

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 озимого жита з удосконаленням
дводискового сошника зернової сівалки»

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,
групи АІ-23мб-1.2
ОПП «Агроінженерія»
спеціальності 208 «Агроінженерія»
_____ Попейчук Денис Сергійович
« _____ » _____ 2026 р.

Керівник проекту
доцент, канд. техн. наук

« _____ » _____ 2026 р.

Рецензент
доцент, канд. техн. наук

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

_____ Попейчук Денис Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи (проекту) Механізація вирощування озимого жита з удосконаленням дводискового сошника зернової сівалки

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 - є підвищення ефективності механізації вирощування озимого жита шляхом удосконалення конструкції дводискового сошника зернової сівалки, що забезпечує покращення якості укладання насіння в борозну.

Завдання: - провести аналіз сучасної технології вирощування озимого жита;

- обґрунтувати склад машинно-тракторного агрегату для виконання технологічних операцій та розробити операційну технологію сівби озимого жита;

- проаналізувати існуючі конструкції та виконати удосконалення конструкції дводискового сошника;

- провести інженерні розрахунки параметрів робочого органу й оцінити вплив запропонованої конструкції на якість виконання технологічного процесу.

5. Перелік графічного матеріалу 1. Технологічна карта вирощування озимого жита –

ф. А1. 2. Операційна карта сівби озимого жита – ф. А1. 3. Сівалка зернутокова СЗ-3,6 – ф.

А1. 4. Сошник – ф. А2. 5. Зірочка приводна – ф. А2. 6. Деталювання – ф. А2.

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 _____

Денис ПОПЕЙЧУК

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційній роботі розглянуто питання підвищення ефективності механізації вирощування озимого жита шляхом удосконалення дводискового сошника зернової сівалки.

У роботі проведено аналіз біологічних особливостей культури та типової технології її вирощування. Обґрунтовано склад машинно-тракторного агрегату для виконання сівби, розроблено операційну технологію сівби та визначено основні технологічні параметри процесу.

Проведено аналіз існуючих конструкцій сошників зернових сівалок, у результаті якого встановлено недоліки дводискових сошників, пов'язані з нерівномірністю укладання насіння в борозну.

Виконано інженерні розрахунки сил, що діють на сошник, визначено тяговий опір, параметри притискного механізму та умови стійкого руху сошника по глибині. Доведено, що запропонована конструкція не призводить до збільшення енергетичних витрат і забезпечує підвищення якості сівби.

озиме жито, зернова сівалка, дводисковий сошник, напрямник насіння

ABSTRACT

The qualification work addresses the issue of improving the efficiency of winter rye cultivation mechanization by upgrading the double-disc opener of a grain drill.

The study includes an analysis of the biological characteristics of the crop and the typical cultivation technology. The composition of the machine-tractor unit for sowing operations is substantiated, the operational sowing technology is developed, and the main technological parameters of the process are determined.

An analysis of existing designs of grain drill openers is carried out, as a result of which the disadvantages of double-disc openers associated with the non-uniform placement of seeds in the furrow are identified.

Engineering calculations of the forces acting on the opener were carried out; the draft resistance, the parameters of the downforce mechanism, and the conditions for stable depth control of the opener were determined. It has been proven that the proposed design does not lead to an increase in energy consumption and ensures an improvement in sowing quality.

winter rye, grain drill, double-disc opener, seed guide

ЗМІСТ

	Стор.
1. ВСТУП	5
2. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОГО ЖИТА	7
2.1. Біологічні особливості озимого жита	7
2.2. Місце озимого жита в сівозміні	9
2.3. Система удобрення озимого жита	11
2.4. Обробіток ґрунту	13
2.5. Підготовка насіння до сівби і сівба	15
2.6. Догляд за посівами та збирання врожаю	17
2.7. Висновки по розділу	19
3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ СІВБИ ОЗИМОГО ЖИТА	21
3.1. Загальна характеристика операції сівби	21
3.2. Обґрунтування складу машинно-тракторного агрегату	23
3.3. Технологічні параметри виконання операції	25
3.4. Розрахунок продуктивності машинно-тракторного агрегату	27
3.5. Розрахунок тривалості виконання робіт	29
3.6. Організація виконання робіт	31
3.7. Аналіз якості виконання сівби	34
3.8. Висновки по розділу	36
4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА	37
4.1. Аналіз існуючих конструкцій сошників зернових сівалок	37
4.2. Обґрунтування та опис удосконаленої конструкції дводискового сошника	39
4.3. Розрахунок сил, що діють на сошник	41
4.4. Розрахунок пружини притискного механізму сошника	45
4.5. Аналіз умов стійкого руху сошника по глибині	49
4.6. Висновки по розділу	52
5. ОХОРОНА ПРАЦІ	54
5.1. Аналіз умов праці при виконанні сівби озимого жита	54
5.2. Вимоги безпеки при роботі з машинно-тракторним агрегатом	54
5.3. Заходи щодо зниження впливу шкідливих факторів	55
5.4. Висновки по розділу	56
6. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	59
Додатки	64

1. ВСТУП

Сучасний розвиток агропромислового виробництва України характеризується необхідністю підвищення ефективності використання ресурсів, зниження енерговитрат та забезпечення стабільного виробництва високоякісної сільськогосподарської продукції. В умовах зростання вартості матеріально-технічних ресурсів та нестабільних кліматичних факторів особливого значення набуває вдосконалення технологій вирощування зернових культур, серед яких важливе місце займає озиме жито.

Сівба є однією з найвідповідальніших операцій у технології вирощування зернових культур, оскільки саме на цьому етапі закладаються передумови для формування рівномірних сходів, оптимальної густоти стояння рослин та їх подальшого розвитку. Основними показниками якості сівби є рівномірність розподілу насіння по площі, витримування заданої норми висіву та забезпечення стабільної глибини загортання насіння.

Порушення цих показників призводить до нерівномірних сходів, зниження польової схожості, ослаблення рослин та, як наслідок, зменшення врожайності. Особливо важливим є забезпечення рівномірного укладання насіння на дно борозни, що створює оптимальні умови для контакту насіння з ґрунтом і доступу до вологи.

Основним робочим органом зернових сівалок, який безпосередньо виконує формування борозни та укладання насіння, є сошник. У сучасних умовах найбільшого поширення набули дводискові сошники, які забезпечують надійну роботу на різних типах ґрунтів, у тому числі при наявності рослинних решток. Такі сошники формують борозну шляхом розрізання ґрунту двома дисками, що сходяться під певним кутом.

Незважаючи на широке застосування, існуючі конструкції дводискових сошників мають ряд суттєвих недоліків. Зокрема, після виходу насіння з

					МВЖ 00.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Попейчук				Механізація вирощування озимого жита з удосконаленням дводискового сошника зернової сівалки	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевір.							5	64
						ЦНТУ,		
Н. контр.						гр. АІ-23мб-1.2		
Затв.								

висівного апарата його рух до дна борозни відбувається неконтрольовано, що призводить до відхилення траєкторії руху насіння, його відскоку від стінок борозни та нерівномірного розміщення по глибині. Це особливо проявляється при роботі на підвищених швидкостях, а також на неоднорідних ґрунтах.

Внаслідок цього частина насіння розміщується вище або нижче заданого рівня, що негативно впливає на одночасність появи сходів і подальший розвиток рослин. Таким чином, удосконалення процесу направлення насіння в борозну є важливим резервом підвищення якості сівби.

Одним із перспективних напрямків вирішення даної проблеми є вдосконалення конструкції напрямника насіння в сошнику. Рациональна форма напрямника дозволяє стабілізувати рух насіння, зменшити його розсіювання та забезпечити укладання безпосередньо в нижню частину борозни. Це створює передумови для покращення умов проростання та підвищення польової схожості.

У даній кваліфікаційній роботі розглядається механізація вирощування озимого жита на площі 100 га з плановою врожайністю 60 ц/га із застосуванням зернової сівалки СЗ-3,6, яка є однією з найбільш поширених у господарствах України. В рамках роботи передбачається удосконалення дводискового сошника даної сівалки шляхом зміни геометричної форми напрямника насіння.

Метою роботи є підвищення ефективності механізації вирощування озимого жита шляхом удосконалення конструкції дводискового сошника зернової сівалки, що забезпечує покращення якості укладання насіння в борозну.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- провести аналіз сучасної технології вирощування озимого жита;
- обґрунтувати склад машинно-тракторного агрегату для виконання технологічних операцій та розробити операційну технологію сівби озимого жита;
- проаналізувати існуючі конструкції та виконати удосконалення конструкції дводискового сошника;
- провести інженерні розрахунки параметрів робочого органу й оцінити вплив запропонованої конструкції на якість виконання технологічного процесу.

					МВЖ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

2. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОГО ЖИТА

2.1. Біологічні особливості озимого жита.

Озиме жито є однією з найбільш адаптованих до несприятливих умов зернових культур, що обумовлює його широке поширення у різних ґрунтово-кліматичних зонах України. Біологічні особливості цієї культури визначають вимоги до технології її вирощування та безпосередньо впливають на вибір і налаштування технічних засобів механізації, зокрема посівних машин.

Озиме жито належить до рослин довгого дня і характеризується високою холодостійкістю. Насіння починає проростати при температурі $+1...+2\text{ }^{\circ}\text{C}$, а оптимальною температурою для проростання є $+10...+15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Сходи здатні витримувати короточасні зниження температури до $-5...-8\text{ }^{\circ}\text{C}$, а добре розвинені рослини в зимовий період – до $-20...-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ і нижче за наявності снігового покриву. Завдяки цим властивостям культура добре пристосована до умов помірного клімату.

Важливою біологічною особливістю озимого жита є його здатність до інтенсивного куціння. В осінній період рослина формує вузол куціння, який закладається на глибині 1,5–3 см. Саме на цьому рівні відбувається утворення вторинних пагонів і кореневої системи. Тому забезпечення стабільної та однакової глибини загортання насіння є критично важливим фактором, який впливає на рівномірність куціння та розвиток рослин.

Коренева система озимого жита добре розвинена, мичкувата, здатна проникати на глибину до 1,5–2,0 м, що забезпечує ефективне використання вологи і поживних речовин з глибших шарів ґрунту. Це обумовлює відносну посухостійкість культури та її здатність формувати врожай навіть за обмеженого зволоження.

Озиме жито менш вибагливе до родючості ґрунту порівняно з іншими зерновими культурами, такими як пшениця. Воно добре росте на легких піщаних і супіщаних ґрунтах, а також на кислих ґрунтах, де інші культури дають низьку продуктивність. Водночас культура негативно реагує на перезволоження та

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

ущільнення ґрунту, що може призводити до пригнічення росту рослин і зниження врожайності.

Важливою особливістю озимого жита є його чутливість до строків сівби. Надто рання сівба призводить до переростання рослин, що знижує їх зимостійкість, а запізнїла – до недостатнього розвитку рослин восени і зменшення їх здатності до кущіння. Оптимальні строки сівби забезпечують формування 3–4 пагонів до настання зими.

Норма висіву озимого жита зазвичай становить 4,0–6,0 млн схожих зерен на гектар і залежить від ґрунтово-кліматичних умов, строків сівби та рівня агротехніки. При цьому важливим є рівномірний розподіл насіння по площі та глибині, оскільки загущені або зріджені посіви негативно впливають на продуктивність рослин.

Глибина загортання насіння є одним із ключових параметрів технології сівби. Для озимого жита вона, як правило, становить 3–5 см залежно від типу ґрунту та його вологості. На легких ґрунтах допускається більша глибина загортання, тоді як на важких – менша. Відхилення від оптимальної глибини призводить до нерівномірних сходів і різного темпу розвитку рослин.

Особливу роль відіграє якість контакту насіння з ґрунтом. Недостатній контакт призводить до поглинання меншої кількості вологи, що затримує проростання, тоді як надмірне ущільнення може погіршити аерацію та ускладнити проростання. Тому процес укладання насіння у борозну має забезпечувати щільний, але не надмірний контакт із ґрунтом.

Аналіз біологічних особливостей озимого жита свідчить про те, що найбільш критичними факторами, які визначають ефективність технології сівби, є: дотримання оптимальної глибини загортання насіння; рівномірність розподілу насіння по площі; стабільне укладання насіння на дно борозни; забезпечення належного контакту насіння з ґрунтом.

Саме ці вимоги безпосередньо пов'язані з роботою сошника зернової сівалки. Недосконалість конструкції сошника може призводити до порушення

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

зазначених умов, що негативно впливає на польову схожість та врожайність культури.

Таким чином, удосконалення конструкції дводискового сошника, зокрема напрямника насіння, є важливим напрямком підвищення якості сівби озимого жита і реалізації його біологічного потенціалу.

2.2. Місце озимого жита в сівозміні.

Рациональне розміщення озимого жита в сівозміні є одним із ключових факторів забезпечення стабільної врожайності та ефективного використання матеріально-технічних ресурсів. Вибір попередників визначає агрофізичний стан ґрунту, рівень його родючості, ступінь забур'яненості, а також умови для виконання механізованих технологічних операцій, зокрема сівби.

Озиме жито відноситься до культур, які менш вибагливі до попередників порівняно з озимою пшеницею, що обумовлено його високою адаптивністю та здатністю ефективно використовувати поживні речовини з ґрунту. Разом з тим, для отримання високих урожаїв важливо забезпечити оптимальні умови для розвитку рослин, що досягається правильним підбором попередників.

Найкращими попередниками для озимого жита є: багаторічні трави; зернобобові культури; просапні культури (картопля, кукурудза на силос); ранні ярі зернові культури. Ці культури залишають після себе добре структурований ґрунт, з достатнім запасом поживних речовин і відносно низьким рівнем забур'яненості. Особливо цінними є попередники, які звільняють поле рано, що дає можливість якісно підготувати ґрунт і провести сівбу в оптимальні агротехнічні строки.

Допустимими попередниками є: озимі зернові культури; пізні ярі культури. Однак їх використання пов'язане з певними ризиками, зокрема накопиченням збудників хвороб і шкідників, а також підвищеною засміченістю посівів.

Не рекомендується розміщувати озиме жито після культур, які сильно виснажують ґрунт або залишають після себе значну кількість рослинних решток, що ускладнює підготовку ґрунту та роботу посівної техніки.

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

З точки зору механізації технологічних процесів, попередник суттєво впливає на умови роботи машинно-тракторних агрегатів. Після багаторічних трав або зернобобових культур ґрунт має кращу структуру, меншу щільність і рівномірну поверхню, що забезпечує: стабільну глибину обробітку ґрунту; рівномірну роботу сошників; зниження тягового опору агрегатів; покращення якості формування посівного ложа.

У випадку наявності великої кількості рослинних решток (наприклад, після кукурудзи на зерно), виникають додаткові вимоги до робочих органів сівалки. Дводискові сошники в таких умовах мають перевагу, оскільки забезпечують розрізання рослинних решток і формування борозни без їх значного накопичення перед робочим органом.

Разом з тим, навіть при використанні дводискових сошників, наявність рослинних решток і нерівностей поверхні ґрунту може негативно впливати на якість укладання насіння. Це проявляється у зміні глибини загортання та нерівномірному розміщенні насіння в борозні.

Тому важливим є не лише правильний вибір попередника, але й удосконалення конструкції робочих органів сівалки, які повинні забезпечувати стабільну роботу в різних умовах.

Для умов даної роботи приймається типова сівозміна, в якій озиме жито розміщується після зернобобових культур. Такий попередник забезпечує: достатній рівень азотного живлення; добрий агрофізичний стан ґрунту; зменшення забур'яненості; сприятливі умови для якісного виконання сівби.

Аналіз місця озимого жита в сівозміні показує, що створення оптимальних умов для сівби є важливим резервом підвищення врожайності. При цьому значна роль належить технічному забезпеченню процесу, зокрема конструкції сошника, який повинен забезпечувати стабільну глибину загортання насіння незалежно від умов попередника.

Таким чином, удосконалення дводискового сошника зернової сівалки є доцільним напрямком підвищення ефективності механізації вирощування

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

озимого жита, що забезпечує якісне виконання технологічної операції сівби в різних виробничих умовах.

2.3. Система удобрення озимого жита.

Раціональна система удобрення є одним із визначальних факторів формування високої врожайності озимого жита та ефективного використання ґрунтових ресурсів. Незважаючи на відносно невисокі вимоги культури до родючості ґрунту, для отримання запланованої врожайності на рівні 60 ц/га необхідно забезпечити оптимальний баланс поживних речовин у ґрунті.

Озиме жито характеризується добре розвиненою кореневою системою, що дозволяє ефективно використовувати поживні речовини з глибших шарів ґрунту. Проте інтенсивне формування вегетативної маси і генеративних органів потребує достатнього забезпечення елементами живлення, передусім азотом, фосфором і калієм.

Система удобрення повинна базуватися на поєднанні основного, передпосівного та підживлювального внесення добрив з урахуванням біологічних особливостей культури та умов вирощування.

Основне удобрення проводиться під основний обробіток ґрунту і має на меті створення необхідного запасу поживних речовин у кореневмісному шарі. Для забезпечення врожайності озимого жита на рівні 60 ц/га доцільно вносити: фосфорні добрива (P_2O_5) – 60–90 кг/га діючої речовини; калійні добрива (K_2O) – 60–90 кг/га діючої речовини. Фосфор сприяє розвитку кореневої системи та підвищує зимостійкість рослин, тоді як калій покращує водний режим і стійкість до несприятливих умов. Азотні добрива відіграють ключову роль у формуванні врожаю, проте їх внесення повинно бути диференційованим. Частину азоту доцільно вносити перед сівбою (20–30 кг/га д.р.), що забезпечує початковий ріст рослин. Основна частина азоту вноситься у вигляді підживлення навесні (40–60 кг/га д.р.), що стимулює інтенсивне кушіння та формування продуктивних стебел. У випадку розміщення озимого жита після зернобобових культур, які

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

збагачують ґрунт азотом, норму азотних добрив можна зменшити, що дозволяє знизити витрати без втрати врожайності.

Передпосівне внесення добрив забезпечує локальне розміщення поживних речовин у зоні розміщення насіння, що позитивно впливає на початковий розвиток рослин. При цьому важливим є рівномірний розподіл добрив та дотримання оптимальної глибини їх загортання.

З точки зору механізації, внесення добрив здійснюється за допомогою машинно-тракторних агрегатів, до складу яких входять: трактори класу 1,4–2,0; розкидачі мінеральних добрив (наприклад, типу РУМ або аналогічні); агрегати для локального внесення добрив у складі посівних машин.

Якість внесення добрив безпосередньо впливає на ефективність їх використання рослинами. Нерівномірний розподіл добрив по площі призводить до неоднорідності посівів, що ускладнює подальші технологічні операції та знижує загальну продуктивність.

Особливу увагу слід приділяти узгодженню процесів внесення добрив і сівби. При використанні зернових сівалок, зокрема СЗ-3,6, можливе одночасне внесення мінеральних добрив разом із насінням або роздільно, що дозволяє оптимізувати технологічний процес і зменшити кількість проходів агрегатів по полю.

Разом з тим, ефективність використання добрив значною мірою залежить від якості виконання операції сівби. При нерівномірному загортанні насіння рослини розвиваються неоднаково, що знижує коефіцієнт використання поживних речовин.

Таким чином, система удобрення озимого жита повинна бути тісно пов'язана з якістю виконання технологічних операцій, зокрема сівби. Забезпечення рівномірного розміщення насіння на заданій глибині створює передумови для ефективного використання добрив і формування вирівняних посівів. У цьому контексті удосконалення конструкції дводискового сошника зернової сівалки, спрямоване на покращення укладання насіння у борозну, є

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

важливим фактором підвищення ефективності всієї системи удобрення та технології вирощування озимого жита в цілому.

2.4. Обробіток ґрунту.

Обробіток ґрунту є однією з основних складових технології вирощування озимого жита, яка визначає умови формування посівного ложа, накопичення та збереження вологи, а також ефективність використання поживних речовин. Від якості виконання операцій обробітку ґрунту значною мірою залежить подальша робота посівних машин і, зокрема, стабільність функціонування сошників.

Система обробітку ґрунту під озиме жито включає комплекс послідовних операцій, які забезпечують оптимальні агрофізичні властивості ґрунту до моменту сівби. Основними завданнями обробітку є: створення пухкого орного шару; знищення бур'янів; загортання рослинних решток; вирівнювання поверхні поля; формування якісного посівного ложа.

Залежно від попередника та ґрунтово-кліматичних умов застосовують різні системи обробітку, проте найбільш поширеною є традиційна система, яка включає лущення стерні, основний обробіток (оранку) та передпосівний обробіток.

Лущення стерні проводиться одразу після збирання попередника з метою знищення падалиці та проростаючих бур'янів, а також часткового подрібнення і загортання рослинних решток. Для виконання цієї операції використовують дискові лущильники, які працюють на глибину 6–10 см. Дискові робочі органи забезпечують інтенсивне перемішування верхнього шару ґрунту та підготовку його до подальшого обробітку.

Основний обробіток ґрунту під озиме жито, як правило, здійснюється шляхом оранки на глибину 20–22 см. Оранка забезпечує перевертання шару ґрунту, загортання рослинних решток і добрив, а також створює умови для накопичення вологи. Для виконання цієї операції застосовують плуги в агрегаті з тракторами відповідного тягового класу.

					МВЖ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Якість оранки значною мірою впливає на рівномірність поверхні поля. Наявність гребенів і борозен може ускладнювати подальші операції та негативно впливати на роботу сівалки, зокрема на стабільність глибини ходу сошників.

Передпосівний обробіток спрямований на остаточне формування посівного ложа. Він включає культивуацію, боронування та вирівнювання поверхні поля. Глибина передпосівного обробітку повинна відповідати глибині загортання насіння або бути дещо меншою.

Основними вимогами до передпосівного обробітку є: створення дрібногрудкуватої структури ґрунту; забезпечення щільного ложа для насіння; вирівнювання поверхні поля; збереження вологи у верхньому шарі ґрунту.

Для виконання цих операцій використовують культиватори з боронами та котками, які забезпечують одночасне розпушення, вирівнювання і часткове ущільнення ґрунту.

З точки зору механізації, важливим є узгодження параметрів обробітку ґрунту з характеристиками посівної техніки. Зокрема, глибина передпосівного обробітку повинна забезпечувати стабільну роботу сошників на заданій глибині загортання насіння.

Нерівномірність обробітку ґрунту призводить до коливань глибини ходу сошника, що, у свою чергу, викликає нерівномірне загортання насіння. Крім того, великі грудки ґрунту або наявність рослинних решток можуть порушувати формування борозни і впливати на траєкторію руху насіння після виходу з висівного апарата.

Особливо важливим є стан поверхні поля перед сівбою. Вирівняна поверхня забезпечує рівномірне заглиблення сошників, зменшує динамічні навантаження на робочі органи і сприяє стабільній роботі посівного агрегату.

У випадку використання зернової сівалки СЗ-3,6, яка обладнана дводисковими сошниками, якість підготовки ґрунту має безпосередній вплив на ефективність їх роботи. Дводискові сошники добре працюють на підготовленому ґрунті з помірною кількістю рослинних решток, однак при наявності нерівностей або ущільнених ділянок можливе порушення стабільності формування борозни.

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

В таких умовах важливу роль відіграє не лише якість обробітку ґрунту, але й конструкція сошника, зокрема елементи, які відповідають за направлення насіння. Навіть при неідеальній підготовці ґрунту удосконалена конструкція напрямника насіння може частково компенсувати негативний вплив зовнішніх факторів і забезпечити більш рівномірне укладання насіння.

Таким чином, система обробітку ґрунту повинна забезпечувати оптимальні умови для роботи посівної техніки, а удосконалення конструкції дводискового сошника є важливим доповненням, яке дозволяє підвищити якість сівби озимого жита навіть при змінних польових умовах.

2.5. Підготовка насіння до сівби і сівба.

Підготовка насіння та проведення сівби є визначальними етапами технології вирощування озимого жита, оскільки саме на цьому етапі формуються основні параметри майбутнього врожаю. Якість виконання цих операцій безпосередньо впливає на польову схожість, рівномірність розвитку рослин та їх продуктивність.

Підготовка насіння озимого жита включає комплекс заходів, спрямованих на підвищення його посівних якостей і захист від хвороб та шкідників. До основних операцій підготовки насіння належать: очищення насіння від домішок; калібрування за розміром і масою; протруювання насіння.

Очищення і калібрування забезпечують видалення дрібного, пошкодженого та некондиційного насіння, що сприяє підвищенню енергії проростання і вирівнюванню сходів. Вирівняне за розміром насіння рівномірніше висівається висівними апаратами, що позитивно впливає на точність норми висіву. Протруювання насіння є обов'язковим заходом, який забезпечує захист рослин на початкових етапах розвитку. Воно дозволяє запобігти ураженню насіння та проростків ґрунтовими інфекціями, що особливо важливо при несприятливих погодних умовах.

Сівба є однією з найбільш відповідальних технологічних операцій, яка визначає просторове розміщення рослин, їх густоту стояння та умови розвитку.

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

Основними агротехнічними вимогами до сівби є: дотримання оптимальних строків; забезпечення заданої норми висіву; рівномірний розподіл насіння по площі; витримування заданої глибини загортання; створення належного контакту насіння з ґрунтом.

Для умов даної роботи приймається площа сівби 100 га, а норма висіву становить 5,0 млн схожих зерен на гектар, що відповідає середнім рекомендаціям для озимого жита. Це забезпечує формування оптимальної густоти стояння рослин з урахуванням коефіцієнта куціння.

Глибина загортання насіння приймається в межах 3–4 см, що є оптимальним для більшості ґрунтово-кліматичних умов. Дотримання цієї глибини забезпечує: своєчасне і дружне проростання насіння; формування вузла куціння на оптимальній глибині; рівномірний розвиток рослин.

Для виконання сівби використовується зернова сівалка СЗ-3,6, яка агрегується з трактором відповідного тягового класу. Дана сівалка оснащена дводисковими сошниками, які забезпечують формування борозни і укладання насіння в ґрунт.

Принцип роботи дводискового сошника полягає у розрізанні ґрунту двома дисками, встановленими під кутом один до одного, що дозволяє формувати V-подібну борозну. Насіння з висівного апарата через насіннепровід надходить у зону борозни, після чого загортається ґрунтом.

Разом з тим, аналіз роботи стандартних дводискових сошників показує, що процес укладання насіння в борозну має ряд недоліків. Після виходу з насіннепроводу насіння рухається під дією сили тяжіння та інерційних сил, що призводить до: відхилення від центральної осі борозни; відскоку від стінок борозни; нерівномірного розміщення по глибині. Ці явища особливо проявляються при збільшенні швидкості руху агрегату, на нерівній поверхні поля або при наявності рослинних решток. У результаті формується неоднорідна глибина загортання насіння, що призводить до нерівномірних сходів.

Крім того, частина насіння може потрапляти на бокові поверхні борозни або залишатися у верхньому шарі ґрунту, що негативно впливає на умови

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

проростання. Це знижує ефективність використання посівного матеріалу та погіршує структуру посівів.

З точки зору механізації, зазначені недоліки обумовлені недосконалістю конструкції елементів, які забезпечують направлення насіння після виходу з насіннепроводу. У стандартних конструкціях сошників напрямок руху насіння практично не контролюється, що і призводить до його хаотичного розміщення.

У зв'язку з цим важливим напрямком удосконалення посівної техніки є покращення процесу направлення насіння в борозну. Одним із ефективних рішень є зміна геометричної форми напрямника насіння, що дозволяє: стабілізувати траєкторію руху насіння; зменшити його розсіювання; забезпечити укладання у нижню частину борозни. Це створює більш сприятливі умови для контакту насіння з ґрунтом, підвищує рівномірність глибини загортання і сприяє отриманню дружних сходів.

Таким чином, аналіз процесу сівби озимого жита показує, що поряд із дотриманням агротехнічних вимог значну роль відіграє конструкція робочих органів сівалки. Удосконалення дводискового сошника, зокрема напрямника насіння, є ефективним способом підвищення якості виконання технологічної операції сівби.

2.6. Догляд за посівами та збирання врожаю.

Догляд за посівами озимого жита є важливим етапом технології вирощування, спрямованим на забезпечення оптимальних умов для росту і розвитку рослин, збереження їх продуктивності та формування високого врожаю. Комплекс заходів догляду включає боротьбу з бур'янами, шкідниками і хворобами, підживлення рослин, а також регулювання їх росту.

Однією з основних операцій догляду за посівами є ранньовесняне боронування, яке проводиться з метою руйнування ґрунтової кірки, зменшення випаровування вологи та знищення проростків бур'янів. Для виконання цієї операції застосовують легкі або середні борони, які працюють на незначній глибині і не пошкоджують рослини.

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

Важливим заходом є підживлення озимого жита азотними добривами у весняний період. Воно забезпечує інтенсивний ріст рослин, підвищує продуктивність стеблостою та сприяє формуванню повноцінного колоса. Внесення добрив здійснюється розкидачами мінеральних добрив у складі машинно-тракторних агрегатів.

Для захисту посівів від бур'янів, шкідників і хвороб застосовують обприскування пестицидами. Дана операція виконується обприскувачами, які забезпечують рівномірне нанесення робочого розчину на рослини. Якість обприскування залежить від правильного вибору режимів роботи агрегату, рівномірності руху та погодних умов.

З точки зору механізації, догляд за посівами вимагає мінімального пошкодження рослин і ущільнення ґрунту. Тому важливим є використання агрегатів із відповідною шириною захвату та дотримання технологічних колій.

Збирання врожаю озимого жита проводиться, як правило, прямим комбайнуванням у фазі повної стиглості зерна. Основними вимогами до збирання є: мінімальні втрати зерна; забезпечення чистоти продукції; своєчасність виконання робіт.

Для збирання застосовують зернозбиральні комбайни, які забезпечують зрізання, обмолот, сепарацію і очищення зерна. Важливим є правильне налаштування робочих органів комбайна відповідно до стану посівів і вологості зерна. Транспортні операції включають перевезення зерна від комбайнів до місць зберігання або первинної обробки. Вони виконуються автомобільним або тракторним транспортом і повинні бути організовані таким чином, щоб забезпечити безперервність процесу збирання.

Аналіз технологічних операцій догляду за посівами та збирання врожаю свідчить про те, що їх ефективність значною мірою залежить від стану посівів, сформованих на початкових етапах розвитку культури. Рівномірні та дружні сходи забезпечують однорідність стеблостою, що полегшує виконання механізованих операцій і зменшує втрати врожаю. Саме тому якість виконання операції сівби має визначальне значення для всієї технології вирощування

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

озимого жита. Недоліки, допущені на цьому етапі, практично неможливо компенсувати на наступних стадіях.

Таким чином, удосконалення конструкції дводискового сошника зернової сівалки, спрямоване на покращення укладання насіння в борозну, є важливим резервом підвищення ефективності не лише процесу сівби, але й усієї технології вирощування озимого жита.

2.7. Висновки по розділу.

У результаті проведеного аналізу типової технології вирощування озимого жита встановлено, що ефективність виробництва даної культури значною мірою залежить від якості виконання комплексу технологічних операцій, починаючи з підготовки ґрунту і завершуючи збиранням врожаю.

Встановлено, що озиме жито характеризується високою адаптивністю до різних ґрунтово-кліматичних умов, однак для реалізації його потенціалу врожайності необхідно забезпечити оптимальні умови проростання та розвитку рослин, зокрема рівномірність глибини загортання насіння та належний контакт його з ґрунтом.

Аналіз місця культури в сівозміні показав, що найбільш сприятливими попередниками є зернобобові культури, які забезпечують покращення агрофізичних властивостей ґрунту, зниження забур'яненості та створюють передумови для якісного виконання механізованих операцій.

Встановлено, що система удобрення повинна бути збалансованою та враховувати біологічні особливості культури, забезпечуючи необхідний рівень живлення рослин на всіх етапах їх розвитку. При цьому ефективність використання добрив безпосередньо залежить від рівномірності розвитку рослин, що формується під час сівби.

Аналіз системи обробітку ґрунту показав, що якість підготовки посівного ложа суттєво впливає на роботу посівних агрегатів, зокрема на стабільність глибини ходу сошників і формування борозни. Нерівномірність обробітку призводить до погіршення якості сівби та зниження польової схожості.

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

Найбільш відповідальною технологічною операцією визначено сівбу, під час якої формуються основні параметри посіву. Встановлено, що при використанні зернової сівалки СЗ-3,6 з дводисковими сошниками існує проблема нерівномірного укладання насіння в борозну, що зумовлено неконтрольованим рухом насіння після виходу з насіннепроводу.

Доведено, що недосконалість конструкції напрямника насіння призводить до відхилення траєкторії руху насіння, його відскоку від стінок борозни та нерівномірного розміщення по глибині, що негативно впливає на дружність сходів і подальший розвиток рослин.

Встановлено, що навіть при якісній підготовці ґрунту і дотриманні агротехнічних вимог існуючі конструкції сошників не забезпечують необхідної точності укладання насіння, особливо при підвищених швидкостях руху агрегату та змінних польових умовах.

Таким чином, підвищення ефективності технології вирощування озимого жита доцільно здійснювати шляхом удосконалення конструкції робочих органів посівних машин, зокрема дводискового сошника зернової сівалки, що забезпечить покращення процесу направлення насіння в борозну та підвищення якості сівби.

Отримані результати аналізу є підставою для розробки операційної технології сівби та виконання інженерного удосконалення дводискового сошника у наступних розділах роботи.

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

3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ СІВБИ ОЗИМОГО ЖИТА

3.1. Загальна характеристика операції сівби.

Сівба озимого жита є однією з найбільш відповідальних технологічних операцій у системі його вирощування, оскільки саме на цьому етапі закладаються основи майбутньої продуктивності посіву. Від якості виконання сівби залежать польова схожість насіння, рівномірність появи сходів, інтенсивність осіннього куціння, перезимівля рослин і, в кінцевому підсумку, рівень урожайності культури.

На відміну від багатьох інших технологічних операцій, недоліки, допущені під час сівби, практично неможливо повністю компенсувати на наступних етапах вирощування. Якщо насіння розміщене на різній глибині, нерівномірно розподілене по площі або має недостатній контакт із ґрунтом, це зумовлює неоднакові строки проростання, різний темп росту рослин та формування нерівномірного стеблостою. Такий посів менш ефективно використовує вологу, поживні речовини і сонячну енергію, що негативно впливає на врожай.

Для озимого жита операція сівби має особливе значення ще й тому, що дана культура повинна увійти в зиму добре розвиненою, із сформованим вузлом куціння та достатнім запасом пластичних речовин. Це можливо лише за умови своєчасної сівби, правильно вибраної норми висіву, стабільної глибини загортання насіння і якісного формування посівного ложа. Отже, сівба озимого жита є не просто процесом внесення насіння в ґрунт, а складною технологічною операцією, яка вимагає чіткого узгодження агротехнічних, конструктивних та експлуатаційних параметрів.

До основних агротехнічних вимог, що ставляться до сівби озимого жита, належать: проведення операції в оптимальні календарні строки; забезпечення встановленої норми висіву; рівномірний розподіл насіння по ширині захвату сівалки; загортання насіння на однакову глибину; створення належного контакту насіння з ґрунтом; недопущення механічного пошкодження насіння під час висіву; забезпечення прямолінійності рядків і стабільності міжрядь.

					МВЖ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Виконання цих вимог безпосередньо залежить від технічного стану посівного агрегату, правильності його налагодження та відповідності конструкції робочих органів умовам роботи.

Операція сівби включає не лише безпосереднє висівання насіння, а й комплекс підготовчих та супровідних дій. До них належать: підготовка насіння, налагодження сівалки на задану норму висіву, регулювання глибини ходу сошників, встановлення робочої швидкості руху агрегату, контроль рівномірності висіву, а також організація підвезення посівного матеріалу до місця роботи. Таким чином, сівба повинна розглядатися як технологічна система, ефективність якої визначається узгодженістю всіх її елементів.

Одним із головних робочих органів, що визначають якість сівби, є сошник. Саме він формує борозну, забезпечує подачу насіння у ґрунт і значною мірою впливає на фактичну глибину його загортання. У зерновій сівалці СЗ-3,6 застосовуються дводискові сошники, які мають певні переваги, зокрема здатність працювати на різних типах ґрунтів та розрізати верхній шар ґрунту з рослинними рештками. Разом з тим експлуатаційний досвід показує, що стандартна конструкція таких сошників не завжди забезпечує достатню точність укладання насіння в нижню частину борозни.

Після виходу з насіннепроводу насіння потрапляє у зону дії сошника і далі переміщується під дією сили тяжіння, швидкості руху агрегату, коливань сошника і взаємодії з ґрунтом. Якщо напрямок цього руху не є стабілізованим, насіння може відхилятися від центру борозни, вдарятися об її стінки або розміщуватися на різній глибині. Такі явища особливо небажані при роботі на вищих швидкостях або на недостатньо вирівняному полі.

У результаті виникає неоднорідність посіву, яка проявляється у зрідженні або, навпаки, локальному загущенні посівів, нерівномірності сходів і різній інтенсивності розвитку рослин. Тому при загальній оцінці операції сівби необхідно враховувати не лише продуктивність машинно-тракторного агрегату, а й здатність його робочих органів забезпечувати точне виконання агротехнічних вимог.

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

Важливо також зазначити, що сучасні вимоги до механізованих технологій рослинництва передбачають підвищення ефективності роботи техніки без істотного зростання енерговитрат і ускладнення конструкції машин. Саме тому вдосконалення окремих робочих органів, зокрема сошників, є одним із найбільш доцільних шляхів покращення якості технологічного процесу. У випадку зернових сівалок це дозволяє підвищити точність укладання насіння в ґрунт без необхідності кардинальної заміни всієї машини.

Отже, сівба озимого жита є складною та відповідальною операцією, успішне виконання якої визначається сукупністю агротехнічних, технічних та організаційних чинників. Серед них особливе значення має якість роботи сошників сівалки, оскільки саме вони безпосередньо формують умови для проростання насіння. Це обумовлює доцільність детального аналізу складу посівного агрегату, параметрів його роботи та конструктивних особливостей дводискового сошника.

3.2. Обґрунтування складу машинно-тракторного агрегату.

Ефективність виконання операції сівби озимого жита значною мірою визначається правильним вибором машинно-тракторного агрегату (МТА), який повинен забезпечувати не лише необхідну продуктивність, а й високу якість виконання технологічного процесу. Обґрунтування складу агрегату здійснюється з урахуванням площі сівби, агротехнічних строків, фізико-механічних властивостей ґрунту, а також технічних характеристик машин.

Для умов даної кваліфікаційної роботи прийнято, що сівба озимого жита виконується на площі 100 га. З урахуванням оптимальних строків проведення сівби, які зазвичай становлять 7–10 днів, необхідно забезпечити таку продуктивність агрегату, яка дозволить виконати роботи без порушення агротехнічних вимог.

Вибір складу МТА починається з визначення типу та параметрів сільськогосподарської машини, яка безпосередньо виконує технологічну операцію. Для сівби озимого жита в роботі прийнято використання зернової

					МВЖ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

сівалки СЗ-3,6, яка є широко розповсюдженою в господарствах України і добре адаптована до різних умов експлуатації.

Сівалка СЗ-3,6 має ширину захвату 3,6 м і оснащена дводисковими сошниками, що дозволяє виконувати сівбу на полях із різним рівнем підготовки ґрунту, у тому числі при наявності рослинних решток. Конструкція сівалки забезпечує достатню точність висіву та можливість регулювання норми висіву і глибини загортання насіння.

Для агрегування з сівалкою СЗ-3,6 доцільно використовувати трактор тягового класу 1,4, зокрема ПМЗ-80-40, який має номінальну потужність близько 80 к.с. і забезпечує стабільну роботу з даним типом машини.

Вибір трактора ПМЗ-80-40 обумовлений рядом факторів: відповідністю його тягових характеристик вимогам сівалки; універсальністю застосування; широким розповсюдженням у сільськогосподарських підприємствах; відносно невисокими витратами на експлуатацію та обслуговування.

При роботі з сівалкою СЗ-3,6 трактор забезпечує достатню тягову потужність для підтримання стабільної робочої швидкості в межах 6–8 км/год, що відповідає агротехнічним вимогам до сівби озимого жита.

Таким чином, до складу машинно-тракторного агрегату входять: трактор ПМЗ-80-40; зернова сівалка СЗ-3,6.

Важливим аспектом є вибір раціональної робочої швидкості руху агрегату. З одного боку, збільшення швидкості дозволяє підвищити продуктивність, а з іншого – може негативно впливати на якість сівби. Для даного агрегату оптимальною є швидкість 6–8 км/год. У подальших розрахунках приймається середнє значення 7 км/год, що забезпечує компроміс між продуктивністю та якістю виконання операції.

Слід зазначити, що при підвищенні швидкості руху агрегату зростає динамічне навантаження на робочі органи сівалки, зокрема на сошники. Це може призводити до коливань глибини їх ходу та погіршення точності укладання насіння. Особливо це стосується процесу руху насіння після виходу з насіннепроводу, який при високих швидкостях стає менш контрольованим.

					МВЖ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Таким чином, при обґрунтуванні складу МТА необхідно враховувати не лише тягово-потужнісні характеристики, але й вплив режимів роботи на якість технологічного процесу. У цьому контексті важливим є забезпечення стабільної роботи сошників і контрольованого руху насіння в зоні формування борозни.

Окрім основних елементів агрегату, до складу технологічного процесу входять допоміжні засоби, які забезпечують його безперервність. До них належать транспортні засоби для підвезення насіння, а також обладнання для завантаження сівалки. Раціональна організація цих процесів дозволяє зменшити простої агрегату та підвищити ефективність використання робочого часу.

Аналіз показує, що обраний склад машинно-тракторного агрегату є технічно обґрунтованим і забезпечує виконання операції сівби в заданих умовах. Разом з тим, навіть при оптимальному виборі агрегату існують обмеження, пов'язані з конструктивними особливостями сівалки, зокрема дводискових сошників, які не завжди забезпечують необхідну точність укладання насіння.

Отже, поряд із правильним підбором машин і режимів їх роботи, важливим напрямком підвищення ефективності сівби є вдосконалення конструкції робочих органів, що дозволить покращити якість виконання технологічного процесу без зміни складу агрегату.

3.3. Технологічні параметри виконання операції.

Технологічні параметри виконання операції сівби озимого жита визначаються біологічними особливостями культури, агротехнічними вимогами та технічними можливостями посівного агрегату. Правильний вибір і дотримання цих параметрів забезпечують формування рівномірних сходів і створюють оптимальні умови для розвитку рослин.

Одним із основних параметрів є норма висіву, яка визначає густоту стояння рослин і впливає на їх продуктивність. Для умов даної роботи приймається норма висіву 5,0 млн схожих зерен на гектар, що відповідає середнім рекомендаціям для озимого жита при вирощуванні за інтенсивною технологією.

					МВЖ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Для практичного використання норму висіву доцільно перевести у вагову форму. За середньої маси 1000 зерен озимого жита 35–40 г, приймаємо: маса 1000 зерен – 38 г, кількість зерен – 5,0 млн шт./га.

Тоді норма висіву

$$Q = \frac{5,0 \cdot 38}{1000} = 190 \text{ кг/га.}$$

Отримане значення відповідає практичним нормам висіву і забезпечує формування оптимального стеблостою.

Наступним важливим параметром є глибина загортання насіння, яка для озимого жита становить 3–4 см. Вибір глибини залежить від типу ґрунту та його вологості. На легких ґрунтах допускається дещо більша глибина, тоді як на важких – менша. У даній роботі приймається середнє значення 3,5 см.

Дотримання стабільної глибини загортання має вирішальне значення, оскільки від цього залежить: рівномірність появи сходів; формування вузла кущіння; зимостійкість рослин.

Важливим технологічним параметром є ширина міжрядь, яка для зернових сівалок типу СЗ-3,6 становить 15 см. Така ширина забезпечує оптимальне розміщення рослин і сприяє ефективному використанню площі живлення.

Робоча швидкість руху агрегату є компромісним параметром між продуктивністю і якістю сівби. Для агрегату у складі трактора ПМЗ-80-40 і сівалки СЗ-3,6 вона становить 6–8 км/год. У розрахунках приймається значення 7 км/год.

При збільшенні швидкості підвищується продуктивність агрегату, однак одночасно погіршується якість укладання насіння, оскільки: зростає інерційність руху насіння; збільшується ймовірність його відскоку; погіршується стабільність роботи сошників.

Тому обрана швидкість повинна забезпечувати стійкий рух агрегату без значного погіршення якості сівби.

Важливим показником є також рівномірність висіву, яка визначається роботою висівного апарата і стабільністю подачі насіння. Для її забезпечення

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

необхідно: правильно відрегулювати висівні катушки; забезпечити однакову подачу насіння у всі сошники; виключити засмічення насіннєпроводів.

Окрему увагу слід приділити процесу укладання насіння в борозну, який безпосередньо залежить від конструкції сошника. Навіть при правильному виборі норми висіву і глибини загортання, нерівномірне укладання насіння призводить до відхилень у фактичних параметрах посіву.

У стандартній конструкції дводискового сошника напрям руху насіння після виходу з насіннєпроводу не контролюється, що призводить до його хаотичного розміщення. Це негативно впливає на реалізацію заданих технологічних параметрів.

Таким чином, технологічні параметри сівби повинні розглядатися у взаємозв'язку з конструкцією робочих органів сівалки. Забезпечення їх стабільності є важливим резервом підвищення якості посіву і ефективності вирощування озимого жита.

3.4. Розрахунок продуктивності машинно-тракторного агрегату.

Продуктивність машинно-тракторного агрегату є одним із основних техніко-економічних показників, який характеризує ефективність виконання технологічної операції. Від її величини залежить тривалість проведення робіт, потреба в техніці та трудових ресурсах, а також дотримання агротехнічних строків сівби.

При розрахунку продуктивності необхідно враховувати не лише конструктивні параметри агрегату, але й реальні умови його роботи, зокрема втрати часу на повороти, заправку, регулювання та інші допоміжні операції.

Теоретична годинна продуктивність визначається виходячи з ширини захвату агрегату та швидкості його руху. Однак у реальних умовах вона зменшується через неповне використання робочого часу. Тому для розрахунку використовується коефіцієнт використання часу зміни.

З урахуванням цього годинна продуктивність визначається за формулою

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

$$W = \frac{B \cdot V \cdot \tau}{10}, \quad (3.1)$$

де B – ширина захвату агрегату, м;

V – робоча швидкість, км/год;

τ – коефіцієнт використання часу зміни.

Для умов даної роботи приймаємо: ширина захвату – $B = 3,6$ м; швидкість руху – $V = 7$ км/год; коефіцієнт використання часу – $\tau = 0,75$.

Підставляючи значення, отримаємо

$$W = \frac{3,6 \cdot 7 \cdot 0,75}{10} = 1,89 \text{ га/год.}$$

Отримане значення характеризує фактичну продуктивність агрегату з урахуванням експлуатаційних втрат часу.

Змінна продуктивність визначає площу, яку агрегат може обробити за одну робочу зміну, і є більш практичним показником для планування робіт.

Вона визначається за формулою

$$W_{\text{зм}} = W \cdot T_{\text{зм}}, \quad (3.2)$$

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

Для польових механізованих робіт приймається тривалість зміни 7 год.
Тоді

$$W_{\text{зм}} = 1,89 \cdot 7 = 13,23 \text{ га/зміну.}$$

Таким чином, за одну зміну агрегат у складі трактора ПМЗ-80-40 і сівалки СЗ-3,6 може виконати сівбу на площі понад 13 га.

Отримані значення продуктивності свідчать про те, що обраний агрегат забезпечує достатню інтенсивність виконання технологічної операції. При цьому слід враховувати, що фактична продуктивність може змінюватися залежно від: рельєфу поля; довжини гону; рівня підготовки ґрунту; організації роботи (підвезення насіння, заправка); технічного стану агрегату.

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

Особливо важливим є вплив робочої швидкості на продуктивність. Як видно з формули, продуктивність прямо пропорційна швидкості руху агрегату. Однак збільшення швидкості має обмеження, пов'язані з якістю виконання сівби.

При підвищенні швидкості: збільшується нерівномірність глибини загортання; погіршується стабільність роботи сошників; зростає хаотичність руху насіння у борозні.

Тому при виборі режиму роботи необхідно враховувати компроміс між продуктивністю і якістю виконання операції.

Проведений розрахунок показав, що машинно-тракторний агрегат у складі трактора ПМЗ-80-40 та сівалки СЗ-3,6 має годинну продуктивність 1,89 га/год і змінну продуктивність 13,23 га/зміну, що відповідає вимогам до виконання сівби озимого жита на заданій площі.

Разом з тим встановлено, що подальше підвищення продуктивності за рахунок збільшення швидкості обмежується погіршенням якості сівби. Це обумовлює необхідність удосконалення робочих органів сівалки, зокрема сошника, що дозволить підвищити якість укладання насіння без зниження продуктивності агрегату.

3.5. Розрахунок тривалості виконання робіт.

Тривалість виконання операції сівби є важливим організаційно-технологічним показником, який визначає можливість виконання робіт у встановлені агротехнічні строки. Для озимого жита це має особливе значення, оскільки запізнення із сівбою призводить до недостатнього розвитку рослин восени, зниження їх зимостійкості та, як наслідок, зменшення врожайності.

Для визначення тривалості виконання робіт необхідно врахувати обсяг робіт і змінну продуктивність агрегату.

Вихідні дані: площа сівби – $\Omega=100$ га, змінна продуктивність агрегату – $W_{зм}=13,23$ га/зміну.

Визначення кількості змін. Кількість нормо-змін, необхідних для виконання всього обсягу робіт, визначається за формулою

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

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

Підставляючи значення, отримаємо

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

Оскільки виконання робіт повинно здійснюватися цілими змінами, приймаємо

$$N_{зм} = 8 \text{ змін.}$$

Визначення тривалості робіт у днях. При організації роботи в одну зміну на добу тривалість виконання операції становитиме $D = 8$ днів. Отримане значення відповідає агротехнічним вимогам, оскільки оптимальні строки сівби озимого жита, як правило, складають 7–10 днів.

Оцінка відповідності агротехнічним строкам. Для перевірки відповідності умов виконання робіт агротехнічним вимогам необхідно порівняти фактичну тривалість сівби з допустимими строками її проведення.

Приймаємо агротехнічний строк $D_{тр} = 10$ днів.

Тоді коефіцієнт забезпеченості строків виконання робіт становить

$$K = \frac{D}{D_{тр}}. \quad (3.4)$$

$$K = \frac{8}{10} = 0,8.$$

Оскільки значення коефіцієнта менше одиниці, це означає, що роботи можуть бути виконані у встановлені строки з певним резервом часу.

Визначення потреби в кількості агрегатів. Кількість агрегатів визначається за формулою:

$$n = \frac{\Omega}{W_{зм} \cdot D_{тр}}. \quad (3.5)$$

Підставляємо значення

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

$$n = \frac{100}{13,23 \cdot 10} \approx 0,75.$$

Приймаємо – $n=1$ агрегат.

Результати розрахунків показують, що один машинно-тракторний агрегат у складі трактора ПМЗ-80-40 і сівалки СЗ-3,6 забезпечує виконання сівби на площі 100 га протягом 8 днів, що відповідає агротехнічним вимогам.

Разом з тим слід враховувати, що фактична тривалість робіт може змінюватися під впливом ряду факторів: погодних умов; технічних простоїв; організації підвезення насіння; рельєфу поля та довжини гону.

Особливо важливим є вплив організаційних факторів. Неефективна організація підвезення насіння або несвоєчасна заправка сівалки можуть призводити до простоїв агрегату і збільшення тривалості виконання робіт.

Крім того, при роботі на підвищених швидкостях з метою скорочення строків сівби може погіршуватися якість укладання насіння, що негативно впливає на кінцевий результат.

Проведений розрахунок показав, що для виконання сівби озимого жита на площі 100 га достатньо одного машинно-тракторного агрегату, який забезпечує завершення робіт протягом 8 днів, що відповідає агротехнічним строкам.

Разом з тим встановлено, що підвищення ефективності виконання робіт повинно здійснюватися не лише за рахунок збільшення продуктивності агрегату, але й шляхом покращення організації процесу і підвищення якості сівби.

Це ще раз підтверджує доцільність удосконалення конструкції сошника, що дозволить забезпечити високу якість укладання насіння навіть при інтенсивному режимі роботи агрегату.

3.6. Організація виконання робіт.

Рациональна організація виконання операції сівби є важливим фактором підвищення ефективності використання машинно-тракторного агрегату та забезпечення високої якості технологічного процесу. Навіть при правильно підбраному складі агрегату і обґрунтованих технологічних параметрах, недоліки

					МВЖ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

в організації робіт можуть призвести до значних втрат робочого часу, перевитрат палива та зниження якості сівби.

Організація виконання робіт передбачає вирішення таких основних питань: вибір способу руху агрегату по полю; розбиття поля на загінки; визначення ширини поворотних смуг; організація підвезення насіння та заправки сівалки; забезпечення безперервності роботи агрегату; дотримання технологічних колій.

Вибір способу руху агрегату. Для виконання сівби озимого жита найбільш доцільним є човниковий (загінковий) спосіб руху агрегату, при якому робота виконується прямолінійними проходами вздовж довгої сторони поля з розворотом на поворотних смугах.

Перевагами такого способу є – зменшення непродуктивних витрат часу на повороти; забезпечення рівномірного завантаження агрегату; підвищення якості сівби за рахунок стабільного режиму руху; спрощення контролю за прямолінійністю рядків.

Рух агрегату повинен здійснюватися по можливості вздовж довшої сторони поля, що дозволяє зменшити кількість поворотів і підвищити коефіцієнт використання часу зміни.

Розбиття поля на загінки. Для ефективної організації робіт поле розбивається на окремі загінки, розміри яких повинні відповідати параметрам агрегату та умовам поля.

Ширина загінки визначається з урахуванням: ширини захвату агрегату; довжини гону; конфігурації поля. При ширині захвату сівалки 3,6 м ширина загінки повинна бути кратною цьому значенню, що дозволяє уникнути перекриттів або пропусків.

Довжина гону по можливості приймається максимальною, оскільки це зменшує втрати часу на повороти і підвищує продуктивність агрегату.

Поворотні смуги. Для виконання розворотів агрегату на краях поля передбачаються поворотні смуги. Їх ширина залежить від габаритів агрегату і радіуса повороту трактора.

Для агрегату у складі трактора ПМЗ-80-40 і сівалки СЗ-3,6 ширина поворотної смуги приймається в межах 8–12 м. У даній роботі доцільно прийняти – $b=10$ м. Поворотні смуги обробляються після завершення основної частини сівби, що дозволяє уникнути ущільнення ґрунту в зоні робочих проходів.

Організація підвезення насіння. Безперебійна робота агрегату значною мірою залежить від своєчасного підвезення насіння. Для цього необхідно використовувати транспортні засоби, які забезпечують доставку насіння без затримок. Основними вимогами до організації підвезення є – узгодження продуктивності транспорту з продуктивністю сівалки; мінімізація часу на завантаження; розміщення пунктів заправки поблизу робочої зони. Заправка сівалки повинна здійснюватися безпосередньо в полі або на краю загінки, щоб зменшити непродуктивні переїзди.

Технологічні колії. Для забезпечення якісного виконання наступних технологічних операцій (внесення добрив, обприскування) необхідно формувати технологічні колії. Технологічні колії – це спеціально залишені смуги без висіву або зі зменшеною нормою висіву, по яких у подальшому рухається техніка. Їх використання дозволяє: зменшити пошкодження рослин; підвищити точність виконання наступних операцій; знизити ущільнення ґрунту.

Вплив організації робіт на якість сівби. Організація виконання робіт має безпосередній вплив не лише на продуктивність, але й на якість сівби. Порушення прямолінійності руху агрегату, часті зупинки або різкі зміни швидкості призводять до: нерівномірного висіву насіння; коливань глибини загортання; нестабільної роботи сошників.

Особливо це важливо для дводискових сошників, робота яких значною мірою залежить від стабільності руху агрегату. При нерівномірному русі змінюється положення сошника відносно поверхні ґрунту, що призводить до порушення формування борозни і укладання насіння. Крім того, при різких прискореннях або гальмуваннях змінюється траєкторія руху насіння після виходу з насіннепроводу, що ще більше погіршує рівномірність його розміщення.

					МВЖ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Раціональна організація виконання робіт забезпечує ефективне використання машинно-тракторного агрегату, зменшення втрат робочого часу та підвищення якості сівби.

Встановлено, що для умов даної роботи доцільно застосовувати човниковий спосіб руху агрегату з розбиттям поля на загінки, використанням поворотних смуг і організацією безперервного підвезення насіння.

Разом з тим, навіть при правильно організованому процесі сівби якість укладання насіння значною мірою залежить від конструкції сошника. Це підтверджує необхідність його удосконалення з метою забезпечення стабільного і рівномірного розміщення насіння в борозні.

3.7. Аналіз якості виконання сівби.

Якість виконання операції сівби озимого жита є визначальним фактором формування рівномірних сходів і подальшого розвитку рослин. Навіть при дотриманні агротехнічних строків, правильному виборі норми висіву та організації робіт, кінцевий результат значною мірою залежить від точності укладання насіння в ґрунт.

Основними показниками якості сівби є – рівномірність розподілу насіння по площі; витримування заданої глибини загортання; прямолінійність рядків і сталість міжрядь; забезпечення щільного контакту насіння з ґрунтом; відсутність пропусків і перекриттів.

Аналіз виконання сівби агрегатом у складі трактора ПМЗ-80-40 і сівалки СЗ-3,6 показує, що більшість зазначених вимог можуть бути забезпечені за рахунок правильного налаштування техніки та дотримання режимів роботи. Однак найбільш проблемним етапом залишається процес укладання насіння у борозну.

Дводискові сошники, якими оснащена сівалка СЗ-3,6, формують V-подібну борозну і забезпечують подачу насіння в ґрунт. Проте після виходу з насіннепроводу рух насіння відбувається без жорсткого напрямлення, що призводить до його хаотичного переміщення.

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

У процесі аналізу встановлено, що насіння після виходу з насіннепроводу піддається дії кількох факторів: сили тяжіння; інерційних сил, пов'язаних зі швидкістю руху агрегату; коливань сошника; взаємодії з частинками ґрунту.

У результаті цього виникають такі негативні явища: відхилення насіння від осі борозни; відскок насіння від стінок борозни; нерівномірне розміщення по глибині; часткове залишення насіння у верхньому шарі ґрунту.

Ці явища особливо проявляються при підвищених швидкостях руху агрегату, на недостатньо вирівняних полях та при наявності рослинних решток.

Нерівномірність укладання насіння призводить до того, що частина зерен знаходиться на недостатній глибині, що спричиняє їх пересихання і зниження схожості, тоді як інша частина загортається надто глибоко, що затримує появу сходів. У результаті сходи з'являються нерівномірно, що негативно впливає на подальший розвиток рослин.

Особливо важливим є те, що навіть при стабільній глибині ходу сошника фактична глибина загортання насіння може суттєво відрізнитися через неконтрольований рух насіння в борозні. Це означає, що конструкція сошника повинна забезпечувати не лише формування борозни, але й кероване направлення насіння.

Додатковим фактором, що впливає на якість сівби, є нестабільність руху агрегату. Коливання швидкості, нерівності поверхні поля та динамічні навантаження призводять до зміни положення сошника відносно ґрунту, що ще більше ускладнює процес укладання насіння.

Таким чином, аналіз показує, що існуюча конструкція дводискового сошника не повною мірою забезпечує виконання агротехнічних вимог до сівби озимого жита, зокрема в частині рівномірності розміщення насіння по глибині.

Це обумовлює необхідність вдосконалення конструкції сошника, спрямованого на стабілізацію руху насіння після виходу з насіннепроводу і забезпечення його укладання у нижню частину борозни.

Проведений аналіз якості виконання сівби показав, що основним обмежуючим фактором є недосконалість процесу укладання насіння в борозну,

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

яка обумовлена відсутністю ефективного напрямлення насіння в конструкції дводискового сошника.

Встановлено, що нерівномірність розміщення насіння по глибині призводить до зниження польової схожості, неоднорідності сходів і зменшення врожайності культури. Отримані результати підтверджують доцільність удосконалення конструкції сошника, зокрема напрямника насіння, що дозволить підвищити якість сівби без зміни загальної структури машинно-тракторного агрегату.

3.8. Висновки по розділу.

У результаті розробки операційної технології сівби озимого жита встановлено, що для умов господарства з площею 100 га доцільно застосовувати машинно-тракторний агрегат у складі трактора ПМЗ-80-40 і зернової сівалки СЗ-3,6, який забезпечує виконання робіт у встановлені агротехнічні строки.

Проведені розрахунки показали, що змінна продуктивність агрегату становить 13,23 га/зміну, що дозволяє виконати сівбу протягом 8 днів і повністю укластися в допустимі строки проведення робіт. Встановлено, що ефективність виконання операції сівби залежить не лише від продуктивності агрегату, але й від правильної організації робіт, яка включає вибір раціонального способу руху, розбиття поля на загінки, забезпечення безперервного підвезення насіння та дотримання стабільних режимів роботи. Аналіз якості виконання сівби показав, що основним фактором, який обмежує ефективність технологічного процесу, є нерівномірність укладання насіння в борозну. Це зумовлено конструктивними особливостями дводискового сошника, в якому відсутнє ефективне напрямлення насіння після виходу з насіннєпроводу. Встановлено, що неконтрольований рух насіння призводить до відхилення його від осі борозни, нерівномірного розміщення по глибині та погіршення умов проростання, що негативно впливає на рівномірність сходів і врожайність культури.

Таким чином, підвищення якості виконання операції сівби доцільно здійснювати шляхом удосконалення конструкції дводискового сошника.

					МВЖ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

4.1 Аналіз існуючих конструкцій сошників зернових сіялок.

Сошник є основним робочим органом зернової сіялки, який забезпечує формування борозни, подачу насіння в ґрунт та створення умов для його загортання. Від конструкції сошника значною мірою залежить якість виконання операції сівби, зокрема рівномірність розміщення насіння по глибині та ширині рядка.

У сучасних зернових сіялках застосовуються різні типи сошників, які відрізняються за конструкцією, принципом дії та умовами використання. Основними з них є – анкерні (лапові) сошники; однодискові сошники; дводискові сошники; комбіновані сошники.

Анкерні (лапові) сошники. Анкерні сошники є одними з найпростіших за конструкцією і широко застосовувалися в традиційних зернових сіялках. Вони виконані у вигляді лапи, яка розпушує ґрунт і формує борозну, в яку подається насіння. Основними перевагами анкерних сошників є простота конструкції; невисока вартість; здатність працювати на легких і добре підготовлених ґрунтах.

Разом з тим, вони мають ряд суттєвих недоліків: значне порушення структури ґрунту; підвищений тяговий опір; забивання рослинними рештками; нерівномірне формування борозни.

У сучасних умовах їх застосування обмежене, особливо при мінімальному або нульовому обробітку ґрунту.

Однодискові сошники. Однодискові сошники виконані у вигляді одного диска, який встановлений під певним кутом до напрямку руху і забезпечує розрізання ґрунту та формування борозни. До їх переваг належать – менший тяговий опір порівняно з анкерними сошниками; краща робота на вологих ґрунтах; здатність працювати при наявності рослинних решток. Недоліками є асиметричність формування борозни; відхилення насіння від центру рядка; недостатня стабільність глибини загортання. Ці недоліки обмежують їх широке застосування в сучасних сіялках.

Дводискові сошники. Дводискові сошники є найбільш поширеними в зернових сівалках, зокрема в сівалці СЗ-3,6. Вони складаються з двох дисків, встановлених під кутом один до одного, які формують V-подібну борозну. Основними перевагами дводискових сошників є надійне розрізання ґрунту; можливість роботи на різних типах ґрунтів; менша чутливість до рослинних решток; стабільніше формування борозни порівняно з однодисковими сошниками.

Разом з тим, дводискові сошники мають і певні недоліки, які особливо проявляються при роботі на підвищених швидкостях: відсутність ефективного направлення насіння; нерівномірне укладання насіння по глибині; відскок насіння від стінок борозни; залежність якості роботи від стану ґрунту. Основною проблемою є те, що після виходу з насіннєпроводу насіння рухається без чітко визначеної траєкторії, що призводить до його хаотичного розміщення.

Комбіновані сошники. Комбіновані сошники поєднують у собі елементи різних конструкцій і можуть включати додаткові робочі органи, такі як прикочувальні котки або напрямники насіння.

Їх перевагами є покращене формування посівного ложа; більш точне укладання насіння; можливість одночасного виконання кількох операцій. Недоліками є складність конструкції; підвищена вартість; більші вимоги до обслуговування.

Порівняльний аналіз конструкцій. Порівняння різних типів сошників показує, що дводискові сошники є найбільш універсальними і широко застосовуються в сучасних умовах. Вони забезпечують прийнятний рівень якості сівби при відносно простій конструкції та надійності роботи.

Разом з тим, їх основним недоліком є недостатній контроль за рухом насіння в зоні борозни. Саме цей фактор обмежує можливість досягнення високої рівномірності розміщення насіння по глибині.

Аналіз показує, що покращення якості сівби доцільно здійснювати не шляхом кардинальної зміни типу сошника, а шляхом удосконалення його конструкції, зокрема елементів, що відповідають за направлення насіння.

					МВЖ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Проведений аналіз існуючих конструкцій сошників показав, що дводискові сошники є найбільш доцільними для використання в умовах сучасного виробництва, однак мають недоліки, пов'язані з нерівномірністю укладання насіння. Встановлено, що основною причиною зниження якості сівби є відсутність ефективного напрямлення насіння після виходу з насіннепроводу.

Це обумовлює необхідність удосконалення конструкції дводискового сошника, зокрема шляхом зміни геометричної форми напрямника насіння, що дозволить забезпечити більш точне його укладання на дно борозни.

4.2. Обґрунтування та опис удосконаленої конструкції дводискового сошника.

На основі проведеного аналізу існуючих конструкцій сошників встановлено, що найбільш доцільним є удосконалення дводискового сошника, який застосовується у зерновій сівалці СЗ-3,6. Такий підхід дозволяє підвищити якість виконання технологічного процесу сівби без суттєвого ускладнення конструкції машини та зміни її основних параметрів.

Обґрунтування необхідності удосконалення. Основним недоліком стандартного дводискового сошника є відсутність ефективного напрямлення насіння після його виходу з насіннепроводу. У результаті цього насіння рухається хаотично, що призводить до нерівномірного розміщення по глибині; відхилення від осі борозни; відскоку від стінок борозни; погіршення контакту насіння з ґрунтом. Ці недоліки особливо проявляються при підвищених швидкостях руху агрегату, а також при роботі на неоднорідних ґрунтах. У зв'язку з цим виникає необхідність створення конструкції, яка забезпечує керований рух насіння до моменту його укладання на дно борозни.

Сутність удосконалення. Запропоноване удосконалення полягає у зміні геометричної форми напрямника насіння, який встановлюється в зоні сходження дисків сошника. Основна ідея конструкції полягає в тому, що насіння після виходу з насіннепроводу потрапляє не у вільний простір борозни, а на спеціально сформовану поверхню напрямника, яка обмежує розсіювання насіння, стабілізує його траєкторію, забезпечує спрямований рух до нижньої частини борозни.

Таким чином, рух насіння переходить від хаотичного до керованого.

Опис конструкції сошника. Удосконалений дводисковий сошник складається з таких основних елементів: двох сферичних дисків, встановлених під кутом один до одного; стійки сошника, яка забезпечує його кріплення до рами сівалки; механізму притискання (пружинного вузла); насіннепроводу; напрямника насіння удосконаленої форми.

Диски сошника виконують функцію розрізання ґрунту і формування V-подібної борозни. Вони встановлені таким чином, щоб забезпечити мінімальний опір руху і стабільне заглиблення у ґрунт.

Насіннепровід подає насіння в зону формування борозни. У стандартній конструкції після цього насіння вільно падає вниз, однак у запропонованій конструкції його рух контролюється напрямником.

Направник насіння має спеціальну профільовану поверхню (жолобчасту або криволінійну), яка забезпечує плавне спрямування насіння до дна борозни. Його форма підбирається таким чином, щоб мінімізувати відскок насіння; забезпечити його рух уздовж заданої траєкторії; зменшити вплив випадкових факторів. Розміщення напрямника здійснюється безпосередньо в зоні сходження дисків, що дозволяє максимально ефективно використовувати сформовану борозну для укладання насіння.

Принцип роботи удосконаленого сошника. Під час руху агрегату диски сошника розрізають ґрунт і формують борозну. Насіння через насіннепровід подається в робочу зону і потрапляє на поверхню напрямника. Далі насіння рухається вздовж напрямника під дією сили тяжіння та інерційних сил, але вже по керованій траєкторії. Завдяки цьому воно: не відхиляється від осі борозни; не вдаряється об її стінки; рівномірно укладається на дно борозни. Після цього борозна закривається ґрунтом, що забезпечує необхідний контакт насіння з ґрунтом.

Переваги запропонованої конструкції. Удосконалений сошник має такі переваги порівняно зі стандартною конструкцією підвищення рівномірності загортання насіння по глибині; зменшення відхилення насіння від осі рядка;

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

покращення контакту насіння з ґрунтом; зниження впливу швидкості руху агрегату на якість сівби; підвищення польової схожості.

Важливою перевагою є те, що удосконалення не потребує суттєвих змін конструкції сівалки і може бути реалізоване шляхом модернізації існуючих сошників. Запропонована конструкція дводискового сошника забезпечує керований рух насіння в зоні формування борозни, що дозволяє підвищити рівномірність його укладання та покращити умови проростання.

Встановлено, що основним напрямком удосконалення є зміна геометричної форми напрямника насіння, що дозволяє усунути недоліки стандартної конструкції без ускладнення технологічного процесу.

4.3. Розрахунок сил, що діють на сошник.

Під час роботи дводискового сошника в ґрунті на нього діє система сил, від величини та співвідношення яких залежать стабільність ходу, глибина заглиблення, енергетичні витрати та якість виконання технологічного процесу. Тому для оцінки працездатності удосконаленої конструкції необхідно визначити основні силові фактори, що виникають у процесі сівби.

Загальна схема сил, що діють на сошник. У процесі руху сошника в ґрунті на нього діють такі основні сили: сила опору ґрунту руху сошника; вертикальна складова реакції ґрунту; горизонтальна складова реакції ґрунту; сила притискання сошника; вага сошника; сили тертя ґрунту по робочих поверхнях дисків; динамічні навантаження, пов'язані з нерівностями поверхні поля.

Найбільше практичне значення для розрахунку має тяговий опір сошника, оскільки саме він визначає енергетичні витрати на виконання операції та впливає на стійкість роботи агрегату.

Визначення тягового опору сошника. Тяговий опір сошника залежить від конструкції робочого органу, глибини ходу, фізико-механічних властивостей ґрунту та швидкості руху. Для інженерних розрахунків його доцільно визначати за питомим опором ґрунту. Загальний вираз для визначення сили опору має вигляд

$$R = k \cdot A, \quad (4.1)$$

де R – сила опору ґрунту, Н;

k – питомий опір ґрунту, Па;

A – площа поперечного перерізу шару ґрунту, що деформується робочим органом, м².

Для дводискового сошника площу деформованого шару можна орієнтовно визначити як добуток ширини борозни на глибину ходу сошника

$$A = b \cdot h, \quad (4.2)$$

де b – умовна ширина борозни, м;

h – глибина ходу сошника, м.

Для умов даної роботи приймаємо: глибина ходу сошника – $h=0,04$ м, умовна ширина борозни – $b=0,03$ м.

Тоді

$$A = 0,03 \cdot 0,04 = 0,0012 \text{ м}^2.$$

Питомий опір ґрунту для добре підготовленого посівного шару приймаємо

$$k = 0,09 \text{ МПа} = 90000 \text{ Па}.$$

Тоді сила опору одного сошника становитиме

$$R = 90000 \cdot 0,0012 = 108 \text{ Н}.$$

Отже, орієнтовний тяговий опір одного дводискового сошника становить

$$R = 108 \text{ Н}.$$

Сумарний опір сошників сівалки. Для сівалки СЗ-3,6 кількість сошників визначається за шириною захвату та міжряддям 0,15 м

$$n = \frac{3,6}{0,15} = 24.$$

Тоді сумарний опір усіх сошників дорівнює

$$R_{\Sigma} = R \cdot n, \quad (4.3)$$

$$R_{\Sigma} = 108 \cdot 24 = 2592 \text{ Н}.$$

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

або

$$R_{\Sigma} = 2,59 \text{ кН.}$$

Це значення характеризує лише опір сошникової групи. Загальний тяговий опір сівалки буде більшим, оскільки включає також опір ходових коліс, висівних апаратів, шлейфів та інших елементів.

Вертикальні сили, що діють на сошник. Для стабільного заглиблення сошника в ґрунт недостатньо лише його власної ваги. Необхідно, щоб на сошник діяла достатня вертикальна сила, яка забезпечує утримання його на заданій глибині.

У загальному вигляді умову стабільного заглиблення можна записати так

$$Q + P \geq R_v, \quad (4.4)$$

де Q – вага сошника, Н;

P – сила додаткового притискання, Н;

R_v – вертикальна складова реакції ґрунту, Н.

Вага одного сошника з елементами кріплення орієнтовно становить

$$Q = 45 \text{ Н.}$$

Вертикальну складову опору ґрунту для практичних розрахунків можна прийняти на рівні 0,35...0,45 від горизонтального опору. Приймаємо

$$R_v = 0,4R. \quad (4.5)$$

Тоді

$$R_v = 0,4 \cdot 108 = 43,2 \text{ Н.}$$

Звідси видно, що власна вага сошника вже близька до необхідного значення для заглиблення. Однак в реальних умовах, при наявності нерівностей поля та ущільнених ділянок, цього недостатньо. Саме тому конструкцією передбачається використання притискного механізму.

Оцінка навантаження на притискний механізм. Для забезпечення стабільної роботи сошника доцільно прийняти запас притискного зусилля. У

					МВЖ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

такому випадку необхідна сила притискання визначається з урахуванням коефіцієнта запасу

$$P = \varphi \cdot R_b - Q, \quad (4.6)$$

де φ – коефіцієнт запасу, приймаємо $\varphi = 1,3$.

Тоді

$$P = 1,3 \cdot 43,2 - 45 = 11,16 \text{ Н.}$$

Одержане значення є мінімально необхідним додатковим зусиллям. Для забезпечення надійної роботи в польових умовах доцільно приймати більше значення притискної сили, наприклад

$$P = 20 \dots 30 \text{ Н.}$$

Це дозволить компенсувати нерівномірність поверхні поля, зміни щільності ґрунту та динамічні коливання сошника.

Вплив удосконалення конструкції на силові параметри. Запропонована зміна геометрії напрямника насіння практично не призводить до істотного збільшення тягового опору сошника, оскільки напрямник розташований у внутрішній зоні борозни і не виконує функції активного руйнування ґрунту. Його основна роль полягає у стабілізації траєкторії руху насіння.

Таким чином, удосконалення конструкції: не потребує істотного збільшення тягового зусилля; не викликає помітного зростання енерговитрат; не змінює принципово умови заглиблення сошника; підвищує якість сівби за рахунок покращення функціональної роботи внутрішнього елемента.

Це є важливою перевагою запропонованого рішення, оскільки дозволяє реалізувати його без зміни енергетичного засобу та без перевантаження існуючого агрегату.

У результаті проведених розрахунків встановлено, що орієнтовний тяговий опір одного дводискового сошника становить 108 Н, а сумарний опір сошникової групи сівалки СЗ-3,6 – 2,59 кН. Визначено, що для забезпечення стабільного ходу сошника на заданій глибині необхідне додаткове притискне зусилля, яке повинне компенсувати вертикальну складову реакції ґрунту та динамічні навантаження

					МВЖ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

під час роботи. Встановлено, що зміна геометричної форми напрямника насіння не викликає істотного збільшення тягового опору сошника, а отже запропонована конструкція є раціональною з точки зору енергетичних витрат.

4.4. Розрахунок пружини притискного механізму сошника.

Стабільність ходу дводискового сошника по глибині значною мірою залежить від роботи притискного механізму. Саме він забезпечує додаткове вертикальне навантаження на сошник, компенсує зміну щільності ґрунту, нерівності поверхні поля та динамічні коливання під час руху агрегату. У більшості конструкцій зернових сівалок для цього використовують пружинні елементи, які відзначаються простотою, надійністю та технологічністю.

Для удосконаленого сошника також доцільно застосувати пружинний притискний механізм, який забезпечуватиме стійке заглиблення робочого органа та підтримання заданої глибини ходу. Розрахунок пружини виконується на основі визначеного раніше необхідного додаткового зусилля притискання.

Вихідні дані для розрахунку

За результатами попереднього підрозділу встановлено, що для одного сошника доцільно приймати силу додаткового притискання в межах

$$P=20\dots30\text{ Н.}$$

Для подальшого розрахунку, з урахуванням запасу стійкості та можливих динамічних навантажень, приймаємо

$$P=25\text{ Н.}$$

Робоча деформація пружини залежить від конструкції вузла підвіски сошника та ходу робочого органа. Для сівалок даного типу доцільно приймати робочу деформацію у межах 20...40 мм. У розрахунку приймаємо

$$f = 30\text{ мм}=0,03\text{ м.}$$

Жорсткість пружини визначається із закону Гука

$$c = \frac{P}{f}, \quad (4.7)$$

де c – жорсткість пружини, Н/м;

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

P – сила пружини, Н;

f – деформація пружини, м.

Підставляємо числові значення

$$c = \frac{25}{0,03} = 833,3 \text{ Н/м.}$$

Отже, необхідна жорсткість пружини становить

$$c = 833,3 \text{ Н/м.}$$

або

$$c = 0,833 \text{ Н/мм.}$$

Отримане значення свідчить про те, що для даного вузла може бути використана пружина порівняно невеликої жорсткості, яка забезпечить плавне навантаження на сошник без різких ударних дій.

Визначення основних параметрів циліндричної гвинтової пружини стиску. Для пружини стиску жорсткість визначається за формулою:

$$c = \frac{Gd^4}{8D^3i}, \quad (4.8)$$

де G – модуль зсуву матеріалу пружини, Па;

d – діаметр дроту, м;

D – середній діаметр пружини, м;

i – число робочих витків.

Для пружинної сталі приймаємо

$$G = 8 \cdot 10^{10} \text{ Па.}$$

Попередньо задаємося конструктивно прийнятими параметрами: діаметр дроту – $d = 3$ мм, середній діаметр пружини – $D = 24$ мм = 0,024 м/

Тоді визначимо число робочих витків

$$i = \frac{Gd^4}{8D^3c}. \quad (4.9)$$

					МВЖ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Підставляємо значення

$$i = \frac{8 \cdot 10^{10} \cdot (0,003)^4}{8 \cdot (0,024)^3 \cdot 833,3} \approx 70,4.$$

Отримане число витків є надто великим, що свідчить про невдалий попередній вибір параметрів пружини. Тому необхідно прийняти більший діаметр дроту та скоригувати геометрію пружини. Уточнення параметрів пружини. Приймаємо більш реалістичні параметри - діаметр дроту: $d=5 \text{ мм}=0,005 \text{ м}$, середній діаметр пружини – $D=30 \text{ мм}=0,03 \text{ м}$.

Тоді

$$i = \frac{8 \cdot 10^{10} \cdot (0,005)^4}{8 \cdot (0,03)^3 \cdot 833,3} \approx 277,8.$$

Таке значення також є неприйнятним. Це свідчить про те, що жорсткість, визначена на основі лише 25 Н при ході 30 мм, є дуже малою для класичної силової пружини сівалки. У реальних конструкціях для стабільної роботи доцільно приймати більшу робочу силу пружини, оскільки вона повинна не лише формувати середнє притискне зусилля, а й компенсувати ударні та динамічні навантаження.

Прийняття раціонального розрахункового зусилля. Для практичної конструкції сошника приймаємо розрахункове зусилля пружини – $P=100 \text{ Н}$, при робочій деформації – $f=30 \text{ мм}$.

Тоді жорсткість пружини становитиме

$$c = \frac{100}{30} = 3,33 \text{ Н/мм.}$$

або

$$c = 3333 \text{ Н/м.}$$

Це значення вже краще відповідає умовам реальної роботи притискного механізму.

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

Приймаємо діаметр дроту – $d=5$ мм, середній діаметр пружини - $D=35$ мм.
Тоді кількість робочих витків

$$i = \frac{8 \cdot 10^{10} \cdot (0,005)^4}{8 \cdot (0,035)^3 \cdot 3333} \approx 43,7.$$

Значення все ще завелике, тому для конструктивної доцільності приймаємо пружину не як основний силовий елемент усієї підвіски, а як елемент підресорення з переднатягом. У такому випадку приймаємо стандартну пружину з робочим числом витків - $i=8\dots 12$.

Для подальшого проектного обґрунтування приймаємо: діаметр дроту – 6 мм; середній діаметр пружини – 36 мм; число робочих витків – 10; повне число витків – 12.

Перевіримо жорсткість такої пружини

$$c = \frac{8 \cdot 10^{10} \cdot (0,006)^4}{8 \cdot (0,036)^3 \cdot 10} \approx 27776 \text{ Н/м.}$$

або

$$c \approx 27,8 \text{ Н/мм.}$$

Така пружина при деформації 3...4 мм вже створюватиме зусилля порядку 83...111 Н, що є цілком достатнім для забезпечення стабільного ходу сошника з урахуванням переднатягу.

Визначення довжини пружини/ Вільна довжина пружини визначається як сума робочого ходу, висоти пружини у стисненому стані та конструктивного запасу

$$L_0 = i_{\Sigma} \cdot d + f + \Delta, \quad (4.10)$$

де i_{Σ} – повне число витків;

d – діаметр дроту;

f – робоча деформація;

Δ – запас на вільний хід, приймаємо 10 мм.

Підставляємо

					МВЖ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

$$L_0 = 12 \cdot 6 + 30 + 10 = 112 \text{ мм.}$$

Отже, орієнтовна вільна довжина пружини:

$$L_0 = 112 \text{ мм.}$$

У результаті розрахунку встановлено, що для забезпечення стабільної роботи притискного механізму доцільно використовувати циліндричну гвинтову пружину стиску з такими орієнтовними параметрами: діаметр дроту – 6 мм; середній діаметр пружини – 36 мм; число робочих витків – 10; повне число витків – 12; вільна довжина – 112 мм.

Встановлено, що така пружина забезпечує необхідне притискне зусилля для стабілізації глибини ходу сошника та компенсації динамічних навантажень під час роботи. Отримані результати дозволяють перейти до подальшого аналізу умов стійкого руху сошника в ґрунті.

4.5. Аналіз умов стійкого руху сошника по глибині.

Однією з основних вимог до роботи сошника є забезпечення стабільного ходу на заданій глибині. Порушення цієї умови призводить до нерівномірного загортання насіння, що негативно впливає на польову схожість, дружність сходів та подальший розвиток рослин. Тому при проектуванні удосконаленої конструкції необхідно проаналізувати умови стійкого руху сошника в ґрунті.

У процесі роботи сошник повинен перебувати в стані динамічної рівноваги під дією сил, що прагнуть: заглибити його в ґрунт; виштовхнути його з ґрунту; відхилити від заданої траєкторії руху.

До сил, що сприяють заглибленню сошника, належать: власна вага сошника; сила пружинного притискання; частково інерційні сили при русі агрегату.

До сил, що перешкоджають заглибленню, належать: вертикальна складова реакції ґрунту; динамічні навантаження від нерівностей поля; сили тертя й коливання елементів підвіски.

Умова стійкого руху по глибині може бути записана у вигляді нерівності

					МВЖ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

$$Q + P \geq R_v, \quad (4.11)$$

де Q – вага сошника, Н;

P – сила притискання, Н;

R_v – вертикальна складова реакції ґрунту, Н.

Якщо ця умова виконується, сошник не буде виштовхуватися на поверхню ґрунту й забезпечить стабільне заглиблення.

Перевірка умови стійкого ходу. За результатами попередніх розрахунків прийнято: вага сошника – $Q=45$ Н, сила пружинного притискання – $P=100$ Н, вертикальна складова реакції ґрунту – $R_v = 43,2$ Н.

Тоді сумарна сила, що забезпечує заглиблення сошника, становить

$$Q + P = 45 + 100 = 145 \text{ Н.}$$

Порівнюємо з вертикальною складовою реакції ґрунту:

$$145 > 43,2$$

Отже, умова стійкого заглиблення виконується з достатнім запасом.

Коефіцієнт запасу стійкості. Для кількісної оцінки стійкості ходу сошника доцільно визначити коефіцієнт запасу:

$$k_{\text{ст}} = \frac{Q + P}{R_v}. \quad (4.12)$$

Підставляємо значення

$$k_{\text{ст}} = \frac{145}{43,2} \approx 3,36.$$

Отримане значення свідчить про те, що сошник має достатній запас стійкості по заглибленню. Це означає, що навіть при локальному збільшенні твердості ґрунту або динамічних коливаннях він з великою ймовірністю зберігатиме задану глибину ходу.

Вплив швидкості руху на стійкість ходу. Стійкість руху сошника по глибині залежить не лише від співвідношення вертикальних сил, але й від робочої швидкості агрегату. Зі збільшенням швидкості: зростають динамічні

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

коливання робочого органа; підвищується ударна взаємодія з нерівностями поля; посилюється тенденція до “підстрибування” сошника; погіршується стабільність руху насіння в борозні.

Це особливо важливо для дводискових сошників, які працюють у складних умовах контакту з ґрунтом. Навіть при достатньому статичному притисканні надмірне підвищення швидкості може викликати короточасні відхилення сошника вгору або вниз, а отже – зміну фактичної глибини загортання насіння. Тому раніше прийнята робоча швидкість 7 км/год є технічно обґрунтованою не лише з точки зору продуктивності, а й з позицій стійкості ходу сошника.

Вплив стану ґрунту на стійкість роботи. Стан посівного шару також істотно впливає на стійкість руху сошника. При роботі на добре підготовленому, вирівняному ґрунті реакція ґрунту змінюється плавно, що сприяє рівномірному ходу. При наявності грудок, ущільнених ділянок або рослинних решток вертикальна складова реакції змінюється стрибкоподібно, що призводить до коливань сошника.

У таких умовах важливу роль відіграють: достатній запас притискного зусилля; правильне розташування центра мас сошника; жорсткість і характер роботи пружинного механізму. Чим більш рівномірно підвіска сошника реагує на зміну навантаження, тим стабільніше забезпечується його рух по глибині.

Вплив удосконаленого напрямника насіння на стійкість технологічного процесу. Запропонована зміна геометричної форми напрямника насіння безпосередньо не впливає на величину вертикальних сил, однак вона покращує загальну стійкість технологічного процесу сівби. Це пояснюється тим, що навіть при незначних коливаннях сошника відносно заданої глибини удосконалений напрямник забезпечує більш керований рух насіння в борозні.

У стандартній конструкції навіть невелике порушення положення сошника може призвести до суттєвого відхилення траєкторії насіння. У запропонованій конструкції цей негативний ефект зменшується, оскільки насіння рухається по заданій поверхні напрямника.

Таким чином, удосконалення конструкції підвищує не лише якість укладання насіння, а й загальну технологічну стійкість процесу сівби.

Умова рівноваги моментів. Для більш повної оцінки роботи сошника необхідно враховувати не лише рівновагу вертикальних сил, але й моментів відносно точки кріплення або опори. Якщо момент сил, що виштовхують сошник, перевищує момент сил заглиблення, сошник буде прагнути вийти з ґрунту.

У загальному вигляді умова стійкості за моментами може бути представлена як

$$M_{\text{загл}} \geq M_{\text{вишт}}. \quad (4.12)$$

де $M_{\text{загл}}$ – сумарний момент сил, що сприяють заглибленню;

$M_{\text{вишт}}$ – сумарний момент сил, що сприяють виштовхуванню сошника.

У даній конструкції забезпечення цієї умови досягається за рахунок достатнього притискного зусилля пружини; компактного розміщення робочих органів; раціонального положення напрямника насіння, який не створює додаткового опору. Це свідчить про конструктивну доцільність удосконаленого сошника.

Проведений аналіз показав, що для удосконаленого дводискового сошника умова стійкого ходу по глибині виконується з достатнім запасом. Сумарна сила, що забезпечує заглиблення сошника, становить 145 Н, що істотно перевищує вертикальну складову реакції ґрунту, рівну 43,2 Н. Визначено, що коефіцієнт запасу стійкості становить 3,36, що забезпечує надійне збереження заданої глибини ходу навіть при змінних польових умовах.

4.6. Висновки по розділу.

У результаті виконання інженерної частини роботи проведено аналіз існуючих конструкцій сошників зернових сівалок та встановлено, що найбільш доцільними для використання в сучасних умовах є дводискові сошники, які забезпечують надійну роботу на різних типах ґрунтів. Разом з тим визначено, що

їх основним недоліком є відсутність ефективного напрямлення насіння, що призводить до нерівномірного його укладання в борозну.

На основі проведеного аналізу запропоновано удосконалення конструкції дводискового сошника шляхом зміни геометричної форми напрямника насіння, що забезпечує керований рух насіння після виходу з насіннєпроводу та його укладання в нижню частину борозни.

Проведений розрахунок сил, що діють на сошник, показав, що тяговий опір одного сошника становить 108 Н, а сумарний опір сошникової групи сівалки – 2,59 кН, що не перевищує допустимих значень для прийнятого машинно-тракторного агрегату.

Визначено параметри притискного механізму, встановлено необхідність створення додаткового притискного зусилля для забезпечення стабільного заглиблення сошника, та обґрунтовано застосування гвинтової циліндричної пружини з відповідними геометричними і силовими характеристиками.

У результаті аналізу умов стійкого руху сошника встановлено, що запропонована конструкція забезпечує надійне збереження заданої глибини ходу. Коефіцієнт запасу стійкості становить 3,36, що свідчить про достатній рівень стабільності роботи сошника навіть при змінних польових умовах.

Встановлено, що удосконалення конструкції напрямника насіння не призводить до суттєвого збільшення тягового опору і енергетичних витрат, але при цьому забезпечує підвищення рівномірності укладання насіння, покращення умов його проростання та підвищення якості сівби в цілому.

Таким чином, запропонована конструкція дводискового сошника є технічно обґрунтованою, енергетично доцільною та ефективною з точки зору підвищення якості виконання технологічного процесу сівби озимого жита.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Аналіз умов праці при виконанні сівби озимого жита.

Виконання технологічної операції сівби озимого жита пов'язане з дією ряду виробничих факторів, які можуть негативно впливати на здоров'я та безпеку працівників. Основними виконавцями робіт є тракторист-машиніст та допоміжний персонал, що здійснює обслуговування посівного агрегату.

При роботі агрегату у складі трактора ПМЗ-80-40 і сівалки СЗ-3,6 на працівника діють такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори: рухомі частини машин (трансмісія, робочі органи сівалки); підвищений рівень шуму і вібрації; пилове навантаження при роботі на сухих ґрунтах; можливість травмування при обслуговуванні агрегату; вплив несприятливих метеорологічних умов; підвищене психофізіологічне навантаження.

Особливо небезпечними є операції, пов'язані з налагодженням сівалки, очищенням сошників від ґрунту або рослинних решток, а також заправкою насінням.

5.2. Вимоги безпеки при роботі з машинно-тракторним агрегатом.

Для забезпечення безпечних умов праці необхідно дотримуватись встановлених вимог безпеки під час експлуатації машинно-тракторного агрегату.

Перед початком роботи необхідно: перевірити технічний стан трактора та сівалки; переконатися у справності гальмівної системи та рульового керування; перевірити наявність і надійність захисних огорожень; відрегулювати робочі органи сівалки; провести інструктаж з техніки безпеки.

Під час роботи забороняється: перебувати стороннім особам у зоні роботи агрегату; виконувати регульовальні або ремонтні роботи при працюючому двигуні; очищати робочі органи руками без зупинки машини; перевищувати допустиму швидкість руху.

Особливу увагу необхідно приділяти роботі сошників, оскільки вони знаходяться в зоні контакту з ґрунтом і можуть накопичувати рослинні рештки, що потребує періодичного очищення.

					МВЖ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Обслуговування сівалки включає завантаження насіння, очищення робочих органів, регулювання механізмів та контроль якості висіву. При виконанні цих операцій необхідно: зупиняти двигун трактора; ставити агрегат на гальма; використовувати справний інструмент; працювати в рукавицях для запобігання травмуванню.

Завантаження насіння повинно виконуватися механізовано або з використанням допоміжних пристроїв. При ручному завантаженні необхідно дотримуватись норм підйому вантажів.

Особливо небезпечними є роботи в зоні насіннєпроводів і сошників, де можливе заземлення або травмування.

5.3. Заходи щодо зниження впливу шкідливих факторів.

Для зменшення впливу шкідливих факторів необхідно застосовувати комплекс технічних та організаційних заходів.

Для зниження рівня шуму і вібрації: використовувати справну техніку; проводити регулярне технічне обслуговування; застосовувати амортизаційні сидіння в кабіні трактора.

Для зменшення пилового навантаження: працювати при оптимальній вологості ґрунту; використовувати засоби індивідуального захисту (респіратори); підтримувати герметичність кабіни трактора.

Для підвищення безпеки роботи: застосовувати сигнальні пристрої; забезпечувати освітлення при роботі в темний час доби; дотримуватись правил руху техніки по полю. Раціональна організація робочого місця тракториста має важливе значення для зниження втомлюваності та підвищення продуктивності праці. Кабіна трактора повинна забезпечувати достатню оглядовість робочої зони, зручне розташування органів керування, захист від пилу та шуму, комфортний мікроклімат.

Режим праці та відпочинку повинен відповідати встановленим нормам. Тривалість безперервної роботи не повинна перевищувати допустимі значення, необхідно передбачати перерви для відпочинку.

					МВЖ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

При виконанні польових робіт існує ризик виникнення пожеж, особливо в умовах сухої погоди. Основними причинами можуть бути: іскри з вихлопної системи; перегрів двигуна; наявність сухих рослинних решток.

Для запобігання пожежам необхідно обладнати трактор іскрогасником, мати в наявності вогнегасник, регулярно очищати техніку від рослинних решток, не допускати витоку палива.

5.4. Висновки по розділу.

У результаті аналізу умов праці встановлено, що виконання сівби озимого жита пов'язане з дією ряду небезпечних і шкідливих факторів, які можуть негативно впливати на безпеку працівників.

Визначено основні заходи щодо забезпечення безпечних умов праці, які включають дотримання правил експлуатації техніки, використання засобів індивідуального захисту, правильну організацію робіт та своєчасне технічне обслуговування машин.

Встановлено, що при дотриманні вимог охорони праці та впровадженні запропонованих заходів забезпечується безпечне виконання технологічної операції сівби озимого жита та знижується ризик виробничого травматизму.

					МВЖ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

6. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі вирішено актуальне інженерно-технологічне завдання підвищення ефективності механізації вирощування озимого жита шляхом удосконалення конструкції дводискового сошника зернової сівалки.

У результаті виконання роботи отримано такі основні висновки:

Проведений аналіз біологічних особливостей озимого жита та типової технології його вирощування показав, що вирішальним фактором формування врожайності є якість виконання операції сівби, зокрема рівномірність загортання насіння та забезпечення його стабільного контакту з ґрунтом.

Встановлено, що оптимальне розміщення культури в сівозміні, раціональна система удобрення та якісний обробіток ґрунту створюють передумови для отримання високих урожаїв, однак не компенсують недоліків, пов'язаних із порушенням технології сівби.

Розроблено операційну технологію сівби озимого жита на площі 100 га із застосуванням машинно-тракторного агрегату у складі трактора ПМЗ-80-40 та зернової сівалки СЗ-3,6. Встановлено, що змінна продуктивність агрегату становить 13,23 га/зміну, що забезпечує виконання робіт у встановлені агротехнічні строки.

Визначено, що ефективність виконання сівби залежить не лише від продуктивності агрегату, але й від правильної організації робіт, стабільності режимів руху та якості роботи сошників.

Проведений аналіз конструкцій сошників показав, що дводискові сошники є найбільш універсальними, однак мають недоліки, пов'язані з відсутністю ефективного напрямлення насіння, що призводить до нерівномірного його укладання в борозну.

Запропоновано удосконалену конструкцію дводискового сошника, яка передбачає зміну геометричної форми напрямника насіння. Це забезпечує керований рух насіння після виходу з насіннєпроводу та його рівномірне укладання на дно борозни.

					МВЖ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Проведені інженерні розрахунки показали, що тяговий опір одного сошника становить 108 Н, а сумарний опір сошникової групи – 2,59 кН, що не перевищує допустимих значень і не потребує зміни енергетичного засобу.

Обґрунтовано параметри притискного механізму та визначено, що застосування пружини з відповідними характеристиками забезпечує стабільне заглиблення сошника і підтримання заданої глибини ходу.

Встановлено, що коефіцієнт запасу стійкості руху сошника по глибині становить 3,36, що свідчить про надійну роботу конструкції в змінних польових умовах.

Доведено, що удосконалення конструкції сошника не призводить до суттєвого збільшення енергетичних витрат, але забезпечує підвищення рівномірності розміщення насіння, покращення умов його проростання та підвищення якості сівби.

Розроблено заходи з охорони праці при виконанні сівби озимого жита, які забезпечують безпечні умови роботи та зниження ризику виробничого травматизму.

Таким чином, запропоноване технічне рішення є ефективним, технологічно доцільним та може бути впроваджене у виробництво для підвищення якості сівби та врожайності озимого жита.

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

					МВЖ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

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>.

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

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.

					МВЖ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

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.

					МВЖ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

ДОДАТКИ

					МВЖ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64