дозволяє підвищити фактичну продуктивність агрегату та покращити якість виконання технологічного процесу.

Таким чином, розрахунок показав, що обраний машинно-тракторний агрегат забезпечує необхідну продуктивність для виконання сівби озимої пшениці на площі 100 га в оптимальні агротехнічні строки. Це підтверджує доцільність його використання у даних умовах.

Розрахунок тягового опору машинно-тракторного агрегату. Тяговий опір агрегату є одним із основних показників, що визначає можливість роботи трактора з заданою сільськогосподарською машиною. Правильне визначення тягового опору дозволяє оцінити завантаження трактора, вибрати оптимальну швидкість руху та забезпечити ефективну роботу агрегату.

Вихідні дані для розрахунку приймаємо: ширина захвату сівалки $B=3,6$ м; питомий опір ґрунту для сівби $k=2,5$ кН/м; коефіцієнт умов роботи (No-Till) $k_d=1,2$.

Тяговий опір агрегату визначається за формулою

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

$$R = k \cdot B \cdot k_d, \quad (3.4)$$

де R – тяговий опір, кН;

k – питомий опір, кН/м;

B – ширина захвату, м;

k_d – коефіцієнт, що враховує умови роботи.

$$R = 2,5 \cdot 3,6 \cdot 1,2 = 10,8 \text{ кН.}$$

Перевірка відповідності трактора. Максимальне тягове зусилля трактора ПМЗ-80-40 становить приблизно $R_{\text{тр}} = 14 - 16$ кН.

Умова працездатності агрегату

$$R \leq R_{\text{тр}}.$$

$$10,8 < 14.$$

Умова виконується.

Аналіз результатів/ Отримане значення тягового опору показує, що: трактор ПМЗ-80-40 працює без перевантаження; є запас тягового зусилля ($\approx 20 - 25\%$); агрегат може працювати стабільно на заданій швидкості. Запас тяги є необхідним, оскільки в польових умовах можливі: зміни щільності ґрунту; нерівномірність рельєфу; наявність рослинних решток.

Застосування удосконаленого сошника дозволяє зменшити питомий опір ґрунту, покращити проникнення в ґрунт, знизити енерговитрати. Це забезпечує більш ефективну роботу агрегату та зменшує витрати палива.

Розрахунок показав, що тяговий опір агрегату становить 10,8 кН, що менше максимально допустимого тягового зусилля трактора ПМЗ-80-40. Це підтверджує правильність вибору машинно-тракторного агрегату для виконання сівби озимої пшениці.

3.3. Підготовка посівного агрегату до роботи.

Для забезпечення прямолінійного руху агрегату та дотримання стикових міжрядь при сівбі сівалка обладнується маркерами. Правильно встановлений

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

виліт маркера дає змогу витримувати задану ширину проходу агрегату та уникати огріхів або перекриттів. Вихідні дані. Для розрахунку приймаємо: ширина захвату сівалки – $B=3,6$ м; ширина міжряддя $b=0,15$ м; колія трактора ПМЗ-80-40 $A=1,4$ м.

Для зернових сівалок виліт маркера визначають за формулою

$$L = B - \frac{A}{2} + \frac{b}{2}, \quad (3.5)$$

де L – виліт маркера, м;

B – ширина захвату сівалки, м;

A – колія трактора, м;

b – ширина міжряддя, м.

Підставляємо значення

$$L = 3,6 - \frac{1,4}{2} + \frac{0,15}{2} = 2,975 \text{ м.}$$

Приймаємо

$$L \approx 2,98 \text{ м,}$$

або для практичного налагодження

$$L = 3,0 \text{ м.}$$

Отже, виліт правого і лівого маркерів сівалки СЗ-3,6 при роботі з трактором ПМЗ-80-40 слід приймати

$$L_{\text{л}} = L_{\text{п}} = 2,98 \text{ м.}$$

За умов симетричного агрегування вильоти правого і лівого маркерів будуть однаковими. Такий виліт маркерів забезпечує: правильне стикування суміжних проходів; дотримання заданої ширини захвату агрегату; рівномірне розміщення рядків по всій ширині поля; зменшення ймовірності пропусків і перекриттів.

Неправильне встановлення маркерів може призвести до порушення ширини стикових міжрядь, що негативно впливає на рівномірність посіву та використання площі поля.

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

У результаті розрахунку встановлено, що для сівалки СЗ-3,6, агрегатованої з трактором ПМЗ-80-40, раціональний виліт маркерів становить 2,98 м. Прийняте значення забезпечує правильне водіння агрегату при сівбі озимої пшениці та дотримання агротехнічних вимог до ширини стикових міжрядь.

Підготовка машинно-тракторного агрегату до роботи є важливою умовою забезпечення якісного виконання технологічного процесу сівби озимої пшениці. Від правильності налаштування сівалки та технічного стану агрегату залежить рівномірність висіву, стабільність глибини загортання насіння та ефективність роботи в цілому.

Підготовка агрегату включає: технічний огляд трактора; підготовку сівалки; налаштування робочих органів; регулювання норми висіву; встановлення маркерів; пробний висів.

Підготовка трактора ПМЗ-80-40. Перед початком роботи проводиться технічний огляд трактора, який включає: перевірку рівня палива, масла та охолоджувальної рідини; контроль тиску в шинах; перевірку гальмівної системи; огляд навісної та причіпної системи; перевірку роботи двигуна.

Особливу увагу слід приділяти справності зчіпного пристрою, відсутності витоків палива та масла, стабільності роботи двигуна під навантаженням.

Підготовка сівалки включає: очищення від залишків попередніх матеріалів; перевірку стану висівних апаратів; контроль стану насіннєпроводів; перевірку сошників; огляд прикочувальних елементів. Особливо важливо перевірити відсутність зношування робочих органів, правильність встановлення удосконалених сошників, вільне обертання рухомих частин.

Налаштування норми висіву. Норма висіву встановлюється відповідно до агротехнічних вимог (180–250 кг/га). Регулювання здійснюється шляхом зміни положення катушок висівного апарата, налаштування передавального механізму.

Контроль проводиться шляхом пробного висіву: висівається певна кількість насіння, зважується, порівнюється з розрахунковим значенням. Регулювання глибини сівби. Глибина сівби встановлюється в межах: 3–5 см.

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Регулювання здійснюється: положенням сошників, зміною притискного зусилля, налаштуванням опорних елементів.

У випадку використання удосконаленого сошника додатково регулюється пружина, перевіряється стабільність ходу паралелограмної підвіски.

Встановлення маркерів. Маркер встановлюється відповідно до розрахованого вильоту: $L=2,98$ м.

Перевіряється: чіткість сліду маркера, відповідність ширини проходу, симетричність роботи правого і лівого маркерів.

Пробний прохід агрегату. Перед початком основної роботи виконується пробний прохід, під час якого перевіряють: рівномірність висіву; глибину загортання; якість закриття борозни; роботу сошників у ґрунті. За результатами перевірки виконують остаточне регулювання агрегату.

Якісна підготовка посівного агрегату забезпечує стабільну роботу сівалки, дотримання агротехнічних вимог та створює умови для отримання рівномірних сходів озимої пшениці.

3.4. Підготовка поля до роботи.

Підготовка поля є важливим етапом перед виконанням сівби, від якого залежить якість роботи посівного агрегату, рівномірність загортання насіння та ефективність використання техніки.

В умовах застосування технології прямого посіву підготовка поля має свої особливості, оскільки виключається механічний обробіток ґрунту.

Основні завдання підготовки поля. Підготовка поля повинна забезпечувати: знищення бур'янів; рівномірний розподіл рослинних решток; вирівнювання поверхні поля; створення умов для стабільного руху агрегату.

Контроль бур'янів перед сівбою. Оскільки при No-Till відсутній механічний обробіток, основним способом боротьби з бур'янами є хімічний метод. Перед сівбою застосовують гербіциди суцільної дії: на основі гліфосату; норма внесення – 3–5 л/га. Обробку проводять за 10–14 днів до сівби.

Розподіл рослинних решток. Рослинні рештки попередньої культури повинні бути: рівномірно розподілені по поверхні поля; подрібнені до оптимального розміру. Нерівномірний розподіл призводить до: забивання сошників; нерівномірної глибини сівби; погіршення якості сходів.

Вирівнювання поля.

Поверхня поля повинна бути: рівною; без гребенів і западин; придатною для стабільного руху агрегату. Нерівності поля призводять до: коливання глибини сівби; збільшення навантаження на агрегат; зниження продуктивності.

Вологість ґрунту. Оптимальна вологість ґрунту повинна забезпечувати: проникнення сошника; формування борозни; якісний контакт насіння з ґрунтом.

При надмірній вологості: можливе налипання ґрунту; погіршення роботи агрегату. При недостатній вологості: ускладнюється проростання насіння.

Організація роботи на полі. Перед початком роботи: визначають напрям руху агрегату; розмічають поле; встановлюють місця поворотів; планують технологічні колії. Це дозволяє: зменшити непродуктивні витрати часу; підвищити продуктивність; уникнути пропусків і перекриттів.

Вплив підготовки поля на роботу сошника. Умови поля безпосередньо впливають на роботу сошника: велика кількість решток створює ризик забивання; нерівний рельєф – нестабільна глибина; щільний ґрунт – збільшення тягового опору.

Удосконалений сошник дозволяє частково компенсувати ці фактори за рахунок: гофрованого диска; стабілізуючої підвіски; регульованого притискного зусилля. Якісна підготовка поля створює оптимальні умови для роботи посівного агрегату та забезпечує високу якість сівби. Умови поля особливо важливі при застосуванні технології прямого посіву, де значну роль відіграє конструкція сошника.

3.5. Розрахунок витрат палива і трудових затрат.

Витрати палива та трудові затрати є важливими техніко-економічними показниками ефективності виконання технологічної операції сівби. Їх визначення

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

дозволяє оцінити економічність застосування машинно-тракторного агрегату та обґрунтувати доцільність його використання.

Вихідні дані. Приймаємо: номінальна потужність двигуна трактора – $N=60$ кВт; питома витрата палива – $q=0,22$ кг/кВт·год; коефіцієнт використання потужності – $\xi=0,8$; продуктивність агрегату $W_{\text{год}}=2,52$ га/год.

Витрата палива за годину

$$G_{\text{год}} = N \cdot q \cdot \xi . \quad (3.6)$$

$$G_{\text{год}} = 60 \cdot 0,22 \cdot 0,8 = 10,56 \text{ кг/год.}$$

Витрата палива на 1 гектар

$$g = \frac{G_{\text{год}}}{W_{\text{год}}} . \quad (3.7)$$

$$g = \frac{10,56}{2,52} = 4,19 \text{ кг/га.}$$

Приймаємо

$$g \approx 4,2 \text{ кг/га.}$$

Загальна витрата палива

$$G = g \cdot F . \quad (3.8)$$

$$G = 4,2 \cdot 100 = 420 \text{ кг.}$$

Трудові затрати визначаються кількістю працівників, що обслуговують агрегат, та продуктивністю його роботи.

Вихідні дані. Приймаємо: кількість механізаторів $m=1$; продуктивність агрегату $W_{\text{год}}=2,52$ га/год.

Трудові затрати на 1 гектар

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

$$Z = \frac{m}{W_{\text{год}}}. \quad (3.9)$$

$$Z = \frac{1}{2,52} = 0,397 \text{ люд.-год/га.}$$

Приймаємо

$$Z \approx 0,40 \text{ люд.-год/га.}$$

Загальні трудові затрати

$$Z_{\text{заг}} = Z \cdot F. \quad (3.10)$$

$$Z_{\text{заг}} = 0,40 \cdot 100 = 40 \text{ люд.-год.}$$

Отримані результати свідчать, що витрата палива на 1 га становить 4,2 кг/га; загальна витрата палива – 420 кг; трудові затрати – 0,40 люд.-год/га; загальні трудові затрати – 40 люд.-год. Такі показники відповідають сучасним вимогам ресурсозбереження і свідчать про ефективність використання агрегату.

Вплив удосконаленого сошника. Застосування удосконаленого сошника дозволяє: зменшити тяговий опір; стабілізувати роботу агрегату; знизити витрати палива; підвищити коефіцієнт використання часу. У результаті підвищується загальна ефективність технологічного процесу сівби.

Розрахунок показав, що застосування агрегату у складі трактора ПМЗ-80-40 та сівалки СЗ-3,6 забезпечує відносно низькі витрати палива і трудових ресурсів, що підтверджує економічну доцільність його використання для сівби озимої пшениці.

Для оцінки ефективності використання посівного агрегату доцільно визначити тривалість одного робочого циклу, який включає робочий хід, поворот на кінці гону та підготовку до наступного проходу. Такий розрахунок дозволяє уточнити організаційні втрати часу та обґрунтувати коефіцієнт використання часу зміни.

Вихідні дані. Приймаємо довжина гону – $L_r=1000$ м; робоча швидкість агрегату – $V_p=7$ км/год; швидкість руху на повороті – $V_{\pi}=4$ км/год; ширина поворотної смуги – $E=8$ м; ширина захвату сівалки - $B=3,6$ м.

Час робочого ходу визначаємо за формулою

$$t_p = \frac{L_r}{V_p}. \quad (3.11)$$

Оскільки швидкість задана в км/год, переводимо її в м/с

$$V_p = \frac{7 \cdot 1000}{3600} = 1,94 \text{ м/с}.$$

Тоді

$$t_p = \frac{1000}{1,94} = 515,46 \text{ с}.$$

$$t_p \approx 8,59 \text{ хв}.$$

Час повороту агрегату. Орієнтовно час повороту можна визначити за формулою

$$t_{\pi} = \frac{6E}{V_{\pi}}. \quad (3.12)$$

Швидкість на повороті в м/с

$$V_{\pi} = \frac{4 \cdot 1000}{3600} = 1,11 \text{ м/с}.$$

Тоді

$$t_{\pi} = \frac{6 \cdot 8}{1,11} = 43,24 \text{ с}.$$

$$t_{\pi} \approx 0,72 \text{ хв}.$$

Час одного циклу. Загальний час одного циклу:

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{р}} + t_{\text{п}}. \quad (3.13)$$

$$t_{\text{ц}} = 8,59 + 0,72 = 9,31 \text{ хв.}$$

Коефіцієнт циклового часу. Коефіцієнт використання часу циклу визначимо як

$$\eta_{\text{ц}} = \frac{t_{\text{р}}}{t_{\text{ц}}}. \quad (3.14)$$

$$\eta_{\text{ц}} = \frac{8,59}{9,31} = 0,923.$$

Аналіз результатів. Розрахунок показав, що час одного робочого проходу становить 8,59 хв; час повороту агрегату – 0,72 хв; повний час одного циклу – 9,31 хв; коефіцієнт використання часу циклу дорівнює – 0,923. Отримані результати свідчать, що основна частина циклу припадає на робочий хід, а втрати часу на поворотах є відносно невеликими. Це підтверджує достатньо ефективну організацію роботи агрегату на полі.

Отже, тривалість одного робочого циклу посівного агрегату становить – 9,31 хв, з яких 8,59 хв припадає на робочий хід. Це свідчить про раціональну організацію сівби та підтверджує можливість ефективного використання агрегату при виконанні робіт на площі 100 га.

3.6. Контроль якості виконання робіт.

Контроль якості виконання сівби є необхідною умовою забезпечення високої врожайності озимої пшениці. Він дозволяє своєчасно виявити відхилення від агротехнічних вимог та внести необхідні коригування в роботу агрегату.

Контроль здійснюється безпосередньо під час виконання робіт і після їх завершення та включає перевірку основних параметрів технологічного процесу.

Основні показники якості сівби. До основних показників якості сівби належать: рівномірність висіву насіння; дотримання норми висіву; стабільність

глибини загортання; рівномірність розміщення насіння по площі; якість закриття борозни; відсутність огріхів і перекриттів.

Контроль норми висіву. Контроль здійснюється шляхом: пробного висіву; зважування насіння, що висівається; порівняння з розрахунковою нормою.

Допустиме відхилення: $\pm 3-5\%$. Порушення норми висіву призводить до: зрідженості або загущення посівів; нерівномірного розвитку рослин; зниження врожайності.

Контроль глибини загортання насіння. Глибина загортання перевіряється шляхом розкопування борозни після проходу агрегату. Оптимальне значення: 3–5 см. Допустиме відхилення ± 1 см. Нестабільність глибини є одним із головних недоліків сівби і призводить до: нерівномірних сходів; зниження польової схожості; втрат врожаю.

Контроль рівномірності висіву. Рівномірність оцінюється за однаковістю відстані між насінинами; рівномірністю густоти сходів. Особливо важливо це для ефективного використання площі, рівномірного розвитку рослин.

Контроль ширини стикових міжрядь. Перевіряється правильність роботи маркерів. Допустиме відхилення ± 5 см. Порушення призводить до: перекриттів; огріхів; втрати площі.

Контроль якості закриття борозни. Оцінюється: ступінь загортання насіння; відсутність відкритих борозен; щільність контакту насіння з ґрунтом.

Недостатнє загортання призводить до: пересихання насіння; зниження схожості.

Контроль роботи сошників. Особлива увага приділяється роботі сошників, оскільки саме вони визначають якість сівби. Перевіряється: стабільність глибини; відсутність забивання; якість формування борозни; рівномірність укладання насіння.

Застосування удосконаленого сошника дозволяє: покращити якість борозни; забезпечити стабільну глибину; зменшити вплив рослинних решток.

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Контроль під час роботи агрегату. У процесі роботи контролюють: швидкість руху; роботу висівних апаратів; рівномірність завантаження; стан робочих органів.

Регулярний контроль дозволяє: своєчасно усувати несправності; підтримувати стабільну якість роботи; підвищити ефективність агрегату.

Узагальнена оцінка якості сівби. Якість сівби оцінюється комплексно за всіма показниками. Вона вважається задовільною, якщо всі параметри знаходяться в межах допустимих відхилень.

Значення якості сівби для формування врожаю. Якісне виконання сівби забезпечує: дружні сходи; рівномірний розвиток рослин; ефективне використання ресурсів; підвищення врожайності.

Недотримання агротехнічних вимог може призвести до втрати до 20–30% урожаю. Контроль якості сівби є невід’ємною частиною технологічного процесу та забезпечує дотримання агротехнічних вимог. Особливо важливу роль відіграє конструкція сошника, яка визначає стабільність глибини загортання та рівномірність висіву насіння.

3.7 . Висновки по розділу.

У результаті розробки операційної технології сівби озимої пшениці встановлено, що якість виконання даної технологічної операції значною мірою визначає рівень майбутньої врожайності та ефективність використання ресурсів.

Обґрунтовано вибір машинно-тракторного агрегату у складі трактора ПМЗ-80-40 та сівалки СЗ-3,6, який за своїми технічними характеристиками відповідає умовам виконання сівби на площі 100 га та забезпечує дотримання агротехнічних вимог.

У результаті розрахунків встановлено, що продуктивність агрегату становить 13,23 га/зміну, що дозволяє виконати сівбу в оптимальні агротехнічні строки; тяговий опір агрегату дорівнює 10,8 кН, що не перевищує допустимого тягового зусилля трактора і забезпечує стабільну роботу без перевантаження; витрати палива складають 4,2 кг/га, а загальна витрата – 420 кг на площу 100 га;

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

трудові затрати становлять 0,40 люд.-год/га, що відповідає сучасним вимогам ресурсозбереження.

Розрахунок вильоту маркерів показав, що його оптимальне значення становить 2,98 м, що забезпечує правильне стикування проходів агрегату та рівномірне розміщення рядків.

Визначено, що ефективність роботи агрегату значною мірою залежить від якісної підготовки техніки та поля. Правильне налаштування сівалки, зокрема норми висіву, глибини загортання та роботи маркерів, забезпечує стабільність технологічного процесу.

Аналіз контролю якості сівби показав, що основними показниками, які визначають ефективність виконання операції, є: рівномірність висіву; стабільність глибини загортання; відсутність пропусків і перекриттів; якість формування посівного ложа.

Встановлено, що в умовах застосування технології прямого посіву (No-Till) значно зростають вимоги до робочих органів сівалки, зокрема до сошників. Наявність рослинних решток, підвищена щільність ґрунту та необхідність забезпечення стабільної глибини сівби ускладнюють роботу стандартних конструкцій.

У зв'язку з цим обґрунтовано доцільність застосування удосконаленого сошника, який забезпечує: ефективне розрізання рослинних решток; стабільне витримування глибини сівби; формування якісного посівного ложа; підвищення польової схожості насіння.

Таким чином, розроблена операційна технологія сівби озимої пшениці дозволяє забезпечити виконання робіт у встановлені агротехнічні строки, зменшити витрати ресурсів та створити умови для отримання врожайності на рівні 70 ц/га.

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

4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

4.1. Аналіз існуючих конструкцій сошників зернових сівалок.

Сошник є одним із основних робочих органів зернових сівалок, який безпосередньо впливає на якість виконання технологічного процесу сівби. Його основним призначенням є формування борозни, укладання насіння на задану глибину та забезпечення умов для його рівномірного проростання.

В сучасному сільськогосподарському машинобудуванні застосовуються різні типи сошників, конструкція яких залежить від технології обробітку ґрунту, умов роботи та агротехнічних вимог.

Сошники зернових сівалок класифікують за конструкцією робочого органу на такі основні типи: анкерні (долотоподібні); дискові; лапові; комбіновані. Кожен тип має свої конструктивні особливості, переваги та недоліки.

Анкерні (долотоподібні) сошники. Анкерні сошники мають просту конструкцію і складаються з долотоподібного робочого органу, який заглиблюється в ґрунт і формує борозну. Переваги: простота конструкції; надійність у роботі; здатність працювати на ущільнених ґрунтах; формування чіткої борозни. Недоліки: значний тяговий опір; погана робота при наявності рослинних решток; можливе забивання; нестабільна глибина сівби на нерівному полі. Анкерні сошники ефективні при традиційній системі обробітку ґрунту, але малопридатні для умов прямого посіву.

Дискові сошники. Дискові сошники використовують один або два диски для розрізання ґрунту і рослинних решток. Переваги: добре працюють при наявності пожнивних решток; менший тяговий опір; плавне входження в ґрунт; зменшене руйнування структури ґрунту. Недоліки: складніша конструкція; більша вартість; нестабільність глибини при зміні щільності ґрунту; недостатнє ущільнення посівного ложа. Дискові сошники широко застосовуються у сівалках для мінімального та нульового обробітку ґрунту.

Лапові сошники. Лапові сошники мають стрілчасту форму і поєднують функції розпушування ґрунту та висіву насіння. Переваги: розпушують ґрунт;

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

підрізають бур'яни; можуть працювати без попереднього обробітку. Недоліки: порушують структуру ґрунту; не забезпечують точну глибину сівби; значне перемішування ґрунту; підвищені енерговитрати. Такі сошники менш ефективні при вирощуванні зернових культур за сучасними ресурсозберігаючими технологіями.

Комбіновані сошники. Комбіновані сошники поєднують у своїй конструкції декілька робочих органів, наприклад: диск для розрізання рослинних решток; анкер для формування борозни; прикочувальні елементи. Переваги: універсальність; висока якість формування посівного ложа; стабільна глибина сівби; ефективна робота в складних умовах. Недоліки: складність конструкції; більша маса; потреба у точному налаштуванні. Саме комбіновані сошники є найбільш перспективними для умов прямого посіву.

Аналіз роботи сошників в умовах No-Till. Технологія прямого посіву висуває підвищені вимоги до сошників: робота без попереднього обробітку ґрунту; наявність великої кількості рослинних решток; підвищена щільність ґрунту; необхідність точного витримування глибини.

У таких умовах: анкерні сошники забиваються, дискові не завжди забезпечують якісне посівне ложе, лапові надмірно розпушують ґрунт. Це свідчить про необхідність удосконалення конструкції сошника.

Обґрунтування напряму удосконалення. Аналіз існуючих конструкцій показав, що найбільш доцільним є створення комбінованого сошника, який поєднує: переваги дискового робочого органу; ефективність анкерного сошника; стабільність роботи завдяки підвісці.

Удосконалений сошник повинен забезпечувати: розрізання рослинних решток; формування борозни у вологому шарі; стабільну глибину сівби; рівномірне укладання насіння. У результаті аналізу встановлено, що існуючі конструкції сошників не повною мірою відповідають вимогам технології прямого посіву. Найбільш перспективним напрямом є використання комбінованих сошників, що поєднують різні робочі органи. Це обґрунтовує необхідність розробки удосконаленого сошника.

4.2. Обґрунтування та опис конструкції удосконаленого сошника.

На основі проведеного аналізу існуючих конструкцій сошників встановлено, що жоден із традиційних типів не забезпечує повною мірою виконання агротехнічних вимог у умовах технології прямого посіву. Основними недоліками є нестабільність глибини загортання насіння, забивання рослинними рештками та недостатня якість формування посівного ложа.

З метою усунення зазначених недоліків у даній роботі запропоновано удосконалену конструкцію сошника для сівалки СЗ-3,6, яка поєднує переваги дискових і анкерних робочих органів (рис. 4.1).

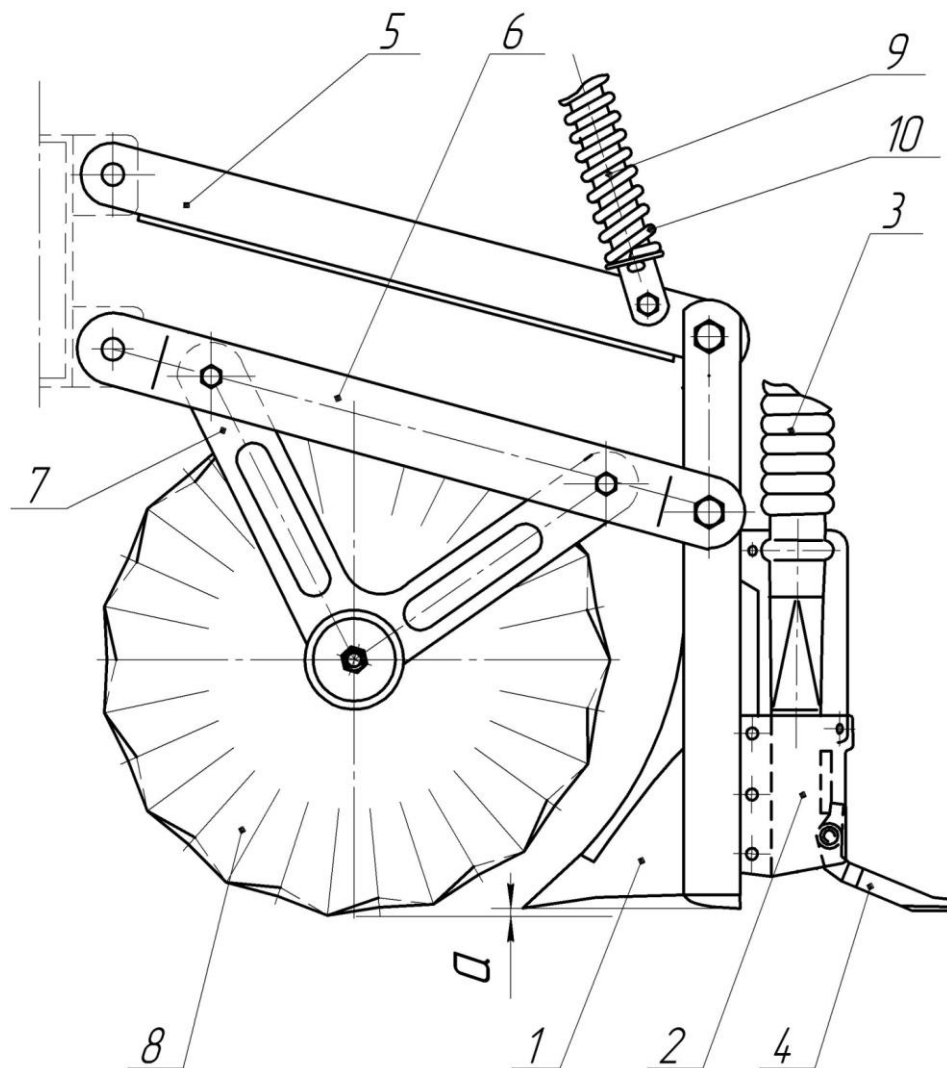


Рисунок 4.1 – Загальний вигляд запропонованого сошника: 1 – долото; 2 – лійка; 3 – насіннєпровод; 4 – п’ята; 5, 6 – ланки підвіски; 7 – важелі; 8 – диск; 9 – штанга; 10 – пружина

Запропонований сошник відноситься до комбінованого типу і включає такі основні елементи: гофрований диск; долотоподібний робочий орган; лійку з насіннепроводом; рухому п'яту; паралелограмну підвіску; пружинний механізм притискання.

Основна ідея конструкції полягає у розділенні функцій: диск – підготовка ґрунту; долото – формування борозни; п'ята – закриття насіння. Такий підхід дозволяє підвищити якість виконання кожної операції. Перед долотоподібним робочим органом встановлено гофрований диск, який виконує такі функції: розрізає рослинні рештки; подрібнює грудки ґрунту; формує первинну борозну.

Диск розміщений нижче рівня долота, що забезпечує попередню підготовку ґрунту перед входженням основного робочого органу. Долотоподібний робочий орган рухається по сформованій борозні і: підрізає ґрунт у вологому шарі; формує посівне ложе; забезпечує укладання насіння на задану глибину. Через лійку і насіннепровід насіння подається безпосередньо у борозну. Рухома п'ята, встановлена позаду робочого органу: закриває борозну; частково ущільнює ґрунт; забезпечує контакт насіння з ґрунтом.

Сошник встановлено на паралелограмній підвісці, що забезпечує: стабільну глибину ходу; копіювання рельєфу поля; зменшення коливань робочого органу. Переваги такої підвіски: незалежність роботи кожного сошника; рівномірне загортання насіння; підвищення якості сівби на нерівному полі.

Пружинний механізм притискання. Для забезпечення необхідного заглиблення сошника використовується пружинний механізм, який: створює додаткове притискне зусилля; регулює глибину сівби; компенсує нерівності поверхні поля. Регулювання пружини дозволяє адаптувати роботу сошника до: щільності ґрунту; вологості; кількості рослинних решток.

Переваги удосконаленого сошника. Запропонована конструкція має такі переваги: ефективне розрізання рослинних решток гофрованим диском; стабільна глибина сівби завдяки паралелограмній підвісці; формування якісного посівного ложа; рівномірне укладання насіння у вологий шар ґрунту; зменшення тягового опору; підвищення польової схожості.

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Таблиця 4.1

Порівняння запропонованої конструкції сошника з існуючими конструкціями

№ п/п	Найменування показників	Стандартний сошник	Удосконалений
1	Робота з рештками	незадовільна	ефективна
2	Глибина сівби	нестабільна	стабільна
3	Якість борозни	середня	висока
4	Тяговий опір	вищий	менший
5	Рівномірність сходів	середня	висока

Запропонована конструкція удосконаленого сошника забезпечує покращення якості виконання технологічного процесу сівби в умовах прямого посіву. Поєднання гофрованого диска, долотоподібного робочого органу та паралелограмної підвіски дозволяє усунути основні недоліки існуючих конструкцій. Це створює передумови для підвищення врожайності озимої пшениці та ефективності використання сільськогосподарської техніки.

4.3. Інженерні розрахунки удосконаленого сошника.

Інженерні розрахунки удосконаленого сошника виконуються з метою обґрунтування його працездатності, визначення силових параметрів та оцінки ефективності роботи в умовах прямого посіву. Запропонована конструкція включає гофрований диск, долотоподібний робочий орган, паралелограмну підвіску та пружинний механізм притискання, тому при розрахунках необхідно враховувати взаємодію цих елементів із ґрунтом. При виконанні розрахунків приймається, що сошник працює в умовах прямого посіву озимої пшениці на полях Кіровоградської області, де верхній шар ґрунту характеризується підвищеною щільністю, а на поверхні поля наявні рослинні рештки попередника.

Для подальших розрахунків приймаємо такі вихідні дані: глибина ходу сошника $h = 0,05$ м; ширина долотоподібного робочого органу $b = 0,03$ м; кількість сошників у сівалці $z = 24$; робоча швидкість агрегату – $V = 7$ км/год $= 1,94$ м/с; питомий опір ґрунту при прямому посіві – $k = 0,06 - 0,08$ МПа.

Для розрахунку приймаємо середнє значення $k = 0,07$ МПа.

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Тяговий опір сошника є одним із головних показників, що визначає навантаження на посівний агрегат і енерговитрати на виконання сівби. Для долотоподібного робочого органу в першому наближенні тяговий опір можна визначити за формулою

$$R_c = k \cdot b \cdot h \cdot \varphi, \quad (4.1)$$

де R_c – тяговий опір одного сошника, Н;

k – питомий опір ґрунту, Н/м²;

b – ширина робочого органу, м;

h – глибина ходу, м;

φ – коефіцієнт, що враховує форму робочого органу та умови роботи.

Для долотоподібного робочого органу при роботі в умовах No-Till приймаємо $\varphi = 1,25$.

Тоді

$$R_c = 70000 \cdot 0,03 \cdot 0,05 \cdot 1,25 = 131,25 \text{ Н.}$$

Отже, тяговий опір одного долотоподібного сошника становить

$$R_c = 131 \text{ Н.}$$

Оскільки перед долотом установлений гофрований диск, який також взаємодіє з ґрунтом і рослинними рештками, загальний опір одного робочого вузла доцільно визначити як суму опору долота і додаткового опору диска

$$R_{\text{заг}} = R_c + R_d. \quad (4.2)$$

Для гофрованого диска в умовах поверхневого розрізання решток та ґрунту приймаємо

$$R_d = 45 \text{ Н.}$$

Тоді

$$R_{\text{заг}} = 131 + 45 = 176 \text{ Н.}$$

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Отже, розрахунковий тяговий опір одного удосконаленого сошника становить

$$R_{\text{заг}} \approx 176 \text{ Н.}$$

Для всієї сівалки

$$R_{\Sigma} = R_{\text{заг}} \cdot z. \quad (4.3)$$

$$R_{\Sigma} = 176 \cdot 24 = 4224 \text{ Н.}$$

Отримане значення свідчить, що сумарний опір сошникової групи не є надмірним і може бути реалізований трактором ПМЗ-80-40 у складі агрегату.

Визначення необхідного притискного зусилля. Для стабільного заглиблення сошника в ґрунт та витримування заданої глибини сівби необхідно забезпечити достатнє вертикальне притискне зусилля. Воно повинно компенсувати: вертикальну складову реакції ґрунту; нерівності поверхні поля; зміну щільності ґрунту; наявність рослинних решток.

Практично вважається, що притискне зусилля на сошник має перевищувати горизонтальний опір у межах 1,2–1,5 рази. Приймаємо

$$P = 1,4 \cdot R_{\text{заг}}. \quad (4.4)$$

Тоді:

$$P = 1,4 \cdot 176 = 246,4 \text{ Н.}$$

Приймаємо

$$P \approx 250 \text{ Н.}$$

Отже, для стабільної роботи одного удосконаленого сошника необхідно забезпечити притискне зусилля приблизно 250 Н. Це зусилля створюється пружинним механізмом, установленим на штанзі сошникової секції.

Розрахунок пружини механізму притискання. Пружина повинна створювати необхідне притискне зусилля при допустимій деформації і мати достатній запас міцності.

Розрахунок виконуємо за формулою жорсткості пружини

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

$$c = \frac{P}{f}, \quad (4.5)$$

де c – жорсткість пружини, Н/м;

P – необхідне притискне зусилля, Н;

f – робоча деформація пружини, м.

Для сошникового механізму приймаємо робочу деформацію

$$f = 0,04 \text{ м.}$$

Тоді

$$c = \frac{250}{0,04} = 6250 \text{ Н/м.}$$

Отже, необхідна жорсткість пружини

$$c = 6250 \text{ Н/м.}$$

або

$$c = 6,25 \text{ Н/мм.}$$

Для перевірки сили пружини при попередньому стиску 20 мм

$$P_0 = c \cdot f_0. \quad (4.6)$$

$$P_0 = 6,25 \cdot 20 = 125 \text{ Н.}$$

При додатковій робочій деформації 20 мм загальна сила становитиме

$$P = 6,25 \cdot 40 = 250 \text{ Н.}$$

Що відповідає раніше визначеному необхідному притискному зусиллю. Таким чином, для механізму притискання доцільно застосувати циліндричну гвинтову пружину стиску з жорсткістю близько 6,25 Н/мм.

Оцінка стійкості ходу сошника по глибині. Одним із головних показників якості роботи сошника є стійкість його ходу по заданій глибині. Нестійкість призводить до нерівномірного загортання насіння, неоднорідності сходів і зниження врожайності.

Запропонована конструкція має дві особливості, що покращують стійкість ходу: паралелограмна підвіска; пружинний механізм притискання.

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Для якісної оцінки стійкості введемо коефіцієнт запасу заглиблення:

$$K_3 = \frac{P}{R_b}, \quad (4.7)$$

де P – притискне зусилля, Н;

R_b – вертикальна складова реакції ґрунту, Н.

У практичних розрахунках реакцію ґрунту можна прийняти на рівні 0,6–0,7 від горизонтального опору. Приймаємо

$$R_b = 0,65R_{\text{заг}}. \quad (4.8)$$

$$R_b = 0,65 \cdot 176 = 114,4 \text{ Н.}$$

Тоді

$$K_3 = \frac{250}{114,4} = 2,18.$$

Отримане значення більше 1, а це означає, що створюване притискне зусилля є достатнім для стабільного заглиблення сошника. Практично для надійної роботи достатнім вважається:

$$K_3 = 1,3 - 1,6.$$

У нашому випадку запас є більшим, що свідчить про надійність роботи, але потребує регулювання пружини в реальних польових умовах, щоб не допускати надмірного ущільнення ґрунту.

Розрахунок потужності, необхідної для роботи сошників. Потужність, що витрачається на подолання опору сошникової групи, визначається за формулою

$$N = \frac{R_{\Sigma} \cdot V}{1000}. \quad (4.9)$$

де N – потужність, кВт;

R_{Σ} – сумарний тяговий опір, Н;

V – робоча швидкість, м/с.

Підставляємо значення

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

$$N = \frac{4224 \cdot 1,94}{1000} = 8,19 \text{ кВт.}$$

Отже, на подолання опору всіх удосконалених сошників необхідна потужність:

$$N \approx 8,2 \text{ кВт.}$$

Це значення є лише частиною загальної потужності, яку витрачає агрегат, оскільки додатково енергія необхідна на перекочування сівалки, привід висівних апаратів, подолання внутрішніх втрат та рух трактора. Однак навіть з урахуванням цих складових трактор ПМЗ-80-40 має достатній запас потужності для роботи з удосконаленою сівалкою.

У результаті інженерних розрахунків удосконаленого сошника встановлено, що тяговий опір одного робочого вузла становить близько 176 Н, а сумарний опір сошникової групи сівалки – 4,22 кН. Це підтверджує можливість ефективної роботи сівалки СЗ-3,6 у складі агрегату з трактором ПМЗ-80-40.

Визначено, що для стабільного витримування глибини сівби на рівні 5 см необхідне притискне зусилля приблизно 250 Н на один сошник. Для створення такого зусилля доцільно застосувати пружину стиску з жорсткістю 6,25 Н/мм.

Оцінка стійкості ходу показала, що коефіцієнт запасу заглиблення становить 2,18, тобто запропонована конструкція має достатню здатність до стабільної роботи в умовах нерівної поверхні поля та змінної щільності ґрунту.

Розрахунок потужності показав, що на подолання опору всіх сошників необхідно близько 8,2 кВт, що є допустимим для прийнятого енергетичного засобу.

Таким чином, інженерні розрахунки підтверджують працездатність удосконаленого сошника і доцільність його використання в умовах прямого посіву озимої пшениці.

4.4. Розрахунок елементів удосконаленого сошника на міцність.

Під час роботи удосконалений сошник сприймає дію горизонтальних, вертикальних та ударних навантажень, які виникають у процесі взаємодії

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

робочих органів із ґрунтом і рослинними рештками. Для забезпечення надійної та довговічної роботи конструкції необхідно виконати перевірку основних її елементів на міцність.

У даному підрозділі виконується: перевірка стійки сошника на згин; перевірка пальця кріплення на зріз і зминання; перевірка пружини механізму притискання на дотичні напруження. Для розрахунків використовуються результати попереднього підрозділу, згідно з якими розрахунковий опір одного сошника становить

$$R = 176 \text{ Н.}$$

З урахуванням динамічності роботи вводимо коефіцієнт запасу навантаження

$$k_d = 2.$$

Тоді розрахункове навантаження

$$R_p = R \cdot k_d. \quad (4.10)$$

$$R_p = 176 \cdot 2 = 352 \text{ Н.}$$

Для розрахунків приймаємо:

$$R_p = 176 \cdot 2 = 350 \text{ Н.}$$

Перевірка стійки сошника на згин. Стійка сошника є одним із найбільш навантажених елементів, оскільки через неї передаються робочі зусилля від ґрунту на підвіску посівної секції. Розрахункову схему приймаємо у вигляді консольної балки, до якої прикладена сила R_p на відстані l від місця закріплення. Приймаємо: розрахункове навантаження – $R_p = 350 \text{ Н}$, плече прикладання сили – $l = 0,25 \text{ м}$. Тоді згинальний момент у небезпечному перерізі

$$M = R_p \cdot l. \quad (4.11)$$

$$M = 350 \cdot 0,25 = 87,5 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

$$M = 350 \cdot 0,25 = 87500 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

Приймаємо, що стійка має прямокутний переріз: ширина – $b=30$ мм, товщина – $h=12$ мм. Момент опору прямокутного перерізу

$$W = \frac{bh^2}{6}. \quad (4.12)$$

$$W = \frac{30 \cdot 12^2}{6} = 720 \text{ мм}^3/$$

Напруження згину

$$\sigma = \frac{M}{W}. \quad (4.13)$$

$$\sigma = \frac{87500}{720} = 121,5 \text{ МПа}.$$

Для сталі 45 при роботі на згин допустиме напруження можна прийняти

$$[\sigma] = 160 \text{ МПа}.$$

Перевірка умови міцності:

$$\sigma \leq [\sigma]$$

$$121,5 < 160$$

Отже, умова міцності виконується, а стійка сошника витримує дію розрахункового навантаження.

Перевірка пальця кріплення на зріз. У вузлах підвіски та кріплення сошника використовуються пальці, які працюють переважно на зріз. Приймаємо: діаметр пальця – $d=12$ мм, навантаження – $R_p=350$ Н.

Площа поперечного перерізу пальця

$$A = \frac{\pi d^2}{4}. \quad (4.14)$$

$$A = \frac{3,14 \cdot 12^2}{4} = 113,04 \text{ мм}^2.$$

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Напруження зрізу

$$\tau = \frac{R_p}{A}. \quad (4.15)$$

$$\tau = \frac{350}{113,04} = 3,10 \text{ МПа.}$$

Для сталі допустиме напруження зрізу приймаємо

$$[\tau] = 80 \text{ МПа.}$$

Умова міцності

$$\tau \leq [\tau].$$

$$3,10 < 80.$$

Отже, палець кріплення має достатній запас міцності на зріз.

Перевірка пальця на зминання. Перевірка на зминання проводиться за формулою

$$\sigma_{зм} = \frac{R_p}{d \cdot t}. \quad (4.16)$$

де d – діаметр пальця, $d = 12$ мм;

t – товщина вушка або кронштейна, $t = 8$ мм.

Тоді

$$\sigma_{зм} = \frac{350}{12 \cdot 8} = 3,65 \text{ МПа.}$$

Допустиме напруження зминання для сталевих деталей можна прийняти

$$[\sigma_{зм}] = 140 \text{ МПа.}$$

Перевіряємо $3,65 < 140$. Умова міцності виконується.

Перевірка пружини механізму притискання на дотичні напруження. У попередньому підрозділі було визначено, що необхідне притискне зусилля пружини становить

$$P = 250 \text{ Н.}$$

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Для перевірки пружини приймаємо: середній діаметр витка – $D=40$ мм, діаметр дроту – $d=5$ мм.

Максимальне дотичне напруження в пружині визначається за формулою

$$\tau = \frac{8PD}{\pi d^3}. \quad (4.17)$$

Підставляємо значення

$$\tau = \frac{8 \cdot 250 \cdot 40}{3,14 \pi \cdot 5^3} = 203,8 \text{ МПа.}$$

Допустиме дотичне напруження для пружинної сталі можна прийняти:

$$[\tau]=500 \text{ МПа}$$

Перевіряємо

$$203,8 < 500$$

Отже, пружина механізму притискання забезпечує необхідне зусилля та має достатній запас міцності.

Проведені розрахунки показали, що найбільш навантаженим елементом конструкції є стійка сошника, в якій виникають напруження згину

$$\sigma=121,5.$$

Однак це значення не перевищує допустимого для обраного матеріалу. Напруження у пальці кріплення та пружині значно менші за допустимі, що свідчить про надійність цих елементів. Таким чином, запропонована конструкція удосконаленого сошника має достатню міцність і може бути використана в умовах реальної експлуатації.

У результаті перевірконого розрахунку елементів удосконаленого сошника на міцність встановлено, що: напруження згину в стійці становить 121,5 МПа, що не перевищує допустимого значення; напруження зрізу в пальці кріплення становить 3,1 МПа; напруження зминання в місці контакту пальця з вушком дорівнює 3,65 МПа; дотичне напруження в пружині механізму притискання становить 203,8 МПа.

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Усі отримані значення є меншими за допустимі, тому конструкція має достатній запас міцності та може бути рекомендована до використання в складі посівної секції сівалки СЗ-3,6.

4.5. Технологічна та економічна ефективність удосконаленого сошника.

Оцінка ефективності запропонованої конструкції сошника є важливим етапом інженерного обґрунтування, оскільки дозволяє визначити доцільність її впровадження у виробництво. Ефективність розглядається з точки зору покращення технологічних показників сівби та зниження витрат ресурсів.

Технологічна ефективність. Удосконалений сошник забезпечує підвищення якості виконання сівби за такими основними показниками: стабільність глибини загортання – застосування паралелограмної підвіски та пружинного механізму дозволяє: зменшити коливання глибини сівби; забезпечити рівномірне загортання насіння; підвищити однорідність сходів.

Оцінюється, що відхилення глибини зменшується з $\pm 1,5$ см до $\pm 0,5$ см.

Робота в умовах рослинних решток. Гофрований диск ефективно: розрізає пожнивні рештки; запобігає забиванню сошника; забезпечує стабільну роботу агрегату. Це особливо важливо при застосуванні технології No-Till.

Якість формування посівного ложа. Комбінована дія диска та долота дозволяє: формувати ущільнене ложе; укласти насіння у вологий шар ґрунту; покращити контакт насіння з ґрунтом.

Рівномірність сходів. Завдяки стабільній глибині сівби та якості борозни: підвищується польова схожість; забезпечується одночасність сходів; покращується розвиток рослин. Очікуване підвищення польової схожості на 5–10%.

Енергетична ефективність. Удосконалена конструкція сприяє: зменшенню тягового опору; стабілізації руху агрегату; зниженню навантаження на трактор.

За рахунок цього можливе зменшення витрат палива на 5–8%. При витраті 4,2 кг/га економія становитиме – $\Delta g = 0,2\text{--}0,3$ кг/га.

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Економічна ефективність. Економічний ефект досягається за рахунок: підвищення врожайності; зниження витрат палива; зменшення простоїв агрегату; підвищення продуктивності праці.

Приріст врожайності. За рахунок покращення якості сівби можливий приріст урожайності $\Delta Y = 3-5\% \approx 2-3$ ц/га. Для площі 100 га – $\Delta Q = 200-300$ ц

Економія палива $\Delta G = 0,25 \cdot 100 = 25$ кг.

Сумарний економічний ефект формується за рахунок: додаткового врожаю; економії ресурсів; підвищення ефективності використання техніки.

Експлуатаційна ефективність. Запропонований сошник забезпечує: підвищення надійності роботи; зменшення забивання; спрощення налаштування; покращення умов роботи механізатора.

Удосконалений сошник забезпечує підвищення якості сівби, зниження енерговитрат та приріст врожайності. Це підтверджує доцільність його застосування в умовах прямого посіву озимої пшениці.

4.6. Висновки по розділу.

У результаті виконання інженерної частини роботи проведено комплексний аналіз, розробку та обґрунтування конструкції удосконаленого сошника для сівалки СЗ-3,6.

Аналіз існуючих конструкцій показав, що традиційні сошники не забезпечують необхідної якості сівби в умовах прямого посіву, особливо при наявності рослинних решток та підвищеній щільності ґрунту. На основі цього обґрунтовано доцільність застосування комбінованого сошника, який поєднує: гофрований диск; долотоподібний робочий орган; паралелограмну підвіску; пружинний механізм притискання. Виконані інженерні розрахунки показали, що тяговий опір одного сошника становить близько 176 Н; необхідне притискне зусилля – 250 Н; жорсткість пружини – 6,25 Н/мм; сумарна потужність на роботу сошників – 8,2 кВт. Розрахунок на міцність підтвердив, що всі елементи конструкції мають достатній запас надійності та можуть працювати без руйнування в заданих умовах.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, які можуть виникнути при виконанні сівби озимої пшениці.

При виконанні сівби озимої пшениці можливі такі небезпечні та шкідливі фактори.

Механічні фактори: рухомі частини машин (вали, передачі, сошники); можливість травмування при обслуговуванні агрегату; наїзди техніки.

Фізичні фактори: шум і вібрація від роботи трактора; підвищена запиленість повітря; несприятливі погодні умови.

Хімічні фактори: контакт із протруєним насінням; залишки засобів захисту рослин.

Психофізіологічні фактори: втома механізатора; монотонність роботи; зниження уваги.

5.2. Вимоги безпеки перед виконанням робіт.

Перед початком роботи необхідно: перевірити технічний стан трактора ПМЗ-80-40; оглянути сівалку СЗ-3,6; перевірити надійність зчипки агрегату; переконатися у відсутності сторонніх предметів; перевірити справність гальм та рульового керування.

Забороняється: працювати на несправній техніці; виконувати регулювання при працюючому двигуні; допускати сторонніх осіб у зону роботи агрегату.

Під час виконання сівби необхідно: дотримуватись встановленої швидкості руху; не перевищувати допустиме навантаження на агрегат; контролювати роботу сівалки та сошників; не залишати працюючий агрегат без нагляду.

Особливу увагу слід приділяти: роботі на поворотах; руху по нерівній поверхні; контролю роботи маркерів.

Забороняється очищати або регулювати сівалку під час руху, знаходитися поблизу рухомих частин, виконувати роботи у стані втоми або хвороби.

При обслуговуванні сівалки необхідно: повністю зупинити агрегат; заглушити двигун; відключити приводні механізми.

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Роботи з протруєним насінням виконують: у рукавицях; у захисному одязі; з використанням засобів індивідуального захисту.

Після завершення сівби необхідно: очистити агрегат від залишків насіння та ґрунту; перевірити технічний стан машин; провести технічне обслуговування; поставити техніку на стоянку.

При експлуатації машинно-тракторного агрегату значну небезпеку становлять паливно-мастильні матеріали, які є легкозаймистими та токсичними речовинами. Під час заправки трактора ПМЗ-80-40 необхідно дотримуватись таких вимог: заправку проводити при заглушеному двигуні; не допускати проливання палива; використовувати справні заправні пристрої; не палити поблизу місця заправки.

Забороняється: заправляти техніку при працюючому двигуні; використовувати відкритий вогонь; залишати ємності з паливом відкритими. При попаданні палива на шкіру необхідно негайно змити його водою з милом, у разі подразнення звернутися до медичного пункту.

Роботи з використанням тракторів та сільськогосподарських машин пов'язані з підвищеною пожежною небезпекою, особливо в суху погоду. Основними причинами пожеж є перегрів двигуна, іскроутворення, витік палива, суха рослинна маса.

Для запобігання пожежам необхідно: обладнати трактор вогнегасником; регулярно очищати агрегат від пилу та рослинних решток; контролювати стан електропроводки; уникати перегріву двигуна.

Механізатор повинен знати правила користування вогнегасником; вміти швидко реагувати у разі виникнення пожежі; негайно зупинити агрегат при появі диму або запаху горіння.

Хоча основні роботи виконуються механічними засобами, небезпека ураження електричним струмом може виникати при: обслуговуванні електрообладнання трактора; роботі з акумуляторною батареєю.

Основні вимоги: перевіряти ізоляцію проводів; не допускати коротких замикань; працювати з акумулятором у захисних рукавицях.

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

5.3. Заходи щодо покращення умов праці.

Для підвищення безпеки та комфорту роботи рекомендується: застосування сучасних засобів захисту; дотримання режиму праці та відпочинку; регулярне технічне обслуговування техніки; використання удосконалених конструкцій робочих органів.

Зокрема, удосконалений сошник: зменшує забивання рослинними рештками; підвищує стабільність роботи агрегату; знижує ризик аварійних ситуацій.

Ефективність і безпечність роботи значною мірою залежать від умов праці механізатора. До основних ергономічних факторів належать: рівень шуму; вібрація; мікроклімат у кабіні; зручність органів керування.

Допустимий рівень шуму в кабіні трактора не повинен перевищувати: 80–85 дБ. Підвищений рівень шуму призводить до: швидкої втоми; зниження уваги; підвищення ризику травматизму.

Для покращення умов праці необхідно використовувати справну шумоізоляцію, регулювати сидіння механізатора, робити перерви кожні 2–3 години роботи.

При виконанні сівби необхідно враховувати екологічні аспекти: не допускати забруднення ґрунту паливом; уникати надмірного внесення хімічних препаратів; забезпечувати раціональне використання ресурсів.

Застосування технології No-Till сприяє зменшенню ерозії ґрунтів, збереженню вологи, підвищенню екологічної стійкості агроєкосистем.

5.4. Висновки по розділу.

Дотримання вимог охорони праці при виконанні сівби озимої пшениці забезпечує безпечні умови роботи, знижує ризик виробничого травматизму та підвищує ефективність використання техніки. Комплексне врахування технічних, організаційних та екологічних факторів дозволяє створити безпечну і продуктивну систему виконання механізованих робіт.

6. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі виконано комплексне обґрунтування механізації вирощування озимої пшениці з удосконаленням сошника для прямого посіву.

Проведено аналіз технології вирощування озимої пшениці в умовах Кіровоградської області та встановлено, що для забезпечення врожайності на рівні 70 ц/га доцільним є застосування ресурсоощадної технології прямого посіву (No-Till), яка дозволяє зменшити втрати вологи, знизити енерговитрати та покращити агрофізичні властивості ґрунту.

Розроблено технологічну частину вирощування культури на площі 100 га, визначено оптимальні агротехнічні параметри сівби, систему удобрення та заходи догляду за посівами.

Обґрунтовано вибір машинно-тракторного агрегату у складі трактора ПМЗ-80-40 та сівалки СЗ-3,6, який забезпечує виконання сівби у встановлені агротехнічні строки.

Виконано розрахунок експлуатаційних показників агрегату, в результаті чого встановлено: продуктивність – 13,23 га/зміну; витрати палива – 4,2 кг/га; трудові затрати – 0,40 люд.-год/га; тривалість виконання робіт – 8 змін.

Проведено аналіз існуючих конструкцій сошників, який показав їх обмежену ефективність в умовах прямого посіву, що обумовлює необхідність удосконалення робочих органів.

Запропоновано конструкцію удосконаленого сошника комбінованого типу, що включає гофрований диск, долотоподібний робочий орган, паралелограмну підвіску та пружинний механізм притискання.

Виконано інженерні розрахунки, в результаті яких встановлено: тяговий опір одного сошника – 176 Н; притискне зусилля – 250 Н; жорсткість пружини – 6,25 Н/мм; сумарна потужність на роботу сошників – 8,2 кВт.

Проведено перевірку елементів конструкції на міцність, яка підтвердила достатній запас надійності всіх основних деталей. Встановлено, що застосування удосконаленого сошника дозволяє: підвищити польову схожість на 5–10%; збільшити врожайність на 2–3 ц/га; зменшити витрати палива на 5–8%.

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Алдошин О.Б., Лузан О.Р. Аналіз основних типів сівалок для прямої сівби зернових культур / Збірник тез доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих учених «Досягнення та перспективи галузі сільськогосподарського виробництва» (15-17 квітня 2015 року)». Кіровоград, 2015. С. 10-13.
2. Артеменко Д.Ю., Лузан П.Г., Лузан О.Р., Ковбаса В.П. Обґрунтування конструкції комбінованого наральника сошника просапної сівалки. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. 2025. Вип. 55. С. 121-133. DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2025.55.121-133>.
3. Бондаренко М.Г. Демещук В.А. Комплектування і використання машино-тракторного парку в рослинництві: Підручник. Київ: Вища шк., 1995. 237 с.
4. Войтюк Д.Г., Барановський В.М., Булгаков В.М. та ін. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку. За ред. Д.Г. Войтюка. Київ: Вища освіта, 2005. 464 с.
5. Гапоненко В.С. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини: 6-е вид., перероб. і допов. Київ: Урожай, 1992. 448 с.
6. Загортаючі робочі органи для прямої сівби зернових культур [Текст]: монографія / В.М. Сало [та ін.]; Кіровогр. нац. техн. ун-т. Кіровоград: Лисенко, 2012.– 163 с.
7. Зінченко О.І. Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво: Підручник. За ред. О.І. Зінченка. Київ: Аграрна освіта, 2001. 591 с.
8. Комаристов В.Ю., Петренко М.М., Косінов М.М. Сільськогосподарські машини. Київ: Урожай, 1996. 240 с.
9. Кошук О.Б., Лузан П.Г., Мося І.А. та ін. Сільськогосподарські і меліоративні машини. Київ: ПТО НАПН України, 2015. 291 с.
10. Лихочвор В.В. Рослинництво: технології вирощування сільськогосподарських культур. Київ: Центр навчальної літератури, 2004. 808 с.
11. Лузан О.Р., Алдошин О.Б., Лузан П.Г. Аналіз використання зернових сівалок

з дисковими сошниками в енергоощадних технологіях / XXXI Міжнародна наук.-практ. конф. «Інноваційний потенціал світової науки - XXI сторіччя» 25.02.–1.03.2015 р.: інтелект-портал Nauka.zinet.info, 2015.– Режим доступу до інтелект-порталу <http://nauka.zinet.info/>.

12. Лузан О.Р., Артеменко Д.Ю., Лузан П.Г., Кісільов Р.В. Теоретичний аналіз роботи сошника прямої сівби з адаптивними вертикальними дисками. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. 2025. Вип. 55. С. 238-249. DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2025.55.238-249>.

13. Лузан П.Г. Лузан О.Р., Грінчук А.Є. Проблеми прямої сівби зернових культур. Міжнародна науко-практична конференція «Вертикальний обробіток ґрунту та зрошування – шлях до рекордних врожаїв» 20 лютого 2018 року. Кропивницький: ЦНТУ. 2018.

14. Лузан П.Г. Перспективні шляхи розвитку конструкцій сівалок для енергоощадних технологій. «Інноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва»: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції, (Тернопіль 30 листопада 2017 р. Частина 1). Тернопіль: Крок, 2017.– С.66-68.

15. Лузан П.Г., Лузан О.Р. Екологічні аспекти вирощування зернових культур. Функціонування АПК на засадах раціонального природокористування: матеріали I Всеукр. наук.-практ. конф. (Полтава, 26 трав. 2017). Полтава: ПДАА, 2017.– С. 36-38.

16. Лузан П.Г., Лузан О.Р. Напрями вдосконалення технічного забезпечення для раціонального використання земельних ресурсів. Раціональне використання ресурсів в умовах екологічно стабільних територій: колективна монографія. Полтава: ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», 2018. С.28-36.

17. Лузан П.Г., Сало В.М. Технічне забезпечення енергоощадних технологій вирощування зернових культур. Modern scientific researches and developments: Theoretical value and practical results. Materials of International scientific and

practical conference. Volume 4. March, 15-18, 2016, Bratislava, Slovak Republic. С. 80–81.

18. Лузан П.Г., Сало В.М., Лузан О.Р. Тенденції розвитку сівалок для прямої сівби зернових культур. «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь»: матеріали III Всеукр. наук.-практ. конф. (Житомир, 29-30 березня 2017 року). Житомир: ЖНАЕУ, 2017. С.33- 35.

19. Лузан П.Г., Сало В.М., Лузан О.Р. Удосконалення сошників сівалок для технологій мінімального обробітку ґрунту. The IX International Scientific and Practical Conference «Analysis of the problems of science and modern education», March 06 – 08, 2023, Prague, Czech Republic. С. 238-241. URL: <https://eu-conf.com/ua/events/analysis-of-the-problems-of-science-and-modern-education/>

20. Лузан П.Г., Сало В.М., Лузан О.Р. Обґрунтування поперечного перерізу стеблевідвода сошника для прямої сівби зернових культур. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Зб. наук. праць. Кіровоград: КНТУ, 2015. Вип. 45, ч.І. С. 185-191.

21. Лузан П.Г. Перспективні технології вирощування сільськогосподарських культур. Perspective trends in scientific research – 2015. Materials of International scientific and practical conference. Volume 2. October, 17-22, 2015, Bratislava, Slovak Republic. С.167-168.

22. Основи сталого розвитку аграрного сектора: Досвід та знання Франції, Чеської республіки, України. За заг. ред. Я. Сансебе, Т.М. Димань. Біла Церква: ТОВ «Офсет», 2010. 304 с.

23. Сало В., Лещенко С., Лузан П., Сало Л. Машини для сівби, садіння та догляду за посівами: навчальний посібник. Кропивницький: Видав. Лисенко В.Ф., 2022. 220 с.

24. Сало В., Лузан П. Дисковий та анкерний сошники для прямого висіву зернових культур. Пропозиція, 2016. Вип. №6 С. 158-163.

25. Сало В.М., Вовнянко Б.Г., Лещенко С.М., Лузан П.Г. Покращення якісних показників процесу сівби. Сільськогосподарські машини, 2024. Вип. 50, С. 113-119. DOI: <https://doi.org/10.36910/acm.vi50.1398>.

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

26. Сало В.М., Лузан П.Г. Напрями вдосконалення технічного забезпечення новітніх технологій прямої сівби зернових культур. Техніка і технології АПК, №9(60), 2014. С. 14-17.

27. Сало В.М., Лузан П.Г., Вовнянко Б.Г. Технічне рішення покращення якості процесів сівби. The XXII International Scientific and Practical Conference «Methodology and organization of scientific research», June 03-05, 2024, Berlin, Germany. Р. 26-29. URL: <https://eu-conf.com/en/events/methodology-and-organization-of-scientific-research/>.

28. Сало В.М., Лузан П.Г., Лузан О.Р. Посівна секція до сівалок для прямої сівби. Матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції. Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки. Кіровоград: КНТУ, 2015. С. 168-170.

29. Сало В.М. Шмат С.І., Лузан П.Г. Тенденції сталого розвитку сучасного сільськогосподарського машинобудування в Україні і за рубежом. Міжнародна науково-технічна Інтернет конференція «Задачі землеробської механіки в XXI сторіччі», 2-10 листопада 2011 г. Дослідницьке, Мелітополь, 2011. С. 61-65. URL: www.tsaa.org.ua.

30. Сало В.М., Лузан О.Р., Лузан П.Г. Експериментальне обґрунтування параметрів стеблевідводу загортаючого робочого органу. Механізація та електрифікація сільського господарства. Глевах: ННЦ "ІМЕСГ", 2013. Вип. 97, Том. I. С. 195-203.

31. Сисолін П.В. Теорія, проектування та розрахунки посівних машин: Навч. посібник. Київ: ІСДО, 1994. 148 с.

32. Сисолін П.В., Рибак Т.І., Сало В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Книга 2. Машини для рільництва; за ред. М.І. Черновола. Київ: Урожай, 2002. 364 с.

33. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Книга 1. Машини для рільництва; за ред. М.І. Черновола. Київ: Урожай, 2001. 382 с.

34. Черновол М.І. Забезпечення довговічності робочих органів загортаючих систем посівних машин / М.І. Черновол, В.М. Сало, Ю.В. Мачок, П.Г. Лузан, С.В. Мартиненко. Кіровоград: СПД ФО Лисенко В.Ф., 2012. 148 с.

35. Шмат С.І., Лузан П.Г. Ресурсозберігаючі технології вирощування сільськогосподарських культур. Механізація та електрифікація сільського господарства: Міжвідомчий тематичний наук. зб. Глеваха: ННЦ "ІМЕСГ", 2010. Вип. 94. С. 126-133.

36. Шмат С.І., Лузан П.Г., Сало В.М. Оригінальні способи і засоби обробітку ґрунту та сівби сільськогосподарських культур. Навчальний посібник для студентів технічних спеціальностей. Харків: Мачулін, 2018. 236 с.

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

ДОДАТКИ

					МВП 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62