

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”
зав. кафедрою СГМ
к.т.н., професор
_____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ
“ ____ ” _____ 2025 р.

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

«Механізація вирощування сої з удосконаленням зернової сівалки»

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,
групи AI-21
ОПП «Агроінженерія»
спеціальності 208 «Агроінженерія»
_____ Петренко Віктор Вікторович
« ____ » _____ 2025 р.

Керівник проекту
доцент, канд.техн.наук

« ____ » _____ 20 25 р.

Рецензент _____

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет *агротехнічний*

Кафедра *сільськогосподарського машинобудування*

Рівень вищої освіти *перший (бакалаврський)*

Галузь знань *20 «Аграрні науки та продовольство»*

Спеціальність *208 «Агроінженерія»*

Освітньо-професійна програма *«Агроінженерія»*

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« ___ » _____ 2025 року

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

_____ *Петренко Віктор Вікторович*

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи (проекту) *Механізація вирощування сої з удосконаленням зернової сівалки*

2. Керівник кваліфікаційної роботи (проекту) _____
, канд. техн. наук, доц.

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

3. Строк подання роботи до захисту _____

4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи _____

5. Перелік графічного матеріалу _____

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи
1	Складання технічного завдання на виконання роботи	до 10.02.2025 р.
2	Аналіз типової технології вирощування пшениці з визначенням шляхів її удосконалення	до 20.02.2025 р.
3	Підготовка та подання керівнику роботи: - операційної технології виконання заданої операції - інженерної частин - охорони праці - вступу та висновків	до 01.03.2025 р. до 01.03.2025 р. до 10.03.2025 р. до 10.04.2025 р.
4	Доопрацювання розділів з урахуванням зауважень	до 20.05.2025 р.
5	Подання робочого варіанту роботи керівнику	до 21.05.2025 р.
6	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень керівника. Одержання відгуку	до 25.05.2025 р.
7	Проходження нормоконтролю. Перевірка роботи на плагіат	за 10 днів до захисту
8	Подання роботи завідувачу кафедри на перевірку	за 10 днів до захисту
9	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень завідувача кафедри. Допуск роботи до захисту	за 3 дні до захисту
10	Рецензування роботи. Підготовка документів, що подаються до ЕК	за 3 дні до захисту
11	Подання роботи та документів до ЕК	за день до захисту
12	Захист кваліфікаційної роботи	за графіком

Дата видачі завдання

« ____ » _____ 2025 р.

Підпис керівника _____

_____ (прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

« ____ » _____ 2025 р.

Підпис здобувача _____

Віктор Петренко
(прізвище та ініціали)

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки
				<u>Документація загальна</u>		
				Заново розроблена		
A4			MBC 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	51	
				<u>Документація по</u>		
				<u>технологічній частині</u>		
				Заново розроблена		
A1			MBC 00.000 ТЧ1	Технологічна карта	1	
				вирощування сої		
A1			MBC 00.000 ТЧ2	Операційна карта сівби сої	1	
				<u>Документація по</u>		
				<u>інженерній частині</u>		
				Заново розроблена		
A1			C3A 00.010 СБ	Ящик зернотуковий	1	
A2			C3A 00.020 СБ	Вісь	1	
A2			C3A 00.030 СБ	Сошник	1	
				<u>Документація по деталях</u>		
				Заново розроблена		
A3			C3A 00.201	Нагнітач	1	
A3			C3A 00.402	П'ята	1	
A3			C3A 00.103	Напрямник	1	
A3			C3A 00.604	Вісь	2	

					MBC 00.000 ВП			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Петренко			ВІДОМІСТЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевір.								1
Н. контр.						ЦНТУ, гр. АІ-21		
Затв.								

У кваліфікаційній роботі розглянуто технологію вирощування сої, її економічну доцільність та перспективи розвитку в аграрному секторі. Проведено детальний аналіз біологічних особливостей культури, системи удобрення, способів обробітку ґрунту, підготовки насіння, сівби, догляду за посівами та збирання врожаю.

Окрему увагу приділено аналізу існуючих методів сівби та обґрунтуванню модернізації зернової сівалки СЗТ-3,6 для забезпечення більш точного висіву насіння. Запропоновані конструктивні зміни, зокрема встановлення дискових сошників, покращене регулювання глибини загортання насіння та оптимізація розміщення сошників, дозволяють підвищити ефективність сівби та сприяють збільшенню врожайності культури.

Результати дослідження можуть бути використані у практичній діяльності сільськогосподарських підприємств для оптимізації технологічного процесу вирощування сої, а також у наукових дослідженнях та навчальних програмах аграрних закладів освіти.

соя, агротехнологія вирощування сої, удобрення сої, обробіток ґрунту, сівба, догляд за посівами, врожайність, модернізація сівалки

The qualification work examines the technology of soybean cultivation, its economic feasibility, and development prospects in the agricultural sector. A detailed analysis of the biological characteristics of the crop, fertilization system, soil tillage methods, seed preparation, sowing, crop care, and harvesting has been conducted.

Special attention is given to the analysis of existing sowing methods and the justification for the modernization of the SZT-3.6 grain seeder to ensure more precise seed placement. The proposed structural modifications, including the installation of disc openers, improved depth control, and optimization of row spacing, enhance sowing efficiency and contribute to increased crop yield.

The research results can be applied in the practical activities of agricultural enterprises to optimize the soybean cultivation process, as well as in scientific research and educational programs of agricultural institutions.

soybean, soybean cultivation technology, soybean fertilization, soil tillage, sowing, crop care, yield, seeder modernization

ЗМІСТ

	Стор.
1. ВСТУП	4
2. АНАЛІЗ ТИПОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ З ВИЗНАЧЕННЯМ ШЛЯХІВ ЇЇ УДОСКОНАЛЕННЯ	6
2.1. Біологічні особливості сої	6
2.2. Місце в сівозміні	7
2.3. Система удобрення	8
2.4. Обробіток ґрунту	9
2.5. Підготовка насіння до сівби, сівба	11
2.6. Догляд за посівами	13
2.7. Збирання врожаю	15
3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ СІВБИ СОЇ	16
3.1. Умови роботи	16
3.2. Агротехнічні вимоги	16
3.3. Комплектування і підготовка посівного агрегату до роботи	17
3.4. Підготовка поля до роботи	22
3.5. Організація роботи агрегату в загінці	23
3.6. Контроль якості роботи	25
4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА	27
4.1. Обґрунтування модернізації сівалки	27
4.2. Технологічний розрахунок	28
4.2.1. Технологічний розрахунок бункерів для насіння і туків	28
4.2.2. Технологічний розрахунок параметрів сошника	29
4.2.3. Розміщення сошників на сівалці	31
4.3. Кінематичний розрахунок механізму підйому сошників	34
4.4. Силовий аналіз механізмів сівалки	36
4.5. Розрахунок деталей та вузлів на міцність	38
4.6. Висновки по розділу	43
5. ОХОРОНА ПРАЦІ	44
5.1. Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, які можуть виникнути при вирощуванні сої	44
5.2. Заходи забезпечення нормальних умов праці при вирощуванні сої	45
5.3. Висновки по розділу	45
6. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	48
Додатки	52

1. ВСТУП

Соє є однією з найважливіших та найприбутковіших культур у світовому аграрному секторі. Завдяки своїм харчовим, кормовим, екологічним і промисловим перевагам, її вирощування стає все більш популярним у різних країнах. Попит на соє стабільно зростає через зростаючу потребу в рослинному білку, розвитку тваринництва, біотехнологій та екологічного землеробства.

Соє є основним джерелом рослинного білка, що використовується в харчовій та кормовій промисловості. Її популярність пояснюється кількома факторами:

- харчова промисловість – соєве молоко, тофу, соєвий білок, соєве борошно використовуються у виробництві великої кількості продуктів;
- кормова промисловість – соєва макуха та шрот є основними складовими кормів для худоби, птиці та риби;
- олійно-жирова промисловість – соєва олія займає одну з лідируючих позицій у світовому виробництві рослинних олій.

За прогнозами експертів, попит на соє продовжуватиме зростати через глобальні зміни у структурі харчування та розвиток альтернативного виробництва білка.

Соє є однією з найприбутковіших культур у сільському господарстві. Основні причини її економічної вигоди:

- висока врожайність та стабільні ціни на світовому ринку;
- великий попит на продукцію, особливо з боку Китаю, ЄС, США та інших країн;
- можливість експорту у вигляді соєвих бобів, макухи, шроту та олії;
- державні програми підтримки аграріїв, які вирощують соє, у багатьох країнах.

					МВС 00.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Петренко				Механізація вирощування сої з удосконаленням зернової сівалки	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевір.							4	51
Н. контр.								
Затв.								
						ЦНТУ, гр. АІ-21		

Соє є важливою культурою для екологічного землеробства, оскільки:

- фіксує азот у ґрунті, що зменшує потребу у використанні мінеральних добрив. Це покращує родючість ґрунтів і знижує витрати на удобрення;
- зменшує ерозію ґрунтів та сприяє їх відновленню після вирощування інших культур;
- є чудовим попередником для зернових культур (пшениця, кукурудза), що підвищує їх врожайність;
- сучасні сорти стійкі до хвороб та шкідників, що зменшує використання хімічних засобів захисту;
- в умовах зміни клімату соє залишається однією з найперспективніших культур, здатних адаптуватися до різних погодних умов.

Окрім харчової та кормової промисловості, соєю активно використовують у:

- фармацевтиці – соєві білки застосовуються у виробництві біологічно активних добавок та медичних препаратів;
- косметології – соєва олія є основою багатьох кремів, лосьйонів та шампунів;
- біотехнологіях – використовується у виробництві біопластика, біопалива та екологічних матеріалів.

Вирощування сої є надзвичайно актуальним через її високу економічну вигоду, екологічні переваги та широкий спектр застосування. Ця культура має стабільний попит на світовому ринку, сприяє покращенню родючості ґрунтів і є перспективним напрямком розвитку сільського господарства. У зв'язку зі світовими трендами на рослинний білок, вирощування сої буде лише набирати обертів у найближчі десятиліття. В Україні виробництво сої постійно розширюється завдяки сприятливим кліматичним умовам та високому попиту на європейському ринку.

З урахуванням зростаючого попиту на соє, її економічні вигоди та екологічні переваги, ця культура має величезні перспективи, тому тема кваліфікаційної роботи є актуальною.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

2. АНАЛІЗ ТИПОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ З ВИЗНАЧЕННЯМ ШЛЯХІВ ЇЇ УДОСКОНАЛЕННЯ

2.1. Біологічні особливості сої.

Соя – це однорічна рослина родини бобових (Fabaceae), що має ряд біологічних особливостей, які визначають її ріст, розвиток і продуктивність, рис. 2.1.

Соя має добре розвинену стрижневу кореневу систему з бічними коренями, які можуть проникати у ґрунт на глибину до 1,5-2 м. На коренях утворюються бульбочкові бактерії (*Bradyrhizobium japonicum*), які фіксують атмосферний азот і забезпечують рослину необхідними поживними речовинами.



Рисунок 2.1 – Рослини сої

Джерело: <https://superagronom.com/articles/686-tehnologiya-viroschuvannya-soyi-osnovni-aspekti-poradi-naukovtsiv-ta-dosvid-praktikiv>

Стебло сої прямостояче, галузисте, опушене, висота варіюється від 30 см до 2 м залежно від сорту та умов вирощування.

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

Листя складне, трійчасте, має різну форму (овальну, яйцеподібну або ланцетну). Опадає перед дозріванням насіння, що сприяє зниженню вологості бобів.

Квітки дрібні, зібрані у кисті, мають біле, рожеве або фіолетове забарвлення. Запилення в основному самозапильне, хоча можливе часткове перехресне запилення.

Плід – багатонасінний біб довжиною 3-7 см, містить 1-4 насінини. Боби мають різне забарвлення (жовте, зелене, чорне, коричневе) залежно від сорту.

Насіння сої містить 35-50% білка, 15-25% олії, вуглеводи та інші біологічно активні речовини. Воно має високу енергію проростання і зберігає схожість протягом 3-5 років.

Розвиток сої поділяється на такі основні фази:

- проростання (з моменту набухання насіння до появи сходів);
- формування трійчастого листя;
- бутонізація та цвітіння;
- формування та налив бобів;
- дозрівання (фізіологічна і повна стиглість).

Оптимальна температура для проростання насіння +10...+15°C, для росту і розвитку +20...+25°C.

Соя вибаглива до вологи, особливо під час цвітіння та формування бобів. Рослина короткого дня, що впливає на строки дозрівання. Найкраще росте на родючих, добре аерованих ґрунтах із нейтральною або слабкокислою реакцією (рН 6,0-7,0).

2.2. Місце в сівозміні.

Соя займає важливе місце в сівозміні завдяки своїй здатності збагачувати ґрунт азотом, покращувати його структуру та підвищувати врожайність наступних культур. Кращі попередники: озима пшениця, кукурудза, цукрові буряки, ячмінь, горох.

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

Погані попередники: соняшник (через спільні хвороби та виснаження ґрунту), ріпак, інші бобові культури (можливе поширення загальних шкідників і хвороб).

Після сої висівають: озиму пшеницю, кукурудзу, ячмінь, цукрові буряки.

Рекомендується повертати сою на те саме поле не раніше, ніж через 3-4 роки, щоб уникнути накопичення хвороб і зниження врожайності.

Завдяки сівозміні соєю можна покращити стан ґрунту, зменшити потребу в азотних добривах і підвищити ефективність використання ресурсів.

2.3. Система удобрення.

Правильне удобрення сої забезпечує високу врожайність та якість зерна. Основу системи удобрення становить баланс макро- та мікроелементів, враховуючи особливості ґрунту, попередників та погодних умов.

Перед внесенням добрив рекомендується провести агрохімічний аналіз ґрунту, щоб визначити вміст гумусу, рН, забезпеченість основними елементами живлення (N, P, K, S, Mg) та мікроелементами.

Основне удобрення (передпосівне) закладає основу для розвитку рослин.

Фосфор і калій вносяться восени або рано навесні під основний обробіток ґрунту. Доза визначається за аналізом ґрунту. Орієнтовні норми: P_2O_5 – 40-80 кг/га, K_2O – 30-70 кг/га. Використовують суперфосфат, калій хлористий або сульфат калію.

Сірка (S) і магній (Mg) соя потребує 10-15 кг/га сірки. Магній необхідний для фотосинтезу (5-10 кг/га MgO).

Передпосівна інокуляція. Соя фіксує атмосферний азот, тому необхідно використовувати бактеріальні препарати (інокулянти) з азотфіксуючими бактеріями (*Bradyrhizobium japonicum*). Вносити безпосередньо перед посівом або разом із насінням.

Стартові добрива (рядкове внесення) Амофос (NP 12:52), моноамонійфосфат (MAP) або діамфосфат (DAP) – 10-20 кг/га P_2O_5 . Бор (B), молібден (Mo), цинк (Zn) – необхідні для розвитку бульбочкових бактерій та засвоєння азоту.

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

Підживлення вегетаційне залежить від стану посівів та рівня живлення. Азот (N) в нормальних умовах додатковий азот не потрібен, але при дефіциті – 30-50 кг/га у фазу бутонізації (N₃₀₋₅₀).

Листкові підживлення (мікроелементи) молібден (Mo) – 50-100 г/га (сприяє азотфіксації), бор (B) – 100-200 г/га (покращує цвітіння та налив зерна). Цинк (Zn), марганець (Mn), залізо (Fe) – при дефіциті. Амінокислоти, гумати, біостимулятори – під час посухи або стресу.

Позакореневе підживлення (листяне) рекомендовані 2-3 внесення: фаза 3-5 трійчастих листків – молібден, бор, гумати. Фаза бутонізації – бор, цинк, амінокислоти. Фаза наливу бобів – калій, бор, амінокислоти.

Необхідно уникати надлишкового азоту – це знижує активність бульбочкових бактерій. Вибирати добрива з низьким вмістом хлору (соя чутлива до хлору). Систематично проводити моніторинг стану рослин для корекції живлення. При дотриманні цієї системи можна отримати стабільні врожаї сої на рівні 3-4 т/га і вище!

2.4. Обробіток ґрунту.

Обробіток ґрунту під сою має бути спрямований на створення оптимальних умов для росту культури, накопичення вологи, знищення бур'янів і збереження структури ґрунту. Вибір системи залежить від кліматичних умов, типу ґрунту та рівня забур'яненості.

Основний обробіток виконується з осені або ранньою весною для покращення аерації ґрунту та знищення бур'янів.

Оранка (традиційна система) – глибина: 22-30 см. Використовується на важких, забур'янених ґрунтах. Забезпечує глибоке загортання рослинних решток та знищення кореневої системи бур'янів.

Поверхневий або мінімальний обробіток використовується при нульовій або мінімальній системі обробітку. Дискування (8-12 см) або чизелювання (15-20 см). Допомогає зберегти вологу, зменшує витрати на обробіток.

No-Till (нульовий обробіток). Насіння висівається в необроблений ґрунт після прикочування рослинних решток. Переваги: мінімальне руйнування

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

структури ґрунту, збереження вологи. Недолік: потреба в ефективному гербіцидному захисті.

Передпосівний обробіток виконується навесні та залежить від типу основного обробітку. Боронування (легке або середнє) – для закриття вологи та вирівнювання поверхні. Культивація (4-6 см) – передпосівне розпушення та знищення бур'янів.

Коткування – ущільнення ґрунту для покращення контакту насіння з ґрунтом (залежить від вологості).

Догляд за посівами. Боронування у фазі 1-2 справжніх листків. Міжрядний обробіток (культивація) на фазі 3-5 листків. Передпосівне внесення гербіцидів (ґліфосати, ґрунтові гербіциди). Післясходові гербіциди для контролю бур'янів.

Таблиця 2.1

Вплив системи обробітку ґрунту на врожайність сої

Система обробітку	Витрати пального, (л/га)	Збереження вологи	Урожайність, (ц/га)
Традиційна оранка	60-80	Середнє	25-30
Mini-Till	30-50	Високе	27-32
No-Till	10-20	Максимальне	28-35

Як видно з таблиці, мінімальний і нульовий обробіток дозволяють краще зберегти вологу та потенційно підвищити урожайність, проте вимагають ретельного контролю бур'янів та застосування гербіцидів.

Оранка ефективна при високому рівні забур'яненості, але потребує значних ресурсів. Мінімальний обробіток допомагає зберегти вологу, зменшує витрати пального, але потребує продуманого догляду. No-Till – ідеальний для посушливих регіонів, зберігає ґрунт, але вимагає гербіцидного захисту.

Вибір системи обробітку ґрунту залежить від конкретних умов поля, кількості опадів та рівня забур'яненості. Оптимальним варіантом для більшості

господарств є комбінований підхід, який включає елементи традиційної та мінімальної обробки.

2.5. Підготовка насіння до сівби, сівба.

Першим кроком є вибір високоякісного насіння, яке має наступні характеристики.

Схожість: важливий показник, що вказує на здатність насіння проростати. Мінімальний рівень схожості повинен бути 85-90%. Низька схожість може призвести до нерівномірних сходів і зниження врожайності.

Енергія проростання: це здатність насіння швидко проростати після висіву. Цей показник має бути не менше 80%.

Відсутність механічних пошкоджень: насіння не повинно мати тріщин або подряпин, які можуть знизити його схожість або привести до зараження хворобами.

Чистота: насіння повинно бути без домішок та інородних часток.

Очищення насіння від пилу, каміння та інших домішок є важливим етапом перед сівбою. Це дозволяє уникнути проблем із проростанням і покращити рівномірність посівів. Окрім цього, насіння калібрують – відбирають великі, здорові насінини, оскільки дрібне насіння може мати меншу енергію проростання і гірші показники розвитку рослини.

Для зменшення ризику зараження насіння шкідливими мікроорганізмами (гриби, бактерії) та шкідниками, проводиться обробка спеціальними протруйниками. Найбільш поширені препарати для сої:

- фунгіциди – для боротьби з грибковими хворобами (наприклад, кореневі гнилі);
- інсектициди – для знищення шкідників (наприклад, комах, які можуть пошкодити насіння або рослини на ранніх етапах розвитку);
- невеликі кількості добрив – деякі протруйники містять елементи живлення, що стимулюють проростання.

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

Інокуляція (обробка бактеріями). Соеві боби здатні фіксувати азот із повітря завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями *Bradyrhizobium japonicum*. Обробка насіння спеціальними інокулянтами забезпечує необхідну кількість цих бактерій для активної фіксації азоту. Така обробка може істотно підвищити врожайність, особливо на бідних ґрунтах.

Стимуляція росту, якщо насіння має низьку енергію проростання або очікується несприятлива погода, можна застосовувати стимулятори росту (наприклад, на основі ауксинів, цитокінінів, або амінокислот), щоб покращити старт рослини. Іноді також використовуються біологічні препарати для стимулювання розвитку кореневої системи та зниження стресу в перші дні після проростання.

Оптимальні строки сівби. Сівба сої повинна бути проведена в оптимальні строки, щоб забезпечити найкращі умови для росту рослини. Основні фактори, на які потрібно звертати увагу: температура ґрунту: оптимальна температура для сівби сої – 10-12°C на глибині 5 см. Це важливо для правильного проростання насіння. Строки сівби: в залежності від регіону, в Україні це може бути кінець квітня – початок травня в Лісостепу та Поліссі, або друга половина квітня в Степу.

Норма висіву залежить від сорту сої та кліматичних умов. Зазвичай для досягнення оптимального врожаю використовують такі норми:

- ранні сорти: 500–700 тис. насінин/га;
- середньостиглі сорти: 450–600 тис. насінин/га;
- пізньостиглі сорти: 400–500 тис. насінин/га.

Занадто густа сівба може призвести до конкуренції за вологу та поживні речовини, а недостатньо густа - до зменшення врожайності через погану закритість поверхні ґрунту.

Існує кілька способів сівби сої:

- рядковий спосіб: зазвичай міжряддя становить 15-25 см. Цей спосіб найбільш поширений, тому що забезпечує рівномірне розподілення насіння і дозволяє оптимально використовувати вологу;

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

– широкорядний спосіб: міжряддя 45-70 см. Застосовують в посушливих регіонах або коли є потреба в обробітку міжрядь для боротьби з бур'янами.

Глибина загортання насіння залежить від кількох факторів:

- тип ґрунту: на легких ґрунтах глибина може бути 4-6 см, а на важких - 3-4 см;
- зволоження ґрунту: в посушливих умовах або при недостатній вологості ґрунту насіння може бути загорнуте глибше, до 7 см, щоб забезпечити контакт з вологішими шарами ґрунту.

Для збереження вологи та поліпшення умов для проростання, після сівби проводиться культивація або коткування ґрунту. Це допомагає:

- покращити контакт насіння з ґрунтом;
- ущільнити ґрунт, що сприяє утриманню вологи;
- забезпечити рівномірне покриття насіння ґрунтом.

Кліматичні умови: найкраще соя росте в умовах теплих літ з достатньою кількістю опадів, а також на добре дренованих ґрунтах. Вона є теплолюбною культурою і чутлива до низьких температур.

У разі потреби, на сої проводять боротьбу з бур'янами, хворобами та шкідниками, застосовуючи гербіциди, пестициди та фунгіциди.

Підготовка насіння та сівба є ключовими етапами, які впливають на розвиток сої. Правильна підготовка насіння, своєчасна сівба та дотримання агротехнічних норм – це основа для отримання високого та стабільного врожаю.

2.6. Догляд за посівами.

Соя – культура, що вимагає стабільного рівня вологи, особливо в періоди активного росту, цвітіння та наливу бобів. Проте надлишок води може призвести до розвитку кореневих гнилей та інших хвороб, тому важливо контролювати водний баланс.

У період сходів і початку росту (весною): у цей час важливо підтримувати оптимальний рівень вологості в ґрунті для забезпечення гарного проростання насіння.

У фазі цвітіння: коли рослина починає формувати квітки, потреба у воді різко зростає, оскільки вона сприяє розвитку квітів та заплідненню.

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

У період наливу бобів: це критичний період, оскільки нестача води може негативно вплинути на якість та кількість врожаю.

Оптимальна вологість ґрунту повинна бути в межах 60-70% від максимальної вологоємності ґрунту. Якщо ґрунт занадто сухий, це негативно позначиться на врожайності, а якщо занадто вологий – створюється загроза для розвитку хвороб.

Методи поливу. Крапельний полив: один із найефективніших методів, особливо на великих площах. Забезпечує рівномірний розподіл води та знижує ризик захворювань. Зрошення підходить для великих полів, але має ризики перезволоження, якщо його не контролювати.

Мульчування допомагає зберігати вологу в ґрунті, знижує випаровування і підтримує стабільну вологість.

Боротьба з бур'янами. Бур'яни можуть значно знижувати врожайність сої, оскільки вони конкурують за воду, поживні речовини та світло. Важливо вчасно вживати заходи для контролю за бур'янами.

Механічне прополювання передбачає використання спеціальних машин для видалення бур'янів. Механічне оброблення ґрунту також допомагає зберігати структуру ґрунту.

Для хімічної боротьби з бур'янами використовують гербіциди, які можуть бути вибірковими (вбивають тільки бур'яни) або системними (діють на всі рослини). Застосовуються переважно на ранніх етапах росту сої:

Післяпосівне застосування гербіцидів: після висіву, але до сходів, для знищення бур'янів до того, як соя з'явиться на поверхні.

Мульчування також може допомогти в боротьбі з бур'янами. Мульчування зменшує проростання бур'янів, покращує структуру ґрунту та зберігає вологу.

Соя, як і будь-яка інша культура, піддається впливу різних хвороб і шкідників. Для забезпечення високого врожаю важливо здійснювати моніторинг стану посівів і вчасно реагувати на загрози. Хвороби. Фузаріоз – викликає загнивання коренів і стебел, часто проявляється при підвищеній вологості. Для боротьби з ним використовують фунгіциди на ранніх етапах розвитку.

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

Антракноз – хвороба, яка вражає стебла і листя, може знижувати врожайність. За наявності симптомів застосовують фунгіциди.

Септоріоз: проявляється жовтими плямами на листках. Це може бути наслідком поганих агротехнічних умов, тому боротьба полягає в дотриманні норм агротехніки та профілактичному застосуванні фунгіцидів.

Шкідники. Соева попелиця: вона висмоктує сік з листя, ослаблюючи рослини. Виявляють і знищують її за допомогою інсектицидів або біологічних методів боротьби (наприклад, використання хижаків).

Мідляки - ці шкідники пошкоджують коріння та стебла, зазвичай вони з'являються при спекотній погоді. Використовують інсектициди, такі як неоніотиноїди.

2.7. Збирання врожаю.

Збирання врожаю сої – важливий етап у сільськогосподарському процесі, який включає кілька етапів. Ось основні моменти, які характеризують цей процес.

Підготовка до збирання. Перед початком збирання важливо перевірити, чи досягли боби технічної зрілості. Зазвичай це відбувається, коли більшість бобів на рослині набувають характерного жовтого кольору, а листя починає жовтіти. Вологість сої має бути в межах 13-15%, оскільки це оптимальний рівень для зберігання зерна.

Важливо збирати сою у день, коли вологість повітря низька, щоб уникнути додаткової вологи, яка може зіпсувати якість зерна. Збирати сою найкраще вранці або в середині дня, коли волога зменшується.

Збирання сої проводиться за допомогою комбайнів, оснащених спеціальними жатками для бобових культур. У процесі комбайн зрізає стебла, відокремлює боби від стручків і очищає їх від сміття. При використанні комбайнів важливо відрегулювати швидкість роботи машини та висоту скошування, щоб уникнути втрат врожаю та пошкодження рослин.

Після збору боби сої можуть бути піддані сушінню для зменшення вологості до рівня, що забезпечить хороше зберігання.

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

3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ СІВБИ СОЇ

3.1. Умови роботи.

Сівба є ключовим етапом у вирощуванні сої, який визначає майбутню врожайність та рівномірність сходів. Операційну технологію сівби насіння сої на 100 га, нахилом поля – 2%, довжина якого – 800 м виконуємо з урахуванням оптимальних агротехнічних вимог і особливостей вирощування культури.

Оптимальні строки сівби – початок сівби при прогріванні ґрунту на глибину загортання насіння до +10...+12°C. Залежно від кліматичних умов, це може бути квітень-травень. Норма висіву – 550-700 тис. схожих насінин на гектар, залежно від сорту та умов вирощування. Глибина загортання насіння – 3-5 см на середніх і важких ґрунтах, до 6 см на легких піщаних ґрунтах.

Міжряддя – стандартний варіант – 45 см, що сприяє кращому провітрюванню посівів та механічному обробітку, вузькорядний спосіб (15-25 см) використовується для підвищення конкуренції з бур'янами.

Спосіб сівби – використання пневматичних сівалок точного висіву для рівномірного розподілу насіння. Дотримання рівномірної глибини загортання для одночасних і дружніх сходів. Для сівби можна використовувати сівалки точного висіву українського виробництва, такі як ССТ-12, УПС-12, СІВА НОВА, Exaline GR від Агрокалина, SPM від Велес-Агро Vega 8 Profi від Elvorti VENZA-8 PRO від АК «Фаворит» й імпортного виробництва Horsch Maestro, Väderstad Tempo, John Deere 1775NT, Gaspardo MTR.

Щоб вибрати оптимальний склад агрегату для сівби сої зернотуковою сівалкою СЗТ-3,6 порівняємо показники двох агрегатів з тракторами – ЮМЗ-8040 та ХТЗ-16131.

3.2. Агротехнічні вимоги.

Сіють, коли оптимальна температура ґрунту на глибині загортання насіння +10...+14°C. Термін сівби: кінець квітня – початок травня (залежно від кліматичних умов регіону).

Основний обробіток – оранка або мінімальний обробіток на глибину 25-30 см. Передпосівний обробіток – вирівнювання, закриття вологи, передпосівна

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

культивация на глубину 3-5 см. Забезпечення дрібногрудкуватої структури ґрунту для рівномірного загортання насіння.

Вибір сівалки. Використання точного висіву або суцільної сівби з належним калібруванням. Забезпечення рівномірного розподілу насіння за глибиною та нормою висіву.

Глибина загортання насіння: легкі ґрунти: 4-5 см, важкі ґрунти: 3-4 см. У разі недостатньої вологості – до 5-6 см.

Оптимальна норма висіву – кількість рослин: 450-700 тис./га (залежно від зони вирощування та сортових особливостей). Вага насіння: 80–120 кг/га (залежно від розміру насіння та схожості).

Схема розміщення рослин. Міжряддя: 15-45 см (суцільний або широкорядний спосіб). Нормальне розміщення насіння без загущення або пропусків.

Рівномірність висіву. Допустиме відхилення від заданої густоти не більше $\pm 5\%$. Відхилення за глибиною не більше 1 см.

Внесення інокулянтів та добрив. Перед сівбою обробка насіння азотфіксуючими бактеріями (ризоторфін). Можливе внесення стартових добрив у рядок (фосфорні, калійні) з урахуванням норм.

Після сівби при необхідності коткування для забезпечення контакту насіння з ґрунтом. Контроль сходів через 7-10 днів.

3.3. Комплектування і підготовка посівного агрегату до роботи.

Для визначення оптимального посівного машино-тракторного агрегату проведемо розрахунки, враховуючи запропоновані марки тракторів. Насамперед визначимо необхідну агротехнічну швидкість, що забезпечить якісне виконання сівби сої. Використовуючи технічні характеристики наявних тракторів, підберемо відповідні робочі передачі, що дозволять виконати цю операцію з дотриманням агротехнічних вимог. Далі, на основі обраних передач, розрахуємо тягові характеристики, зокрема зусилля на гаку, що необхідне для забезпечення ефективної роботи агрегату. Отримані дані дадуть змогу обґрунтовано вибрати

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

найкращу комбінацію трактора і сівалки для досягнення високої продуктивності та якості посіву.

$$\text{ЮМЗ-8040} \quad V_m^{IV} = 8,9 \text{ км/год} \quad P_{н.зак} = 14,0 \text{ кН.}$$

$$\text{ХТЗ-16131} \quad V_m^{VII} = 9,59 \text{ км/год} \quad P_{н.зак} = 19,0 \text{ кН.}$$

Враховуючи нахил поля тягове зусилля визначимо за наступною формулою

$$P_{зак} = P_{н.зак} - Q_{тр} \cdot i, \quad (3.1)$$

де $P_{н.зак}$ – номінальне тягове зусилля тракторів на обраних передачах, кН;

$Q_{тр}$ – маса трактора, кН, ($Q_{тр}^{\text{ЮМЗ-8040}} = 31,5$ кН, $Q_{тр}^{\text{ХТЗ-16131}} = 44,8$ кН).

Тоді

$$P_{зак}^{VI} = 14 - 31,5 \cdot 0,04 = 13,8 \text{ кН.}$$

$$P_{зак}^{VII} = 19,0 - 44,8 \cdot 0,04 = 17,2 \text{ кН.}$$

Найбільша ширина захвату для кожного із двох агрегатів

$$B_{\max} = \frac{P_{зак}}{K + R_i}, \quad (3.2)$$

де K – питомий опір сівалок, кН/м, ($K = 1,7$ кН/м);

R_i – опір, що виникає при рухові на підйом, кН/м.

Опір, що виникає при рухові на підйом

$$R_i = \frac{G_m}{B_k} i, \quad (3.3)$$

де G_m – вага сівалки, кН, ($G_m = 12$ кН);

B_k – ширина захвату посівної машини, м.

$$R_i = \frac{12}{5,6} \cdot 0,04 = 0,09 \text{ кН.}$$

Звідки

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

$$B_{\max}^{\text{ЮМЗ-6080}} = \frac{13,8}{1,7 + 0,09} = 7,7 \text{ м.}$$

$$B_{\max}^{\text{ХТЗ-16131}} = \frac{17,2}{1,7 + 0,09} = 9,6 \text{ м.}$$

Звідки кількість посівних машин в агрегаті

$$n_c = \frac{B_{\max}}{B_k}.$$

$$n_c = \frac{7,7}{5,6} = 1,38; \quad n'_c = \frac{9,6}{5,6} = 1,7.$$

Для кожного трактора приймаємо одну сівалку.

Тоді, тяговий опір посівних агрегатів

$$R_{\text{агр}} = (K + R_i) B_k n_c. \quad (3.4)$$

$$R_{\text{агр}} = (1,7 + 0,09) \cdot 5,6 \cdot 1 = 9,7 \text{ кН.}$$

З урахуванням швидкості руху посівного агрегата тяговий опір машино-тракторних агрегатів

$$K_v = K[1 + \Pi(V_p - V_o)], \quad (3.5)$$

де K – опір МТА на швидкості руху 5 км/год;

Π – приріст питомого опору при збільшенні швидкості руху, ($\Pi = 0,025$);

V_p – швидкість руху посівного агрегату при роботі, км/год.

$$K_v = 1,7(1 + 0,025(8,9 - 5,0)) = 1,87 \text{ кН/м.}$$

$$K'_v = 1,7(1 + 0,025(9,59 - 5,0)) = 1,89 \text{ кН/м.}$$

Звідки

$$R_{\text{агр}} = (1,87 + 0,09) \cdot 5,6 \cdot 1 = 10,98 \text{ кН.}$$

$$R'_{\text{агр}} = (1,89 + 0,09) \cdot 5,6 \cdot 1 = 11,1 \text{ кН.}$$

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

Коефіцієнт завантаження двигуна тракторів

$$\eta_{m.з} = \frac{R_{азр}}{P_{зак}}. \quad (3.6)$$

$$\eta_{m.з} = \frac{10.98}{14} = 0,78; \quad \eta'_{m.з} = \frac{11,1}{19,0} = 0,58.$$

Змінна продуктивність МТА

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p, \quad (3.7)$$

де B_p – ширина захвату МТА, м;

V_p – швидкість руху МТА, км/год.

Швидкість руху посівного агрегату

$$V_p = V_m \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (3.8)$$

де V_m – теоретична швидкість руху вибраних тракторів, км/год;

δ – коефіцієнт пробуксовування коліс тракторів, ($\delta = 12...18 \%$).

$$V_p = 8,9 \left(1 - \frac{12}{100}\right) = 7,8 \text{ км/год},$$

$$V'_p = 9,59 \left(1 - \frac{18}{100}\right) = 7,86 \text{ км/год}.$$

T_p – час роботи зміни МТА, год.

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau, \quad (3.9)$$

де $T_{зм}$ – довжина робочої зміни, ($T_{зм} = 7$ год);

τ – використання часу зміни при сівбі, ($\tau = 0,8$).

$$T_p = 7 \cdot 0,8 = 5,6 \text{ год}.$$

Звідки

$$W_{зм} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 7,8 \cdot 5,6 = 24,4 \text{ га/зм}.$$

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

$$W'_{зм} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 7,86 \cdot 5,6 = 24,6 \text{ га/зм.}$$

Використання палива на гектар сівби для двох машино-тракторних агрегатів

$$Q_{га} = \frac{Q_{зм}}{W'_{зм}}, \quad (3.10)$$

де $Q_{зм}$ – витрати палива за робочу зміну, кг/зм.

Витрати палива за робочу зміну

$$Q_{зм} = Q_p \cdot T_p + Q_x T_x + Q_3 T_3, \quad (3.11)$$

де Q_p, Q_x, Q_3 – витрати палива за годину, під час холостого руху, на зупинки, відповідно, кг/год; ($Q_p = 9,5 \dots 13,5$; $Q_x = 11,5 \dots 13,5$; $Q_3 = 4,5 \dots 6,5$).

T_p, T_x, T_3 – робочий час, час холостих рухів й зупинок, відповідно, год.

$$T_x = T_3 = \frac{T_{зм} - T_p}{2}. \quad (3.12)$$

$$T_x = T_3 = \frac{7 - 5,6}{2} = 0,7.$$

$$Q_{зм} = 11 \cdot 5,6 + 5,5 \cdot 0,7 + 1,4 \cdot 0,7 = 101,08 \text{ кг/зм.}$$

$$Q'_{зм} = 12 \cdot 5,6 + 6,2 \cdot 0,7 + 1,2 \cdot 0,7 = 111,4 \text{ кг/зм.}$$

$$Q_{га} = \frac{101,08}{24,4} = 4,14 \text{ кг/га}; \quad Q'_{га} = \frac{111,4}{24,6} = 4,52 \text{ кг/га.}$$

Для розрахованих посівних МТА робимо порівняння їх роботи. Із розрахунків видно, що посівний агрегат у складі ХТЗ-16131 має більшу продуктивність за зміну, при цьому коефіцієнт використання тягового зусилля значно нижчий й витрати палива набагато більші, тому обираємо посівний агрегат у складі трактора ЮМЗ-8040 з сівалкою СЗТ-3,6.

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

3.4. Підготовка поля до роботи.

Перед початком роботи проводять ретельний огляд поля, визначають його стан і усувають можливі перешкоди, такі як каміння, залишки рослинності чи інші предмети, що можуть заважати виконанню операції. Після цього вибирають оптимальний напрямок руху відповідно до обраного способу проходження поля, враховуючи його рельєф, конфігурацію та особливості ґрунту.

Для забезпечення рівномірності роботи провішують лінію першого проходу, яка слугує орієнтиром для ведення посівного агрегату. Надалі його рух здійснюється згідно з розміченими напрямками, що дозволяє забезпечити рівномірне покриття площі без пропусків чи перекриттів.

На початковому етапі та в процесі роботи постійно контролюють якість виконання операцій, звертаючи увагу на рівномірність заглиблення робочих органів, точність дотримання напрямку руху та відповідність технологічним вимогам. У разі необхідності проводять оперативні регулювання для покращення якості обробітку.

Окремо передбачають поворотні смуги, які використовуються для здійснення маневрів та холостих заїздів. Це забезпечує безперебійну роботу агрегату, сприяє зменшенню навантаження на техніку та підвищує ефективність виконання польових операцій.

$$E = 3R_{\min} + l_a, \quad (3.13)$$

де R_{\min} – мінімальний радіус, при якому посівний агрегат може розвернутися, м, (для посівних причіпних агрегатів $R_{\min} = 1,7 \cdot B$, де B – ширина посівного агрегату, м).

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

l_a – довжина посівного агрегату (кінематична), м.

Кінематичну довжину посівного МТА визначимо за наступною формулою

$$l_a = l_m + l_{\text{м}},$$

l_m – довжина трактора (кінематична), м, для трактора ЮМЗ-8040) м, ($l_m = 1,6$ м);

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

l_m – довжина сівалки (кінематична), м, ($l_m = 1,2$ $l_m = 1,2$ м).

$$l_a = 1,6 + 1,2 = 2,8 \text{ м.}$$

Тоді ширина розворотної смуги

$$E = 3 \cdot 9,18 + 2,8 = 30,34 \text{ м.}$$

$$E = K \cdot B_p, \quad (3.14)$$

де K – кратність ширини розворотної смуги.

$$K = \frac{30,34}{5,40} = 5,6 \approx 6,0.$$

$$E = 6 \cdot 5,4 = 32,4 \text{ м.}$$

В даному випадку ширина розворотної смуги буде складати – 32,4 м.

Необхідна ширина загінки буде складати

$$C = \frac{10^4 (2...3) W_{zm}}{L}, \quad (3.15)$$

де W_{zm} – продуктивність за зміну агрегату для сівби, га/зм;

L – робоча довжина загінки, м ($L = 800$ м);

(2...3) – робочі зміни.

$$C = \frac{10^4 \cdot 2 \cdot 24,4}{800} = 610 \text{ м.}$$

Приймаємо ширину загінки $C = 610$ м, а ширину розворотної смуги $E = 32,4$ м.

3.5. Організація роботи агрегату в загінці.

Колеса трактора перед складанням посівного агрегату необхідно налаштувати таким чином: ширина колії повинна становити 1,4 м, розкоси механізму начеплення встановлюються на 51,5 см, а довжина верхньої тяги має бути в межах 60-63 см. Це забезпечує правильне зчеплення трактора з агрегатом і його стабільну роботу в полі.

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

Підготовка сівалки до роботи включає кілька важливих етапів. Спочатку необхідно розмістити посівні секції відповідно до заданої ширини міжряддя – 45 см. Потім проводиться налаштування висівних апаратів на потрібну норму висіву як посівного матеріалу, так і добрив. Для забезпечення рівномірного висіву потрібно правильно встановити виліт маркерів, що допоможе дотримуватися заданої ширини міжрядь при русі агрегату.

Додатково слід доукомплектувати сівалку необхідними робочими органами. Це можуть бути борони, які покращують загортання насіння, або котки, які ущільнюють ґрунт після висіву для покращення контакту насіння з ґрунтом і рівномірного проростання. Використання котків є особливо важливим на легких та сухих ґрунтах.

У кабіні трактора здійснюється налаштування системи контролю висіву насіння та рівня його в насінневих банках. Ці прилади дозволяють оператору відстежувати процес висіву в реальному часі, що допомагає уникнути пропусків або перевитрати насіння. На сівалці проводиться перевірка датчиків і блоків контролю висівної системи, що гарантує стабільну роботу обладнання та точність висіву.

Для сівби сої посівним агрегатом необхідно правильно відрегулювати довжину правого маркера, щоб забезпечити рівномірні міжряддя при русі трактора та точне накладання суміжних проходів агрегату. Це важливий етап, оскільки від нього залежить якість сівби та майбутній урожай.

Після виконання всіх налаштувань слід провести пробний прохід, щоб перевірити роботу всіх механізмів, точність висіву та відповідність налаштувань агротехнічним вимогам. У разі необхідності вносяться коригування для досягнення оптимальних показників роботи агрегату.

Визначаємо довжину маркерів правого (3.16) і лівого (3.17)

$$M_n = \frac{A - C}{2} + b_{cm}, \quad (3.16)$$

$$M_l = \frac{A + C}{2} + b_{cm}, \quad (3.17)$$

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

де $A = B - b$ мм, $b = b_{cm}$ – ширина між рядками, (в даному випадку $b = 450$ мм).

$$A = 5,4 - 0,45 = 4,95 \text{ м.}$$

Звідки

$$M_n = \frac{4,95 - 1,4}{2} + 0,45 = 2,23 \text{ м.}$$

$$M_n = \frac{4,95 + 1,4}{2} + 0,45 = 3,63 \text{ м.}$$

3.6. Контроль якості роботи.

Контроль якості сівби сої сівалкою – важливий етап, який впливає на рівномірність сходів, урожайність і економічну ефективність вирощування. Основні параметри, які потрібно перевіряти, наступні.

При попередній підготовці сівалки необхідно перевірити чи відповідає норма висіву заданим параметрам.

Стан сошників та висівних апаратів – переконатися, що вони не зношені і рівномірно висівають насіння.

Тиск і глибина висіву – для сої оптимальна глибина 3-5 см залежно від вологості ґрунту.

Контроль розподілу насіння. Рівномірність висіву – перевіряється шляхом вибіркового викопування рядків. Насіння повинно бути рівномірно розподілене по довжині рядка.

Норма висіву – перевіряється методом підрахунку насіння на метр погонної довжини рядка і порівняння з нормою.

Кількість двійників і пропусків – надмірне скупчення насіння або пропуски можуть свідчити про несправність сівалки або неправильне налаштування.

Контроль глибини загортання. Насіння має бути загорнуте рівномірним шаром ґрунту, без надмірного заглиблення або відкритих зерен.

Для контролю використовують лінійку або спеціальний вимірювач, щоб перевірити глибину висіву.

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

Контроль ущільнення ґрунту. Прикочувальні котки повинні забезпечувати хороший контакт насіння з ґрунтом, але не надмірне ущільнення.

Перевірити, що після проходження сівалки немає значних пустот або надмірної кірки.

Контроль схожості. Через 5-7 днів після сівби провести аналіз сходів. Рівномірність сходів – визначають кількістю рослин на погонний метр рядка. Відсоток схожості – зіставляють фактичну кількість пророслих рослин із нормою висіву.

Для точності висіву використовують GPS-контроль, якщо є можливість, проводять контроль в різних зонах поля, оскільки ґрунтові умови можуть змінюватися. Попереднє тестування сівалки виконують на невеликій ділянці, щоб внести корективи перед основним висівом.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

4.1. Обґрунтування модернізації сівалки.

Соя є однією з основних зернобобових культур, що набуває все більшого поширення в аграрному секторі завдяки високій урожайності та рентабельності. Однак стандартна зернова сівалка СЗТ-3,6 не повною мірою відповідає агротехнічним вимогам висіву сої через конструктивні особливості, зокрема систему висіву, глибину загортання насіння та відстань між рядками. Соя потребує знижених норм висіву в порівнянні з зерновими культурами, зернова сівалка призначена для суцільного посіву, тоді як для сої важлива рівномірність розподілу насіння. Це обумовлює необхідність модернізації агрегату.

Важливість дискових сошників у висіві сої. Дискові сошники є одним із найкращих варіантів для сівалок, які працюють в умовах різноманітних типів ґрунту, особливо за технологіями Mini-Till та No-Till.

Вони дозволяють:

- добре відкривати борозну без надмірного ущільнення ґрунту;
- забезпечувати рівномірну глибину загортання насіння;
- ефективно працювати на ґрунтах із великою кількістю рослинних решток;
- покращувати проростання завдяки якісному контакту насіння з ґрунтом.

Проте стандартні дискові сошники сівалки СЗТ-3,6 мають певні недоліки:

- погане самозачищення в умовах вологого ґрунту;
- недостатнє притискне зусилля для стабільної роботи на щільних ґрунтах;
- неможливість регулювання кута нахилу дисків;
- відсутність оптимального ущільнення борозни після висіву.

Оскільки для сої рекомендується ширше міжряддя (45 см), то пропонується передбачити можливість часткового відключення частини сошників для формування оптимальної схеми висіву.

Щоб забезпечити стабільну глибину загортання насіння незалежно від стану ґрунту, пропонується вдосконалити механізм регулювання тиску на сошники додаванням демпферних елементів для пом'якшення ударних навантажень.

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

4.2. Технологічний розрахунок.

4.2.1. Технологічний розрахунок бункерів для насіння і туків.

Бункери сівалок виконують роль ємностей для зберігання та подачі насіння під час сівби. Вони забезпечують утворення рівномірного зернового потоку, спрямовуючи насіння через вихідні отвори до сошників. Конструкція бункерів повинна відповідати певним вимогам: мати достатню місткість для забезпечення безперервної роботи без частих дозаправок, гарантувати рівномірне та стабільне подавання насіння до висівних апаратів незалежно від швидкості руху агрегату, а також сприяти ефективному використанню насіннєвого матеріалу.

Важливою характеристикою є об'єм зернового бункера, який визначається залежно від продуктивності сівалки, ширини захвату, норми висіву та умов експлуатації. Оптимальний розмір бункера дозволяє зменшити простой через дозаправку, що сприяє підвищенню ефективності посівного процесу. Необхідний об'єм бункера можна розрахувати за відповідною формулою.

$$V_c = \frac{L_r \cdot Q_n \cdot B}{10^4 \cdot \gamma_c \cdot \rho_n}, \quad (4.1)$$

де L_r – довжина поля, ($L_r = 800$ м);

Q_n – норма висіву сої, кг/га, ($Q_n = 60 \dots 140$ кг/га);

B – ширина захвату зернової сівалки, ($B = 3,6$ м);

γ_c – коефіцієнт заповнення зернового бункера, ($\gamma_c = 0,9$);

ρ_n – густина зерна сої, ($\rho_n = 0,75$ кг/дм³).

$$V_c = \frac{800 \cdot 100 \cdot 3,6}{10^4 \cdot 0,9 \cdot 0,75} = 426,6 \text{ дм}^3.$$

Враховуючи максимальні розміри насіння та їх норми приймаємо об'єм ящика $V_c = 450$.

Об'єм ящика для туків визначаємо за формулою

$$V_m = \frac{L_r \cdot Q_m \cdot B}{10^4 \cdot \gamma_m \cdot \rho_m}, \quad (4.2)$$

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

де Q_m – норма висіву мінеральних добрив, кг/га, ($Q_m = 200$ кг/га);

ρ_m – густина мінеральних добрив, ($\rho_m = 1,0$ кг/дм³).

$$V_m = \frac{1600 \cdot 200 \cdot 3,6}{10^4 \cdot 1,0 \cdot 0,9} = 185 \text{ дм}^3.$$

Приймаємо об'єм ящика для туків $V_m = 210$ дм³.

4.2.2. Технологічний розрахунок параметрів сошника.

Дискові площини сошника виконують роль бокових стінок, які змикаються у передній частині приблизно на рівні денної поверхні поля. Це конструктивне рішення забезпечує формування рівномірної борозни для висіву насіння та внесення добрив. Форма та розміри борозни залежать від кількох основних параметрів, зокрема від положення точки стику дисків b та кута їх розходження ψ , (рис. 4.1).

Ширина борозни визначається відповідно до конструктивних особливостей сошника та технологічних вимог до висіву. Відповідно до рисунка 4.1, її значення можна розрахувати за спеціальною формулою, яка враховує основні параметри сошника та його взаємодію з ґрунтом. Правильне налаштування цих параметрів дозволяє забезпечити оптимальні умови для рівномірного загортання насіння і добрив, що позитивно впливає на схожість культур і врожайність.

$$b = D(1 - \sin \gamma) \sin\left(\frac{\psi}{2}\right), \quad (4.3)$$

де D – діаметр диска сошника, ($D = 350$ мм);

γ – кут, який визначає положення М стику двох дисків відносно осі, ($\gamma = 40^\circ$);

ψ – кут розхилу дисків сошника, ($\psi = 10^\circ$).

Ширина створеної борозенки повинна бути дещо більша за максимальні розміри насіння, що висівається. Звідки

$$b = 350(1 - \sin 40^\circ) \sin\left(\frac{10^\circ}{2}\right) = 11 \text{ мм.}$$

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

Для розробки сошника потрібно врахувати кути θ між дисками у горизонтальній й вертикальній площинах η_0

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\theta}{2}\right) = \sin \gamma \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\psi}{2}\right), \quad (4.4)$$

$$\theta = 2\operatorname{arctg}(\sin 40^\circ \operatorname{tg} 5^\circ) = 6^\circ 30';$$

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\eta_0}{2}\right) = \cos \gamma \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\psi}{2}\right), \quad (4.5)$$

$$\eta_0 = 2\operatorname{arctg}(\cos 40^\circ \operatorname{tg} 5^\circ) = 7^\circ 40'.$$

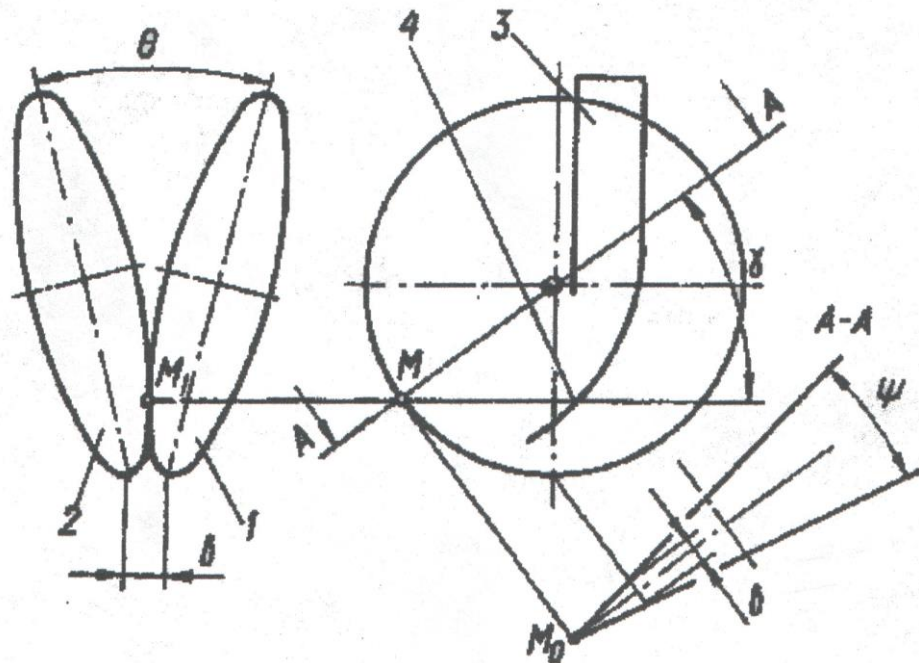


Рисунок 4.1 – Схема до розрахунку ширини борозни: 1, 2 – диски;

3 – насіннепровід 4 – напрямник

Кути θ і η_0 є важливими параметрами для правильного проектування насіннепровідної лійки 3 та напрямника насіння 4, які розташовуються в розхилі між дисками 1 і 2 сошника, а також в корпусі сошника. Це забезпечує точне і ефективно спрямування насіння під час його подачі до ґрунту. Лійка та напрямник насіння повинні мати таку конструкцію, щоб насіння, проходячи через ці елементи, спрямовувалося до передньої частини сошника, але знаходилося нижче точки Б стику дисків. Це розташування важливе, оскільки

Таким чином, забезпечення правильної відстані між рядами сошників є ключовим фактором для оптимальної роботи сільськогосподарської техніки.

Величина зони деформації ґрунту в повздовжньому напрямі залежить від ряду чинників, таких як швидкість руху техніки, тип ґрунту та робочі характеристики сошників. Для її визначення використовується спеціальна формула, яка враховує ці параметри, що дозволяє точно розрахувати оптимальну відстань між рядами для запобігання зливанню горбиків і порушенню процесу борозноутворення.

$$l_x = \left(\frac{h}{\operatorname{tg} \varphi} + 0,5b \right) \sin \left(\frac{\eta}{2} + \varphi \right), \quad (4.6)$$

де b – відстань між двома дисками внизу сошника, мм;

$\eta = \eta_0$, η_0 – кут між двома дисками сошника у горизонтальній площі, град;

φ – кут тертя ґрунту об сошник, град;

h – глибина сівби, мм.

$$l_x = \left(\frac{80}{\operatorname{tg} 35^\circ} + 0,5 \cdot 10,9 \right) \sin \left(\frac{7^\circ 40'}{2} + 35^\circ \right) = 75,4 \text{ мм.}$$

Величина деформації ґрунту у поперечному напрямку

$$b_x = \left(\frac{2h}{\operatorname{tg} \varphi} + c \right) \cos \left(\frac{\eta}{2} + \varphi \right), \quad (4.7)$$

де $c = b + \sqrt{\frac{2hD}{3} - \left(\frac{2h}{3} \right)^2} \cdot \sin \left(\frac{\eta_0}{2} \right)$, мм;

D – діаметр диска, мм.

$$c = 11 + \sqrt{\frac{2 \cdot 30 \cdot 350}{3} - \left(\frac{2 \cdot 30}{3} \right)^2} \cdot \sin \left(\frac{8^\circ}{2} \right) = 16 \text{ мм;}$$

$$b_x = \left(\frac{2 \cdot 50}{\operatorname{tg} 30^\circ} + 16 \right) \cos \left(\frac{8^\circ}{2} + 30^\circ \right) = 157 \text{ мм.}$$

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

4.3. Кінематичний розрахунок механізму підйому сошників.

Для детального розрахунку зусиль, які діють на шток гідроциліндра та ланки механізму підйому, застосовують графоаналітичний метод, що дає змогу врахувати всі важливі фактори в механізмі руху та взаємодії сил. Цей метод дозволяє на основі побудови графічних моделей планів швидкостей та їх аналізу визначити потрібні зусилля, що діють на елементи системи, рис. 4.4.

Важливим етапом є використання повернутих планів швидкостей двоплечевого важеля 6 та повідка 1. Важіль використовують для точок E та A . Точка E є точкою прикладання маси сошника, а точка A - точкою прикладання сили $P_{ш}^I$, що діє вздовж штока гідроциліндра. Це дозволяє врахувати механічні властивості важелів і розрахувати вплив сил на шток і ланки підйомного механізму.

Полюсом планів швидкості обирають нерухому точку D , що є вихідною для подальших розрахунків. Для цього застосовують повернутий план швидкостей NLE , на основі якого будується трикутник швидкостей NLE . Цей трикутник допомагає визначити необхідні вектори швидкостей для різних точок механізму. Точку N суміщають з точкою D для отримання точних значень швидкості, що впливають на всю систему.

Далі, для визначення всіх сил, що діють у механізмі, до нерухомої точки D добудовують план швидкостей ланки ABC . При цьому точку B суміщають з точкою D , і відповідно дотримуються рівності та паралельності відстаней і напрямків вектора швидкості між точками A , B та C . Так, забезпечується коректний аналіз механізму, оскільки враховуються всі важливі вектори сил, що діють на ланки механізму.

Тепер до точки A прикладається вектор сили $P_{ш}$, що відповідає навантаженню, яке передається через шток гідроциліндра. Вектор сили R_n прикладається до точки L , а вектор сили Q - до точки E , що відповідає точці прикладання маси сошника. Це дозволяє у повній мірі врахувати всі сили, що діють на механізм при підйомі сошників. Розрахунок цих сил дає змогу

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

визначити зусилля, яке необхідне для підняття сошників і забезпечення їх стабільної роботи.

Завдяки такому підходу, що базується на графоаналітичному методі, можна отримати точні результати для оптимізації конструкції механізму підйому та зменшення втрат енергії в процесі роботи системи. Цей метод також дозволяє врахувати змінні умови роботи, що є важливим аспектом при проектуванні та експлуатації таких механізмів.

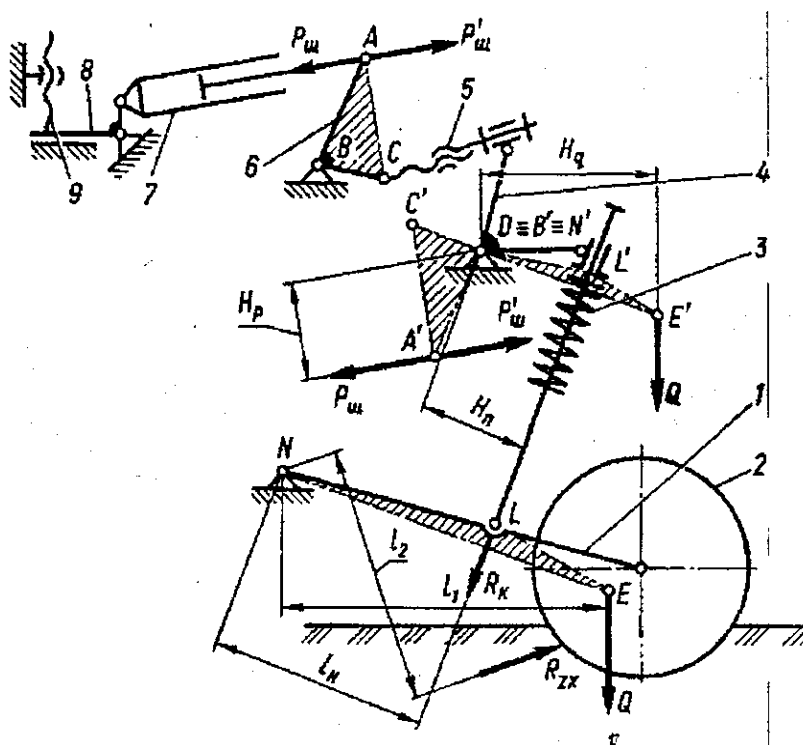


Рисунок 4.6 – Схема до розрахунку підвіски сошника

$$P_{ш} = P_{ш1} + P_{ш2}, \quad (4.8)$$

де $P_{ш1} = \frac{Q_1 H_{g1}}{H_p}$ – передній ряд сошників;

Q_1 – сила ваги переднього ряду сошників, ($Q_1 = Q \cdot n_1$);

Q – вага одного сошника, Н;

n_1 – кількість сошників, встановлених спереду;

n – загальна кількість сошників на сівалці, ($n = 24$);

R_n – величина тиску пружини штанги сошника;

Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

f – коефіцієнт зчеплення пневматичних коліс з ґрунтом, $f = 0,4$;

D_k – діаметр коліс, м;

k – кількість коліс для приводу, ($k = 2$).

$P_{u2} = \frac{Q_2 H_{g2}}{H_p}$ – задній ряд сошників;

Q_2 – вага передніх сошників, $Q_2 = Q \cdot n_2$;

n_2 – кількість сошників, встановлених у задньому ряду.

Вага одного сошника сівалки СЗТ-3,6А – 130 Н.

$$Q_1 = Q_2 = 130 \cdot 12 = 1560.$$

$$n_1 = n_2 = 12 \text{ шт.}$$

Згідно розрахункової схеми підвіски сошників

$$H_p = 150 \text{ мм}, H_{g1} = 230 \text{ мм}, H_{g2} = 700 \text{ мм},$$

$$P_{u1} = \frac{230 \cdot 1560}{115} = 3120 \text{ Н},$$

$$P_{u2} = \frac{700 \cdot 1560}{115} = 9496 \text{ Н},$$

$$P_{u} = 3120 + 9496 = 12616 \text{ Н} = 1262 \text{ кг.}$$

Для піднімання сошників приймаємо гідроциліндр Ц-55.

4.4. Силовий аналіз механізмів сівалки.

Найбільший крутний момент, що може створити опорно-приводне колесо можна визначити за наступною формулою

$$M = \frac{fG - D_k}{2k}, \quad (4.9)$$

де G – вага сівалки, яка припадає на колеса, Н;

$$G = G_c - n(R_n + Q_1),$$

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

де G_c – вага сівалки з повними бункерами, ($G_c = 1752 \text{ кг} = 17520 \text{ Н}$);

D_k – діаметр опорно-приводних коліс сівалки, м ($D_k = 1,245 \text{ м}$);

κ – кількість коліс на сівалці, ($\kappa = 2$).

Маса сівалки, яка тисне на колеса

$$G = 17520 - 24(510 + 130) = 2160 \text{ Н.}$$

Звідки

$$M = \frac{0,4 \cdot 2160 - 1,245}{2 \cdot 2} = 268,9 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

$$M_{\max} = 269 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Обертальний момент на висівних апаратах

$$M_K = \frac{M_{\max} \eta}{i}, \quad (4.10)$$

де η – ККД передачі приводу висівних апаратів;

η_1 – ККД ланцюгової передачі, ($\eta_1 = 0,9 \dots 0,93$);

η_2 – ККД підшипників, ($\eta_2 = 0,98 \dots 0,99$);

η_3 – ККД відкритої зубчатої пари, ($\eta_3 = 0,98 \dots 0,99$);

η_4 – ККД підшипників кочення, ($\eta_4 = 0,99$).

$$\eta = 0,92 \cdot 0,99 \cdot 0,99 \cdot 0,99 = 0,89.$$

i – передаточне число, ($i = 0,428$ для сої при висіву $Q = 100 \text{ кг/га}$).

$$M_K = \frac{269 \cdot 0,89}{0,428} = 559,4 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Звідки переріз вала

$$d = \sqrt[3]{\frac{GM_K}{[\xi_{Kp}]}} \quad (4.11)$$

де $[\xi_{Kp}]$ – допустиме напруження скручування, мПа, ($[\xi_{Kp}] = 30^0 \text{ мПа}$ для сталь 45).

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

$$d = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot 559,4}{30 \cdot 10^6}} = 1,12 \cdot 10^{-2} \text{ м.}$$

Остаточно приймаємо діаметр вала – $d = 15$ мм.

4.5. Розрахунок деталей та вузлів на міцність.

Конструкція вала повинна відповідати ряду важливих вимог, зокрема забезпечувати достатню міцність і жорсткість, необхідні для стабільної та безперебійної роботи як самого вала, так і підшипників. Окрім цього, важливими критеріями є технологічність конструкції, що полегшує процес її виготовлення, а також економічність, яка передбачає раціональне використання матеріалу без зайвих витрат.

Для проведення розрахунку вала на складний опір необхідно побудувати його розрахункову схему. Цей процес включає декілька етапів: визначення та розмітку точок, де розташовані умовні опори, встановлення величини та напрямку сил, що діють на вал, а також визначення точок їх прикладення. Це дозволяє більш точно оцінити навантаження, що виникають під час експлуатації, і відповідно забезпечити надійність конструкції.

У випадку, якщо в опорі використовується лише один радіальний підшипник, розрахункову точку опори необхідно розташувати посередині ширини підшипника, що сприятиме рівномірному розподілу навантаження. Розрахункові сили, які впливають на вал, наприклад, з боку приводної зірочки туковисівного апарата, приймаються як зосереджені. Вони розміщуються в середині довжини елементів, що їх сприймають, що дає змогу спростити аналіз механічних навантажень і точніше визначити необхідні параметри конструкції.

Після цього складається повна розрахункова схема вала (рис. 4.7), яка дозволяє більш детально аналізувати діючі сили та моменти. У системі ланцюгової передачі приводу апарата на зірочку вала впливають колові сили F_t і F_r , які визначають навантаження на конструкцію та потребують ретельного аналізу для забезпечення її довговічності та ефективності роботи.

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

$$F_t = \frac{2M}{d_\partial} \quad (4.12)$$

$$F_r = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (4.13)$$

де M – крутний момент на валу висівного апарата, Н·м;

d_∂ – діаметр зірочки приводу, м;

α – нахил вітки ланцюга, град.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{d_{\partial_2} - d_{\partial_1}}{2a}, \quad (4.14)$$

де a – відстань між осями передачі, м.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{140 - 80}{2 \cdot 470} = 0,0638.$$

$$F_t = \frac{2 \cdot 1,43}{0,08} = 35,75 \text{ Н.}$$

$$F_r = 35,75 \cdot 0,0638 = 2,3 \text{ Н.}$$

Оскільки зірочки ведучого та веденого валів мають однакову кількість зубців, зусилля (T , Н), що діє на ланцюг висівного апарата, розташоване в площині дії колових зусиль. Це означає, що передача обертального моменту відбувається рівномірно, без зміни передавального відношення.

Для визначення опорних реакцій у точках B і C необхідно розглянути рівновагу системи в площині ZY , оскільки саме в цій площині діють радіальні зусилля. Враховуючи статичну рівновагу та вплив зовнішніх навантажень, можна визначити значення опорних реакцій, які забезпечують стійкість конструкції.

$$\sum M_B = 0; \quad -F_r \cdot 105 + R_{Cy} \cdot 98 = 0.$$

$$R_{Cy} = \frac{F_r \cdot 15}{98} = \frac{2,3 \cdot 105}{98} = 2,46 \text{ Н;}$$

$$\sum M_C = 0; \quad -F_r \cdot 203 + R_{By} \cdot 98 = 0.$$

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Для перевірки

$$\sum Y = F_r - R_{By} + R_{Cy}.$$

$$\sum Y = 2,3 - 4,76 + 2,46 = 0.$$

Визначаємо реакції в точці В і точці С, які знаходяться в площі ZX (колових зусиль).

$$\sum M_B = 0; \quad F_t \cdot 105 + T \cdot 40 - R_{Cx} \cdot 98 - T \cdot 18 = 0.$$

$$R_{Cx} = \frac{F_t \cdot 105 + T \cdot 40 - T \cdot 138}{98} = \frac{35,75 \cdot 105 + 31,8 \cdot 40 - 31,8 \cdot 138}{98} = 6,5 \text{ Н.}$$

$$\sum M_C = 0; \quad F_t \cdot 203 + T \cdot 18 - R_{Bx} \cdot 98 - T \cdot 40 = 0.$$

$$R_{Bx} = \frac{F_t \cdot 203 + T \cdot 138 - T \cdot 40}{98} \text{ Н.}$$

$$R_{Bx} = \frac{35,75 \cdot 203 + 31,8 \cdot 18 - 31,8 \cdot 40}{98} = 105,8.$$

Для перевірки

$$\sum X = -F_t - T + R_{Bx} - R_{Cx} - T = 0.$$

$$\sum X = -35,75 - 31,8 + 15,85 - 3,8 - 6,5 = 0.$$

Будуємо епюр згинальних моментів за характерними точками в площі YZ (радіальні зусилля).

$$M_A = 0.$$

$$M_E = -F_r \cdot 65 = -2,3 \cdot 65 = -149,5 \text{ Н}\cdot\text{мм.}$$

$$M_B = -F_r \cdot 105 = -2,3 \cdot 15 = -241,5 \text{ Н}\cdot\text{мм.}$$

$$M_D = 0.$$

$$M_C = 0.$$

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

Так само будемо епюр згинальних моментів в площі $XZ XZ$ (колові зусилля).

$$M_A = 0.$$

$$M_E = F_t \cdot 65 = 35,75 \cdot 65 = 2323,8 \text{ Н}\cdot\text{мм}.$$

$$M_B = F_t \cdot 105 + T \cdot 40 = 35,75 \cdot 105 + 31,8 \cdot 4 = 5025,8 \text{ Н}\cdot\text{мм}.$$

$$M_D = 0.$$

$$M_C = T \cdot 40 = 31,8 \cdot 40 = 1272 \text{ Н}\cdot\text{мм}.$$

Загальний момент згину в небезпечних перерізах (B) і (E)

$$M_B = \sqrt{241,5^2 + 5025,8^2} = 5032 \text{ Н}\cdot\text{мм}.$$

$$M_E = \sqrt{149,5^2 + 232,8^2} = 228,6 \text{ Н}\cdot\text{мм}.$$

Результуючий момент в (B) і (E)

$$M_{np} = \sqrt{M_z^2 + 0,45 \cdot M_{кр}^2}. \quad (4.15)$$

$$M_{npB} = \sqrt{5032^2 + 0,45 \cdot 720^2} = 5055 \text{ Н}\cdot\text{мм}.$$

$$M_{npE} = \sqrt{2328,6^2 + 0,45 \cdot 1430^2} = 2518 \text{ Н}\cdot\text{мм}.$$

Звідки небезпечний переріз (точка B). Тоді діаметр вала в точці B

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{M_{np}}{0,1 \cdot [G_{-1}]}} \quad (4.16)$$

де $[G_{-1}]$ – допустиме напруження в точці B , $[G_{-1}] = 40$ МПа.

$$d = \sqrt[3]{\frac{5055}{0,1 \cdot 40}} = 27,9 \text{ мм}.$$

На основі проведених розрахунків приймаємо $d = 30$ мм.

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

4.6. Висновки по розділу.

У ході дослідження було проведено аналіз конструкції та функціональних особливостей сівалки СЗТ-3,6 з метою її модернізації для ефективного висіву сої. Було визначено, що стандартна зернова сівалка не повною мірою відповідає агротехнічним вимогам висіву сої, що зумовило необхідність удосконалення конструкції.

Виявлено, що соя потребує зниженої норми висіву та рівномірного розподілу насіння, що неможливо реалізувати за допомогою стандартної конструкції сівалки.

Запропоновано застосування дискових сошників, які забезпечують рівномірну глибину загортання насіння та покращений контакт з ґрунтом.

Визначено оптимальні об'єми бункерів для насіння (450 дм³) та туків (210 дм³). Проведено розрахунок параметрів сошників, які забезпечують правильне формування борозни та рівномірний висів.

Проаналізовано механізм підйому сошників, що дозволяє оптимізувати зусилля для їхньої стабільної роботи. Виконано розрахунок необхідних зусиль у штоку гідроциліндра.

Визначено крутний момент на опорно-приводному колесі (269 Н·м) та обертальний момент на висівних апаратах (4,56 Н·м). Проведено розрахунок валів, підтверджено їхню міцність і обґрунтовано вибір діаметра вала (30 мм).

Виконано статичний розрахунок навантажень та сил, які діють на конструкцію. Перевірено міцність основних елементів сівалки, що підтвердило їхню надійність у процесі експлуатації.

Модернізація сівалки дозволяє покращити якість висіву сої завдяки точнішому розподілу насіння, зменшенню ущільнення ґрунту та оптимізації конструктивних параметрів. Виконані розрахунки підтвердили, що всі модернізовані вузли та агрегати працюватимуть надійно та ефективно.

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

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, які можуть виникнути при вирощуванні сої.

Вирощування сої є важливим сільськогосподарським процесом, який забезпечує продовольчу безпеку та розвиток аграрного сектору. Проте цей процес супроводжується різними небезпечними і шкідливими факторами, які можуть негативно впливати на здоров'я працівників, стан довкілля та якість продукції.

Хімічні фактори. Для захисту сої від хвороб і шкідників використовують пестициди, гербіциди, фунгіциди та інсектициди. Вони можуть спричиняти:

- отруєння – при вдиханні парів або контакті зі шкірою (головний біль, нудота, подразнення очей, алергії);
- канцерогенний ефект – деякі хімічні речовини можуть викликати онкологічні захворювання при тривалому впливі;
- забруднення ґрунтів та води – накопичення залишків хімікатів у ґрунті знижує його родючість і загрожує екосистемам.

Для підвищення врожайності використовують азотні, фосфорні та калійні добрива. Вони можуть викликати:

- нітратне забруднення – надмірне застосування азотних добрив призводить до накопичення нітратів у продукції, що небезпечно для здоров'я людини;
- закислення або засолення ґрунту – порушення кислотно-лужного балансу, що знижує родючість землі.

Пил від обробки насіння. Оброблене протруйниками насіння може виділяти токсичні сполуки, які подразнюють дихальні шляхи, викликають алергію та погіршують загальний стан організму.

Фізичні фактори. При підготовці ґрунту та зборі врожаю утворюється велика кількість пилу, який може містити залишки пестицидів і мікроорганізмів. Це призводить до захворювань дихальної системи (бронхіт, астма, пневмоконіоз) та алергічних реакцій (сльозотеча, свербіж, подразнення шкіри).

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

Робота з важкою сільськогосподарською технікою (трактори, комбайни, сівалки) призводить до захворювань опорно-рухового апарату (остеохондроз, артрит, радикуліт) та зниження слуху через тривалий вплив шуму.

Механічні небезпеки. Робота з технікою, ланцюговими механізмами та ріжучими інструментами може спричинити травми (порізи, удари, переломи), опіки при роботі з гарячими частинами двигуна.

Біологічні фактори. Соя піддається нападам комах-шкідників (попелиці, павутинного кліща, бобової вогнівки). Вони можуть переносити інфекційні хвороби, сприяти зараженню рослин грибками та бактеріями.

Фітопатогенні мікроорганізми. Грибки, бактерії та віруси можуть уражати рослини та становити небезпеку для людини: грибкові спори викликають алергію та хвороби дихальних шляхів, бактеріальні інфекції можуть спричиняти кишкові розлади.

5.2. Заходи забезпечення нормальних умов праці при вирощуванні сої.

Щоб мінімізувати ризики, необхідно:

- дотримуватись правил застосування пестицидів та добрив;
- використовувати засоби індивідуального захисту (респіратори, рукавички, спеціальний одяг);
- організовувати режим роботи з регулярними перервами;
- механізувати процеси для зменшення фізичного навантаження;
- впроваджувати екологічні технології (краплинний полив, сівозміни);
- проводити навчання працівників щодо безпечного поводження з хімікатами та технікою.

5.3. Висновки по розділу.

Вирощування сої – це процес, що супроводжується численними ризиками, які можуть загрожувати здоров'ю працівників і навколишньому середовищу. Дотримання технологій безпеки, застосування екологічних методів ведення сільського господарства та використання засобів індивідуального захисту допоможе мінімізувати негативні наслідки та забезпечити ефективне виробництво сої.

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

6. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Дослідження, проведене у кваліфікаційній роботі, підтверджує актуальність вирощування сої як важливої аграрної культури, що має значний економічний, екологічний та технологічний потенціал. У ході роботи було здійснено детальний аналіз всіх етапів виробництва сої – від вибору сорту і підготовки ґрунту до збирання врожаю та його подальшої переробки.

У роботі наголошено, що соя є однією з найбільш рентабельних сільськогосподарських культур завдяки її високій врожайності, широкому спектру застосування у харчовій, кормовій, фармацевтичній та промисловій сферах. Попит на сою стабільно зростає, особливо з боку Китаю, ЄС та США, що робить її вигідною культурою для вирощування та експорту.

У роботі розглянуто основні елементи агротехнології вирощування сої. Соя має розвинену кореневу систему з бульбочковими бактеріями, що дозволяє їй фіксувати атмосферний азот, збагачуючи ґрунт і зменшуючи потребу у мінеральних добривах.

Соеві культури є добрими попередниками для пшениці, кукурудзи та інших зернових культур завдяки покращенню структури ґрунту та його збагаченню азотом. Оптимальний період повернення сої на те ж саме поле становить 3-4 роки, що дозволяє уникнути накопичення хвороб і шкідників.

Передпосівне внесення фосфорних і калійних добрив сприяє розвитку кореневої системи. Інокуляція насіння азотфіксуючими бактеріями дозволяє покращити засвоєння азоту. Внесення мікроелементів, таких як бор, молібден і цинк, позитивно впливає на формування бобів.

Важливим етапом є вибір якісного насіння з високою схожістю (не менше 85%). Обробка протруйниками дозволяє захистити насіння від хвороб і шкідників. Оптимальна норма висіву становить 450-700 тис. насінин/га, а глибина загортання – 3-6 см залежно від типу ґрунту.

Найбільш критичними періодами є фаза цвітіння та наливу бобів, коли соя потребує достатньої кількості вологи. Для контролю бур'янів застосовують

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

механічні та хімічні методи боротьби. Вчасне внесення фунгіцидів та інсектицидів допомагає знизити ризики поширення хвороб і шкідників.

Збирання проводиться при вологості зерна 13-15%. Важливо правильно налаштувати комбайн для мінімізації втрат та пошкодження насіння. Після збору врожаю рекомендується додаткове досушування зерна для кращого зберігання.

Окрему увагу приділено вдосконаленню процесу сівби. У роботі розглянуто проблему недостатньої точності висіву сої стандартними зерновими сівалками та запропоновано модернізацію агрегату.

Встановлення дискових сошників для покращення рівномірності загортання насіння. Вдосконалення механізму регулювання тиску на сошники для роботи на різних типах ґрунту. Оптимізовано розміщення сошників для формування правильних міжрядь.

Визначено необхідний об'єм бункера для насіння та добрив. Обчислено оптимальні параметри сошника, кути нахилу дисків та ширину борозни. Розраховано взаємне розташування сошників для забезпечення рівномірного посіву.

Проведений аналіз показав, що ефективно вирощування сої потребує комплексного підходу, що включає правильний вибір сорту, оптимізацію технології обробітку ґрунту, використання якісного насіння, внесення добрив і засобів захисту рослин, а також своєчасне збирання врожаю.

Запропонована модернізація сівалки дозволяє покращити якість посіву, що позитивно впливає на рівномірність сходів та врожайність культури.

Отримані результати можуть бути використані для удосконалення існуючих технологій вирощування сої у сільськогосподарських підприємствах, а також у навчальних і науково-дослідних установах.

Таким чином, вирощування сої залишається перспективним напрямком аграрного виробництва, а впровадження сучасних технологій дозволяє підвищити ефективність та рентабельність цієї культури.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Алдошин О.Б., Лузан О.Р. Аналіз основних типів сівалок для прямої сівби зернових культур. Досягнення та перспективи галузі сільськогосподарського виробництва: зб. тез доповідей Всеукраїнської наук.-практ. конф., 15-17 квітня 2015 р. Кіровоград: КНТУ, 2015. С. 10-13.
2. Бондаренко М.Г., Демещук В.А. Комплектування і використання машино-тракторного парку в рослинництві: Підручник. Київ: Вища шк., 1995. 237 с.
3. Вирощування сої за класичною технологією: веб-сайт. URL: <https://kurkul.com/spetsproekty/636-viroschuvannya-soyi-za-klasichnoyu-tehnologiyeyu> (дата звернення: 12.04.2025).
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. Зирянов В. Сучасні просапні сівалки. Сільськогосподарська техніка України. 1998. №3. С. 34-35.
7. Комаристов В.Ю., Петренко М.М., Косінов М.М. Сільськогосподарські машини. Київ: Урожай, 1996. 240 с.
8. Кошук О.Б., Лузан П.Г., Мося І.А. та ін. Сільськогосподарські і меліоративні машини. Київ: ПТО НАПН України, 2015. 291 с.
9. Лішенко А.С, Лузан О.Р., Лузан П.Г. Аналіз конструкцій та вибір сошника для прямої сівби зернових культур. Збірник праць молодих науковців КНТУ. Вип. 2. 2013. С. 21-25.
10. Лузан О.Р., Алдошин О.Б. Аналіз використання зернових сівалок з дисковими сошниками в енергоощадних технологіях. Інноваційний потенціал світової науки - ХХІ сторіччя: зб. матеріалів ХХХІ Міжнар. наук.-практ. конф., 25 лют. -1 берез. 2015.: інтелект-портал Nauka.zinet.info. Режим доступу до інтелект-порталу <http://nauka.zinet.info/>.

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

11. Лузан П.Г., Лузан О.Р. Екологічні аспекти вирощування зернових культур. Функціонування АПК на засадах раціонального природокористування : матеріали І Всеукр. наук.-практ. конф. 26 трав. 2017 р. Полтава: ПДАА, 2017. С. 36-38.
12. 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.
13. 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: зб. матеріалів ІІІ Всеукр. наук.-практ. конф. 29-30 бер. 2017 р. Житомир: ЖНАЕУ, 2017. С.33- 35.
14. 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.
15. Мачок Ю.В., Сало В.М., Лузан П.Г. Особливості взаємодії вертикально розміщеного леза сошника з ґрунтом. Тези доповідей. Кіровоград: КНТУ, 2013. С. 21-23.
16. Сало В.М., Лещенко С.М., Лузан П.Г. Машини для обробітку ґрунту та внесення добрив. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. Харків: Мачулін, 2016. 244 с.
17. 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.
18. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин.: Підручник. Київ: Вища школа, 1993. 556 с.
19. 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.

20. Сало В., П. Лузан Дисконий та анкерний сошники для прямого висіву зернових культур. Пропозиція, 2016. Вип. №6 С. 158-163.
21. 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.
22. 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 ХХІ сторіччі», 2-10 листопада 2011 г. Дослідницьке, Мелітополь, 2011. С. 61-65. URL: www.tsaa.org.ua.
23. Сисолін П.В. та ін. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. із спец. «Машини та обладнання с.-г. вир-ва» / За ред. М.І. Черновола. Кн. 1: Машини для рільництва / П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.М. Кропівний; За ред. М.І. Черновола. Київ: Урожай, 2001. 384 с.
24. Сисолін П.В., Сало В.М., Свірень М.О. Сільськогосподарські машини (практичні заняття). Кіровоград, 2002. 132с.
25. Сисолін П.В., Свірень М.О. Висівні апарати сівалок (еволюція конструкцій, розрахунки параметрів). Кіровоград, Кіровоградська друкарня, 2004. 160 с.
26. Соя: норма висіву, густина рослин і ширина міжрядь: веб-сайт. URL: [https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/19933-soia-norma-vysivu-hustota-roslyn-i-shyryna-mizhriad.html#:~:text=\(дата звернення: 12.04.2025\)](https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/19933-soia-norma-vysivu-hustota-roslyn-i-shyryna-mizhriad.html#:~:text=(дата звернення: 12.04.2025)).
27. Технологія вирощування сої: насіння, інокуляція, живлення та захист: веб-сайт. URL: [\(дата звернення: 12.04.2025\)](https://www.eridon.ua/tehnologiya-viroschuvannya-soyi-nasinnya-inokulyaciya-jivlennya-ta-zahist).
28. ТОП-10 експортерів сої із України: веб-сайт. URL: [\(дата звернення: 12.04.2025\)](https://latifundist.com/rating/top-10-eksporterov-soi-iz-ukrainy).
29. Україна утримається у топ-10 світових виробників сої: веб-сайт. URL: [\(дата звернення: 12.04.2025\)](https://agroportal.ua/news/rastenievodstvo/ukrajina-utrimuyetsya-u-top-10-svitovih-virobnikiv-soji).

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

30. Урожайність сої на Кіровоградщині у 2021 в понад два рази вища, ніж торік веб-сайт. URL: <https://superagronom.com/news/14265-urojajnist-soyi-na-kirovograd-schini-u-2021-v-ponad-dva-razi-vischa-nij-torik> (дата звернення: 12.04.2025).

31. 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.

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

ДОДАТКИ

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

