

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Технічної механіки та сільськогосподарських машин

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Підвищення ефективності посіву зернових культур
з модернізацією сівалки СЗС-2,8**

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МГс-41

спеціальності 208

Агроінженерія

(шифр і назва спеціальності)

Сукач А.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Олексюк А.В.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Сташків М.Я.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Бабій А.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2026

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Технічної механіки та сільськогосподарських машин
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Бабій А.В.
(прізвище та ініціали)
« » 20__ р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 208 Агроінженерія
(шифр і назва спеціальності)

студенту Сукачу Андрію Віталійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Підвищення ефективності посіву зернових культур з модернізацією сівалки СЗС-2,8

Керівник роботи Олексюк Василь Петрович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 22 » січня 2026 року № 4/9-56

2. Термін подання студентом завершеної роботи 26 червня 2026 року

3. Вихідні дані до роботи Стерньова зернова сівалка СЗС-2,8;
базова конструкція сошника; продуктивність – до 2,8 га/год; ширина захвату – 2,8 м;
робоча швидкість – до 10 км/год.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
Реферат. Вступ. 1. Оглядова частина. 2. Обґрунтування експлуатаційних характеристик посівного агрегату. 3. Проектна частина. 4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці. Загальні висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
1. Аналіз сучасних технологій посіву зернових культур. 2. Огляд техніки для посіву зернових культур. 3. Сівалка зернова СЗС-2,8. Загальний вигляд. 4. Сівалка зернова СЗС-2,8. Схема технологічна. 5. Каток. Складальне креслення. 6. Розподільувач насіння. Складальне креслення. 7. Сошник. Складальне креслення. 8. Деталювання.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Лазарюк В.В., доцент		

7. Дата видачі завдання

22.01.2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Оглядова частина	02.02.2026 р.	
2	Обґрунтування експлуатаційних характеристик посівного агрегату	09.02.2026 р.	
3	Проектна частина.	15.05.2026 р.	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	25.05.2026 р.	
5	Реферат. Вступ. Висновки.	05.06.2026 р.	
6	Ілюстративна частина. Додатки	15.06.2026 р.	

Студент

_____ (підпис)

Сукач А.В.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Олексюк В.П.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Автор роботи – Сукач Андрій Віталійович

Тема роботи – «Підвищення ефективності посіву зернових культур з модернізацією сівалки СЗС-2,8».

Робота виконана на кафедрі технічної механіки та сільськогосподарських машин Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Керівник роботи – Олексюк Василь Петрович, кандидат технічних наук, доцент кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин.

Актуальність теми роботи

У комплексі робіт з вирощування зернових культур посів займає одне з провідних місць. Від способу посіву із забезпеченням усіх агротехнічних вимог багато в чому залежить врожайність оброблюваних культур. Якість посіву прийнято оцінювати рівномірністю розподілу насіння як за площею поля, так і за глибиною закладення. Чим вони рівномірніше розподілені, тим кращі умови харчування та освітлення рослин, дружніші сходи, менша внутрішньовидова конкуренція і впровадження бур'янів, отже, вищий урожай.

Для більшості господарств України актуальним залишається використання механічних зернових сівалок, які відзначаються простотою конструкції та невисокою вартістю експлуатації. Разом з тим вони потребують удосконалення окремих вузлів для забезпечення сучасних вимог до якості посіву.

Удосконалення конструкції сівалки СЗС-2,8 дозволить забезпечити більш рівномірний висів насіння, підвищити продуктивність агрегату, знизити втрати посівного матеріалу та покращити агротехнічні показники роботи машини

Тому тематика кваліфікаційної роботи є актуальною.

Мета роботи

Основна мета кваліфікаційної роботи бакалавра полягає у підвищенні ефективності посіву зернових культур шляхом модернізації сівалки СЗС-2,8 та

удосконалення її конструктивних елементів.

Об'єкт, методи та джерела дослідження

Об'єкт дослідження. Технологічний процес посіву зернових культур.

Предмет дослідження. Конструктивні та технологічні параметри зернової сівалки СЗС-2,8.

Методи дослідження. Економіко-статистичний, порівняльний, математичного моделювання, теоретико-емпіричний.

Отримані результати:

- проведено аналіз сучасних технологій посіву зернових культур;
- здійснено огляд техніки для посіву зернових культур;
- обґрунтовано експлуатаційні характеристики посівного агрегату розглянуто будову і технологічний процес модернізованої сівалки;
- запропоновано вдосконалення конструкції сошника: лаповий сошник замінено на принципово новий робочий орган, який дозволить вносити насіння та добрива на різному рівні при стрічковому посіві;
- виконано розрахунки собівартості проведення посівних робіт модернізованою сівалкою;
- розглянуто питання організації робіт із посіву зернових культур модернізованою сівалкою;
- обґрунтовано основні параметри катка посівної секції;
- здійснено розрахунки тягового опору модернізованою сівалкою;
- проведено конструктивні розрахунки валу струнного катка та стійки сошника;
- розглянуто питання з охорони праці та заходів безпеки при експлуатації посівного агрегату.

Практичне значення отриманих результатів.

Практичне значення роботи полягає у можливості впровадження удосконаленої конструкції сівалки у виробництво для підвищення якості посіву, зниження експлуатаційних витрат та покращення ефективності використання машинно-тракторного агрегату в умовах аграрних підприємств України.

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається

з вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 63, додатки – 4 арк. формату А4, ілюстративний матеріал – 11 арк. формату А4.

Ключові слова: сівалка, зернові культури, сошник, струнний каток, стрічковий висів.

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

Розділ 2:

- V_p - робоча швидкість агрегату, км/год;
 B_p - робоча ширина захоплення, м;
 B_k - конструктивна ширина захвату, м;
 β - коефіцієнт використання ширини захоплення;
 t - коефіцієнт використання часу зміни;
 W_r - продуктивність агрегату за годину чистої роботи, га/год;
 t_r - тривалість зміни, год.
 Q - обсяги роботи, га;
 $W_{зм}$ - продуктивність праці зміну, га/зм;
 N - номінальна потужність двигуна, кВт;
 q - питома витрата палива, кВт/год;
 d - середній відсоток використання потужності двигуна, %;
 Γ - питома витрата палива на 1 га, кг/га;
 Γ_3 - загальна кількість пального, кг;
 Π_k - комплексна ціна пального, грн;
 B - вартість трактора МТЗ–102, грн;
 H_A - амортизація трактора, %;
 K_B - вартість посівного агрегату, грн;
 H_{II} - амортизація посівного агрегату, %.

Розділ 3:

- l_a – кінематична довжина агрегату, м;
 l_T, l_M – кінематична довжина трактора та сівалки, м;
 K_p - коефіцієнт збільшення радіуса повороту в залежності від швидкості руху.
 R_{min} – радіус повороту агрегату за $V = 5$ км/год, м;

B_k – конструктивна ширина захвату агрегату, м;
 β – коефіцієнт використання ширини захвату;
 m - висота шару ґрунту, що зминається, м;
 φ_1, φ_2 - кути тертя відповідно по катку (сталі) і по ґрунту;
 R_n – тяговий опір сівалки на перекочування, кН;
 R_c – тяговий опір сошникових секцій, кН;
 R_k - тяговий опір прикочуючого катка, кН;
 G – сила ваги сівалки, кН;
 f – коефіцієнт опору руху по ґрунту підготовленому під посів;
 m - маса сівалки, кг;
 R_l - тяговий опір лапи сошника, кН;
 R_o – тяговий опір наральника, кН;
 B_k – конструктивна ширина захвату лапи сошника, м;
 K – питомий опір лапового робочого органу, кН/м;
 K_o - питомий опір при робочій швидкості, кН/м;
 ΔK – збільшення питомого опору у разі підвищення робочої швидкості на 1 км/год;
 b – ширина захвату наральника, м;
 a – глибина обробітку ґрунту, м;
 P - зусилля тиску катка на ґрунт, Н;
 q - коефіцієнт об'ємного зминання ґрунту, $\frac{H}{\text{см}^3}$;
 E - коефіцієнт, що враховує нерівності поверхні;
 $\eta_{\text{доо}}$ – допустимий коефіцієнт використання тягового зусилля трактора;
 i – ухил поля;
 $N_{\text{кр}}$ - гакова потужність трактора МТЗ-102 на 5 передачі, кВт;
 b - буксування колісного рушія по обробленому ґрунту, %;
 β - коефіцієнт використання ширини захвату для сівалок;
 τ – коефіцієнт використання часу зміни;
 l - довжина однієї секції катка, м;

C - відношення внутрішнього діаметра вала катка до зовнішнього;

R_e – тяговий опір сошника секції, кН;

$[\sigma_T]$ – допустима межа текучості, Н/мм²;

n – коефіцієнт запасу міцності;

W – момент опору перерізу, мм³;

b - ширина прямокутного перерізу, мм;

h - довжина прямокутного перерізу, мм;

d – діаметр перерізу пальця, мм;

k – число площин зрізу болта.

ЗМІСТ

Вступ	11
1. Оглядова частина	12
1.1. Аналіз сучасних технологій посіву зернових культур	15
1.2. Огляд техніки для посіву зернових культур	19
1.3. Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи бакалавра	20
2. Обґрунтування експлуатаційних характеристик посівного агрегату	24
2.1. Будова і технологічний процес модернізованої сівалки	24
2.2. Розрахунок собівартості проведення посівних робіт модернізованою сівалкою	29
3. Проектна частина	35
3.1. Організація робіт із посіву зернових культур модернізованою сівалкою	35
3.2. Визначення основних параметрів катка посівної секції	38
3.3. Визначення тягового опору модернізованої сівалки	40
3.4. Конструктивні розрахунки	45
3.4.1. Визначення діаметра валу струнного катка	45
3.4.2. Визначення параметрів стійки сошника	49
4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	53
4.1. Нормативно-правові акти з охорони праці	53
4.2. Вимоги охорони праці при роботі з посівним агрегатом	54
Загальні висновки	59
Перелік посилань	60
Додатки	63

ВСТУП

Зернові культури є основою продовольчої безпеки України та займають провідне місце у структурі посівних площ сільськогосподарських підприємств. Висока врожайність пшениці, ячменю, жита та інших зернових культур значною мірою залежить від якості виконання технологічних операцій, серед яких особливе значення має посів.

Саме своєчасний та якісний висів насіння забезпечує рівномірність сходів, оптимальну густоту рослин і створює передумови для формування високого врожаю.

У сучасних умовах розвитку аграрного виробництва особлива увага приділяється підвищенню ефективності використання посівної техніки, зниженню енергетичних і матеріальних витрат, а також покращенню агротехнічних показників посіву. Проте значна частина сівалок, що експлуатуються у господарствах України, характеризується моральним та фізичним зношенням, недостатньою точністю дозування насіння, нерівномірністю загорання та нестабільністю роботи висівних апаратів. Це негативно впливає на рівномірність розміщення насіння у ґрунті та, відповідно, на врожайність культур.

Однією з поширених машин для посіву зернових культур є зернова сівалка СЗС-2,8, яка широко використовується у фермерських та середніх сільськогосподарських підприємствах завдяки простоті конструкції, надійності та універсальності. Разом з тим конструкція сівалки має ряд недоліків, пов'язаних із недостатньою стабільністю норми висіву, нерівномірністю подачі насіння, погіршенням роботи висівної системи при зміні швидкості руху агрегату та підвищеним зношуванням окремих робочих органів.

Це зумовлює необхідність удосконалення конструкції сівалки з метою підвищення ефективності її роботи та покращення якості посіву.

1. ОГЛЯДОВА ЧАСТИНА

1.1. Аналіз сучасних технологій посіву зернових культур

Посів зернових культур є однією з найважливіших технологічних операцій у рослинництві, оскільки саме від якості виконання посіву значною мірою залежить густина стояння рослин, рівномірність сходів та рівень майбутньої врожайності. Сучасні технології посіву спрямовані на забезпечення оптимальних умов для проростання насіння, зменшення витрат матеріально-технічних ресурсів та підвищення продуктивності праці.



Рисунок 1.1 – Висівання зернових культур

У сучасному землеробстві застосовують декілька основних технологій посіву зернових культур, які відрізняються способом підготовки ґрунту, типом посівної техніки та особливостями розміщення насіння у ґрунті.

Традиційна технологія посіву

Традиційна технологія є найбільш поширеною у вітчизняному сільському господарстві. Вона передбачає проведення повного комплексу механічного

обробітку ґрунту: оранки, культивації, боронування та передпосівної підготовки поля. Після цього здійснюється висів насіння зерновими сівалками.

Основними перевагами традиційної технології є якісне розпушення ґрунту, знищення бур'янів, створення сприятливих умов для проростання насіння, можливість рівномірного загортання насіння.

Разом з тим дана технологія має і суттєві недоліки: значні витрати пального, висока енергоємність, підвищене ущільнення ґрунту, збільшення кількості проходів техніки по полю, інтенсивне випаровування вологи.

Традиційна система найбільш ефективна в умовах достатнього зволоження та на полях із високою забур'яненістю.

Мінімальна технологія обробітку ґрунту (Mini-till)

Технологія Mini-till базується на скороченні кількості операцій обробітку ґрунту та мінімізації його механічного порушення. Посів здійснюється після поверхневого або мілкого обробітку із застосуванням комбінованих агрегатів.

Основними перевагами технології вважають зменшення витрат пального, скорочення експлуатаційних витрат, збереження структури ґрунту, накопичення та утримання вологи, підвищення продуктивності праці.

Недоліками технології є підвищені вимоги до якості посівної техніки, необхідність ефективного застосування гербіцидів, складність роботи на перезволожених ґрунтах, можливе погіршення рівномірності загортання насіння.

Для реалізації Mini-till широко використовують сучасні зернові сівалки з дисковими сошниками та системами контролю норми висіву.

Технологія прямого посіву (No-till)

Технологія No-till передбачає висів насіння без попереднього механічного обробітку ґрунту. Насіння висівається безпосередньо у необроблений ґрунт із рослинними рештками попередньої культури.

Основними перевагами No-till є максимальне збереження ґрунтової вологи, зниження водної та вітрової ерозії, скорочення витрат пального, підвищення вмісту органічної речовини у ґрунті, зменшення кількості

технологічних операцій.

Однак дана технологія має певні недоліки: висока вартість спеціалізованих сівалок, необхідність точного дотримання технології, складність боротьби з бур'янами, підвищені вимоги до кваліфікації персоналу, залежність ефективності від ґрунтово-кліматичних умов.

Для прямого посіву використовують спеціальні сівалки, обладнані потужними дисковими або анкерними сошниками, які здатні працювати у ґрунті з великою кількістю пожнивних решток.

Стрічковий та вузькорядний посів

У сучасному виробництві набувають поширення технології стрічкового та вузькорядного посіву, які забезпечують більш рівномірне розміщення рослин на площі живлення.

Вузькорядний посів характеризується зменшенням ширини міжрядь до 7–8 см, що дозволяє покращити використання площі живлення, зменшити забур'яненість, підвищити коефіцієнт використання вологи, забезпечити дружні сходи.

Стрічковий посів передбачає висів насіння окремими стрічками з технологічними проходами між ними. Така схема покращує умови догляду за посівами та сприяє оптимальному розвитку рослин.

Точний посів із використанням цифрових технологій

Сучасний розвиток аграрного виробництва супроводжується впровадженням елементів точного землеробства. Посівні агрегати оснащуються GPS-навігацією, автоматичними системами керування, електронним контролем норми висіву, системами диференційованого внесення матеріалів, датчиками контролю висіву.

Використання цифрових технологій дозволяє зменшити перекрыття та пропуски, забезпечити стабільну норму висіву, підвищити продуктивність агрегатів, скоротити витрати насіння та пального, покращити якість посіву.

Недоліком таких систем є їх висока вартість та необхідність спеціального технічного обслуговування.

Аналіз сучасних технологій посіву зернових культур показує, що основними напрямками розвитку є зменшення енерговитрат, підвищення точності висіву, збереження ґрунтової вологи та автоматизація технологічного процесу. Вибір технології посіву залежить від ґрунтово-кліматичних умов, матеріально-технічного забезпечення господарства та рівня інтенсифікації виробництва.

1.2. Огляд техніки для посіву зернових культур

Для виконання операцій висіву зернових культур застосовують зернові сівалки.

Сучасні зернові сівалки характеризуються високою точністю дозування насіннєвого матеріалу, застосуванням пневматичних систем висіву, використанням дискових сошників, можливістю одночасного внесення мінеральних добрив та автоматизованим контролем технологічного процесу.

Залежно від конструктивних особливостей і умов експлуатації зернові сівалки поділяються на механічні, пневматичні, комбіновані, сівалки прямого висіву та посівні комплекси.

Механічні зернові сівалки набули широкого поширення в господарствах України завдяки простоті будови, надійності в експлуатації та порівняно невисоким витратам на технічне обслуговування. У конструкції таких машин висів насіннєвого матеріалу здійснюється за допомогою катушкових або катушково-штифтових висівних апаратів, які забезпечують подачу насіння до сошникової групи.

До найбільш поширених моделей механічних зернових сівалок належать СЗ-3,6; СЗП-3,6; СЗС-2,1; СЗС-2,8; Astra СЗ-3,6 та GRAIN-3,6.

Сівалки серії СЗ-3,6 та їх конструктивні модифікації використовуються для рядкового висіву зернових і зернобобових культур із одночасним внесенням

мінеральних добрив. Найбільшого поширення вони набули у господарствах невеликого та середнього масштабу виробництва. До основних переваг машин даного типу відносяться конструктивна простота, високий рівень ремонтпридатності, доступність комплектувальних елементів та запасних частин, універсальність використання і можливість роботи з тракторами невисокої потужності. Водночас механічні сівалки характеризуються рядом недоліків, серед яких недостатньо рівномірний розподіл насіння по довжині рядка, нижча точність висіву порівняно із сучасними пневматичними системами, підвищене зношування робочих органів та зниження якості роботи при збільшенні робочої швидкості агрегату.

Сівалка СЗП-3,6 є різновидом пресових зернових сівалок, конструкція яких передбачає встановлення прикочувальних котків. Технологічні можливості машини забезпечують висів зернових, зернобобових та дрібнонасіньових культур одночасно із внесенням мінеральних добрив та виконанням операції прикочування ґрунту. Застосування прикочувальних пристроїв сприяє покращенню контакту насінневого матеріалу з ґрунтом, підвищенню рівня збереження вологи в посівному шарі та створенню більш сприятливих умов для проростання насіння.



Рисунок 1.2 – Механічні зернові сівалки типу СЗ-3,6

Крім того, забезпечується стабільніше дотримання глибини загортання. Разом з тим додаткове оснащення машини прикочувальними елементами призводить до збільшення її маси, підвищення тягового опору та певного ускладнення конструктивного виконання агрегату.

Стерньові сівалки типу СЗС застосовуються при мінімальному обробітку ґрунту та виконанні посіву по стерньових фонах із наявністю поживних залишків.. Однією з машин даного типу є сівалка СЗС-2,1М, конструкція якої адаптована до роботи за технологіями мінімального обробітку ґрунту.

Характерною особливістю стерньових сівалок є застосування посиленних робочих органів, здатних функціонувати в умовах значної кількості рослинних решток на поверхні поля. Важливою перевагою сівалок типу СЗС є зменшення кількості проходів агрегатів по полю, що сприяє зниженню ущільнення ґрунту та збереженню запасів продуктивної вологи.

Разом із перевагами стерньові сівалки мають і певні експлуатаційні особливості. Робота в умовах мінімального обробітку потребує використання енергетичних засобів підвищеної потужності, а також ретельного регулювання робочих органів для забезпечення стабільної глибини загортання насіння та високої якості висіву.

Сучасні модернізовані механічні сівалки. Окремим напрямом розвитку сучасної посівної техніки є модернізація традиційних механічних зернових сівалок. Протягом останніх років вітчизняні виробники активно вдосконалюють конструкції існуючих моделей з метою підвищення їх технологічної ефективності та адаптації до сучасних вимог виробництва.

Зокрема, модернізовані моделі GRAIN-3,6 оснащуються бункерами збільшеного об'єму, рамами підвищеної міцності, удосконаленими конструкціями сошників, варіаторними системами регулювання норми висіву та дисковими сошниками зі зміщеним розташуванням дисків. Використання зміщених дисків забезпечує покращене проходження поживних залишків через робочу зону сошника, знижує ймовірність забивання та сприяє стабільнішому

заглибленню робочих органів у ґрунт, що позитивно впливає на якість виконання посіву.

Пневматичні зернові сівалки здійснюють подачу та транспортування насіннєвого матеріалу до сошників за допомогою повітряного потоку, який переміщує насіння від центрального дозувального пристрою до висівних робочих органів. Завдяки високій технологічності такі машини набули широкого застосування у сучасних високопродуктивних системах землеробства.

Використання пневматичного принципу висіву дозволяє забезпечити підвищену точність дозування насіння та більш рівномірне його розподілення по площі посіву. До основних переваг пневматичних сівалок також відносяться можливість роботи на підвищених робочих швидкостях, стабільність технологічного процесу та застосування автоматизованих систем контролю параметрів висіву.



Рисунок 1.3 – Пневматична зернова сівалка Great Plains 3S-3000F

До провідних виробників пневматичних зернових сівалок належать компанії John Deere, Great Plains, Amazone, Lemken, Horsch та Poettinger, продукція яких широко використовується у сучасному сільськогосподарському

виробництві. Серед найбільш поширених моделей можна виділити Great Plains 3S-3000F, John Deere 455 та 1590, Lemken Solitair, Amazone D9 і Vitasem 300 Poettinger.

Пневматичні сівалки характеризуються високою продуктивністю та забезпечують якісне виконання посівних робіт навіть за підвищених робочих швидкостей руху агрегату.

Разом із перевагами машини даного типу мають і певні недоліки. До основних із них належать значна вартість придбання та експлуатації, складніша система технічного обслуговування, потреба у використанні енергетичних засобів підвищеної потужності, а також наявність складних електронних систем керування, які потребують кваліфікованого налаштування та контролю під час роботи.

Посівні комплекси

Сучасні посівні комплекси забезпечують комплексне виконання кількох технологічних операцій за один прохід агрегату, поєднуючи передпосівний обробіток ґрунту, внесення мінеральних добрив, висів насіння та прикочування посівної поверхні.

Застосування таких технічних засобів сприяє зменшенню кількості проходів машинно-тракторних агрегатів по полю, що дозволяє знизити витрати паливно-мастильних матеріалів, скоротити тривалість проведення посівних робіт та мінімізувати ущільнення ґрунту. Крім того, поєднання кількох операцій в єдиному технологічному циклі сприяє підвищенню якості виконання посіву та ефективності використання технічних ресурсів.

До основних переваг сучасних посівних комплексів належать висока продуктивність роботи, збереження структури ґрунту, зменшення рівня його ущільнення та скорочення термінів проведення посівної кампанії. Комплексне виконання технологічних операцій також сприяє підвищенню ефективності використання технічних засобів і зниженню експлуатаційних витрат.

Разом із перевагами посівні комплекси характеризуються і певними недоліками. Основними з них є висока вартість придбання та обслуговування,

складність виконання ремонтних робіт, а також необхідність залучення кваліфікованого персоналу для налаштування, експлуатації та технічного супроводу обладнання.



Рисунок 1.4 – Посівний комплекс Lemken Compact-Solitaire

1.3. Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи бакалавра

У сучасному аграрному виробництві все більшого поширення набувають технології стрічкового та вузькорядного посіву, застосування яких спрямоване на забезпечення рівномірнішого розміщення рослин у межах площі живлення та підвищення ефективності використання ресурсів ґрунтового середовища.

Якість виконання посіву оцінюється насамперед рівномірністю розподілу насіння по площі поля та стабільністю глибини його загортання. Рівномірне розміщення насіннєвого матеріалу створює сприятливі умови для забезпечення

рослин вологою, поживними речовинами та світлом, сприяє отриманню дружних сходів, знижує рівень внутрішньовидової конкуренції та пригнічує розвиток бур'янової рослинності, що позитивно впливає на формування врожайності.

Для забезпечення високої якості посіву насіння повинно розміщуватися на ущільненому вологому посівному ложі, загортатися на встановлену глибину та покриватися шаром ґрунту з достатнім рівнем вологості. Для покращення контакту насіння з ґрунтом верхній шар доцільно ущільнювати прикочуванням і формувати мульчувальний покрив, що сприяє збереженню вологи та створенню оптимальних умов проростання. Недотримання зазначених вимог під час використання поширених посівних агрегатів із дисковими сошниками може призводити до суттєвого зниження ефективності посіву та недобору врожаю зерна.

Найбільшою мірою вимогам рівномірного розподілу насіння зернових культур по площі відповідають суцільний та стрічковий способи посіву, які забезпечують більш раціональне розміщення рослин та сприяють підвищенню продуктивності посівів.

Насіння, висіяне стрічковим способом, перебуває у сприятливіших умовах для проростання та подальшого розвитку завдяки кращому забезпеченню площею живлення, вологою та тепловими ресурсами.

Більшість зернових культур висівається рядковим способом із використанням сівалок типу СЗ-3,6, обладнаних дисковими сошниками. Їх основною перевагою порівняно з лаповими сошниками сівалок типу СЗС-2,1 є здатність окремих сошників копіювати нерівності поверхні поля, що забезпечує стабільнішу глибину загортання насіння. Водночас традиційний рядковий спосіб висіву не повною мірою відповідає сучасним вимогам раціонального розміщення рослин у межах площі живлення.

Важливим технологічним питанням залишається також ефективність внесення мінеральних добрив. В умовах обмежених фінансових можливостей сільськогосподарських підприємств, зростання вартості енергоносіїв та добрив

особливої актуальності набуває впровадження енерго- та ресурсозберігаючих технологій. Одним із перспективних напрямів є технологія різнорівневого внесення насіння та мінеральних добрив.

За традиційного поверхневого внесення добрив із подальшим їх загортанням лаповими робочими органами близько 40–50 % поживних речовин концентрується у верхньому шарі ґрунту глибиною 0–5 см, який за недостатнього зволоження швидко пересихає. Подібна ситуація характерна і для рядкового способу внесення. За посушливих умов зернові культури часто не отримують достатнього рівня мінерального живлення, тоді як бур'янова рослинність, насіння якої переважно проростає з глибини 3–5 см, ефективніше використовує доступні поживні речовини.

Навіть незначне зволоження ґрунту або випадання опадів може стимулювати активне проростання бур'янів. За сприятливих умов вологозабезпечення вони часто з'являються раніше за культурні рослини та створюють значну конкуренцію за поживні речовини, вологу і світло.

Більш ефективним підходом є локальне розміщення добрив на глибину 6–8 см нижче рівня висіяного насіння або посівних стрічок. У такому випадку створюються кращі умови мінерального живлення саме для культурних рослин, що сприяє їх інтенсивнішому росту та підвищенню конкурентоспроможності відносно бур'янової рослинності протягом усього періоду вегетації.

«Адресне» внесення мінеральних добрив сприяє підвищенню ефективності їх використання, зменшує утворення надлишкових непродуктивних пагонів рослин, а також забезпечує зниження вологості зерна під час збирання на 4–6 % порівняно з традиційними способами удобрення.

У зв'язку з цим стрічковий спосіб посіву та технологія різнорівневого розміщення насіння і мінеральних добрив розглядаються як перспективні напрями вдосконалення технічних засобів для виконання посівних операцій та підвищення ефективності технологічних процесів вирощування зернових культур.

Для значної частини сільськогосподарських підприємств України

актуальним залишається використання механічних зернових сівалок, що обумовлено їх конструктивною простотою, надійністю та порівняно невисокими експлуатаційними витратами. Разом із тим сучасні вимоги до якості посіву потребують удосконалення окремих конструктивних вузлів таких машин.

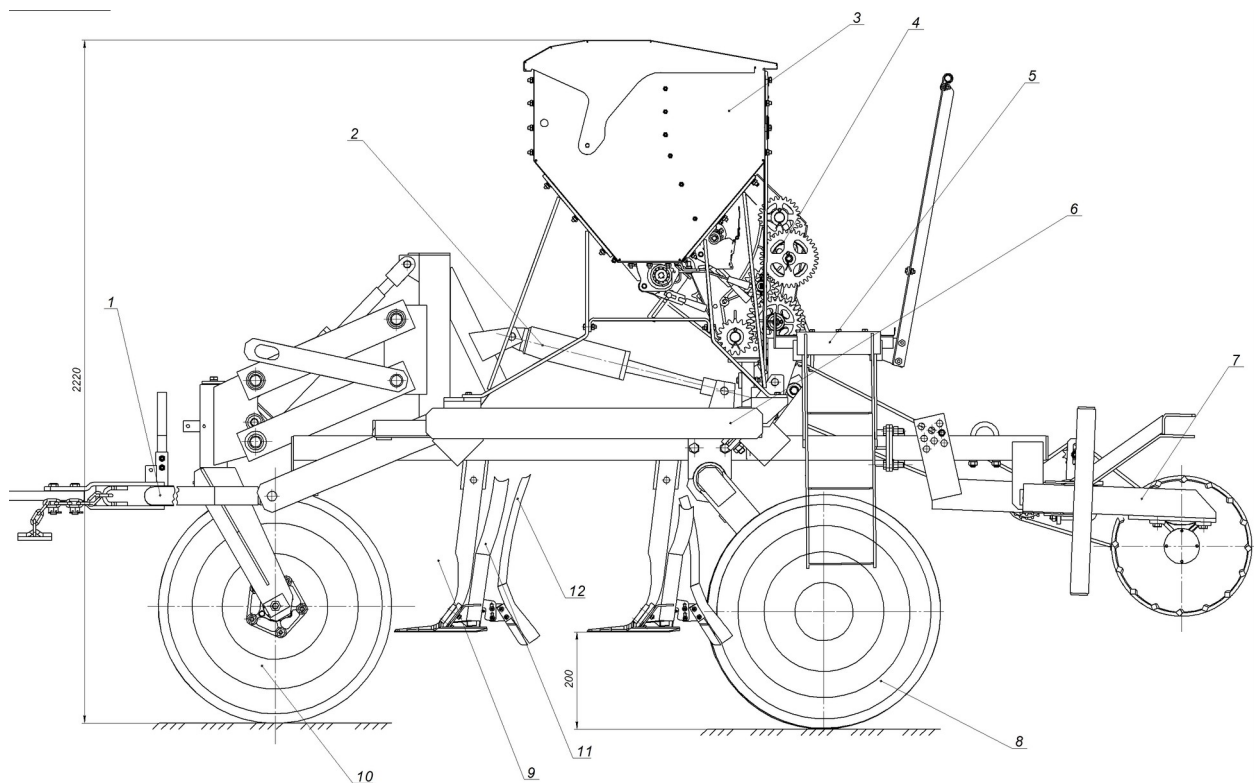
Модернізація сівалки СЗС-2,8 дозволить підвищити рівномірність розподілу насіннєвого матеріалу, покращити агротехнічні показники виконання посіву та забезпечити ефективніше використання машинно-тракторного агрегату в умовах сучасного сільськогосподарського виробництва.

2. ОБГРУНТУВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОСІВНОГО АГРЕГАТУ

2.1. Будова і технологічний процес модернізованої сівалки

Стерньова зернова сівалка СЗС-2,8 призначена для безрядкового висіву зернових культур з одночасним внесенням мінеральних добрив, підрізанням бур'янової рослинності та прикочуванням поверхневого шару ґрунту.

Модернізована сівалка для висіву зернових культур борозенково-стрічковим способом розроблена на базі серійної сівалки СЗС-2,8. Конструктивне удосконалення передбачає зміну будови сошникової секції та заміну гладкого прикочувального котка на струнний.

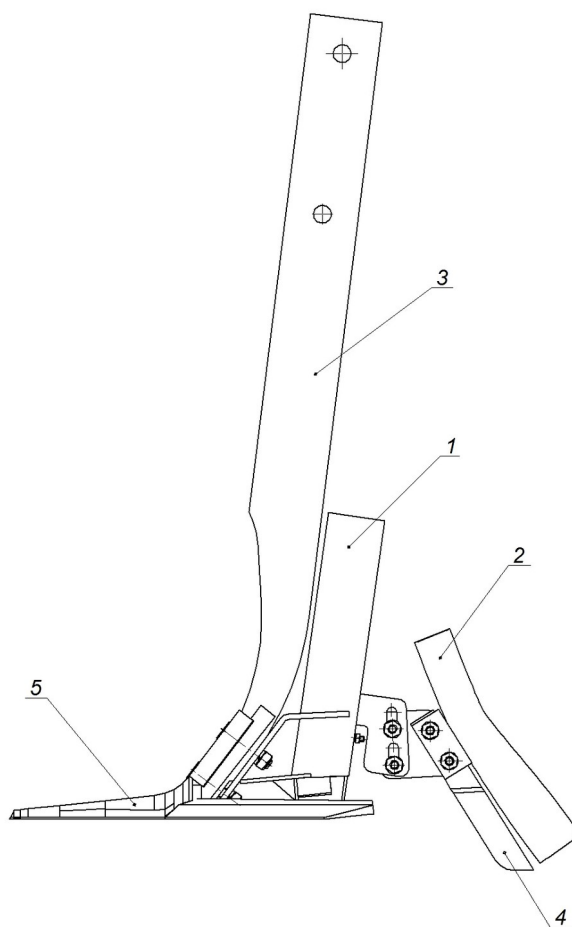


- 1 – причіп; 2 – гідроциліндр; 3 – ящик зернотуковий; 4 – редуктор;
5 – дошка підніжна; 6 – рама; 7 – коток; 8 – опорне колесо;
9 – сошник; 10 - колесо самовстановлююче

Рисунок 2.1 – Сівалка модернізована СЗС-2,8

Інші конструктивні вузли та механізми машини залишаються без змін, що дозволяє зберегти базові технічні характеристики агрегату та одночасно підвищити якість виконання технологічного процесу посіву.

Посівний агрегат призначений для реалізації технології різнорівневого внесення насінневого матеріалу та мінеральних добрив, при якій добрива розміщуються на 5–6 см нижче рівня загортання насіння. Загальний вигляд сівалки наведено на рис. 2.1.



1 – стійка; 2 – коліно; 3 – розтруб; 4 – долото; 5 – лапа культиваторна.

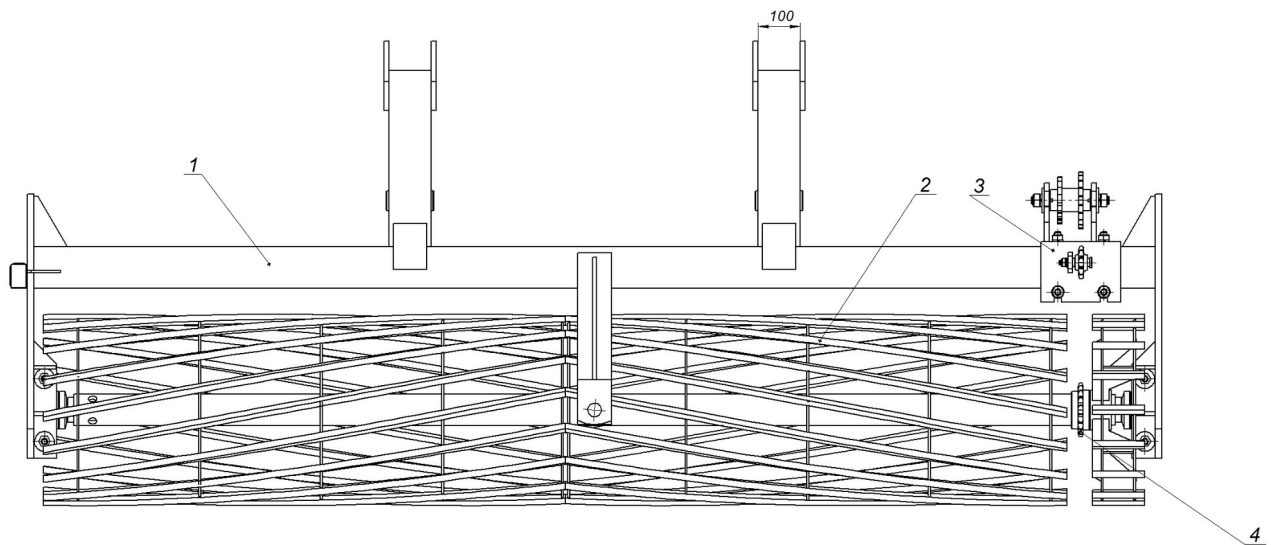
Рисунок 2.2 – Конструкція сошника модернізованої сівалки

Сошники закріплюються на трьох поперечних брусах по чотири робочі органи на кожному за допомогою болтових з'єднань та призначені для підрізання стерньових залишків і бур'янової рослинності, розпушування ґрунту на глибину 5...10 см, а також забезпечення рівномірного внесення насіння і

мінеральних добрив.

Конструкція сошника включає стійку 1, коліно 2, розтруб 3, долото 4 та лапу 5. Лапа встановлюється на стійці за допомогою болтів, гайок і шайб. Коліно кріпиться до стійки аналогічним способом. Долото та розтруб приєднуються до коліна болтовими з'єднаннями, що забезпечує необхідну жорсткість конструкції та надійність роботи робочого органу.

Коток у зборі (рис. 2.3) призначений для вирівнювання та ущільнення поверхневого шару ґрунту в зоні висіву, а також для передачі обертального руху на вали висівних і туковисівних апаратів сівалки. Конструктивно вузол складається з рами котка 1 зі стійками для приєднання до сівалки, струн 2, які виконують функцію безпосереднього робочого органу, блока зірочок 3 та вала 4, встановленого на підшипникових опорах.



1 – рама; 2 – струна; 3 – блок зірочок; 4 – вал

Рисунок 2.3 – Конструкція котка модернізованої сівалки

Посівний агрегат працює таким чином. Перед початком виконання технологічного процесу сошники 9, фронтально закріплені на рамі 6, що спирається на опорні колеса 8, заглиблюються в ґрунт на встановлену глибину висіву 50–60 мм. Для забезпечення роботи агрегат з'єднують із причіпним пристроєм та гідросистемою енергетичного засобу. Після цього важіль

гідророзподільника трактора переводять у плаваюче положення, внаслідок чого шток гідроциліндра 2 втягується, а робочі органи сівалки здійснюють заглиблення в ґрунт. Заглиблення сошників повинно відбуватися безпосередньо під час руху агрегату.

У процесі роботи задні колеса піднімаються, а передача обертального руху на вали висівних апаратів здійснюється від котка. Під час переміщення агрегату сошники 9 на заданій глибині виконують підрізання бур'янів та верхнього шару ґрунту, здійснюють його розпушування й часткове переміщення, утворюючи під стрілчастими лапами горизонтальну борозну-стрічку шириною близько 200 мм з ущільненим посівним ложем.

Насіння із зернотукового бункера 3 через коліно 2 надходить у сформовану борозну. За допомогою розподільного пристрою, встановленого в коліні, по краях борозни утворюються дві стрічки висіяного насіння. Одночасно долото 4, розташоване на 50–60 мм нижче рівня стрілчастих лап, проходить центральною частиною сформованої смуги та утворює додаткову борозну шириною близько 50 мм, у яку через розтруб 3 подаються мінеральні добрива.

Встановлений коток, шарнірно з'єднаний із рамою сівалки за допомогою тяги, виконує функції прикочування та ущільнення ґрунту в зоні висіяних стрічок, а також формує поверхневий мульчувальний вологозберігаючий шар безпосередньо над насінням. Це сприяє зменшенню випаровування вологи, запобігає утворенню ґрунтової кірки та створює сприятливі умови для проростання насіння. Шарнірне кріплення тяги до рами забезпечує можливість коткам адаптуватися до нерівностей поверхні поля та підтримувати стабільність технологічного процесу.

Загортачі, встановлені за котками, забезпечують вирівнювання поверхні засіяної площі та завершують формування посівного шару ґрунту.

Порядок регулювання норми висіву, забезпечення рівномірності розподілу насіння та налаштування положення клапана висівного апарата у модернізованій конструкції залишаються аналогічними базовій моделі сівалки.

Регулювання глибини внесення добрив здійснюється шляхом зміни

взаємного положення долота та стійки. Необхідне налаштування досягається за рахунок прорізів, передбачених на кронштейні долота 4 (рис. 2.2). Загальна глибина загортання насіння і добрив регулюється обмежувачем, розташованим на робочій частині штока гідроциліндра 2 (рис. 2.1), шляхом його переміщення вздовж осі штока.

За умови правильного налаштування та регулювання сівалка забезпечує виконання технологічного процесу в межах допустимих параметрів відповідно до встановлених агротехнічних вимог.

У модернізованій стерньовій сівалці СЗС-2,8 традиційний лаповий сошник замінено на удосконалений робочий орган, конструкція якого забезпечує можливість різнорівневого внесення насіння та мінеральних добрив при стрічковому способі посіву. Таким чином добрива розміщуються на 5–6 см нижче рівня загортання насіння.

Технічні характеристики сівалки СЗС-2,8:

Тип агрегування	Причіпна
Ширина захвату	2,8 м
Продуктивність	до 2,8 га/год
Робоча швидкість	до 10 км/год
Транспортна швидкість	до 20 км/год
Кількість сошників	12 шт
Кількість рядів сошників	3
Ширина міжряддя	22,8 см
Відстань між рядами сошників	500 мм
Глибина загортання насіння	4–8 см
Тип висівних апаратів	Котушкові
Тип туковисівних апаратів	Котушково-штифтові
Кількість насіннепроводів	12 шт
Ємність зерно-тукового бункера	900 л
Кількість прикочувальних котків	1
Дорожній просвіт	300 мм
Обслуговуючий персонал	1 тракторист
Маса	1700 кг
Габаритні розміри (Д×Ш×В)	5300 × 2800 × 2000 мм
Габарити у транспортному положенні	5300 × 2800 × 2400 мм

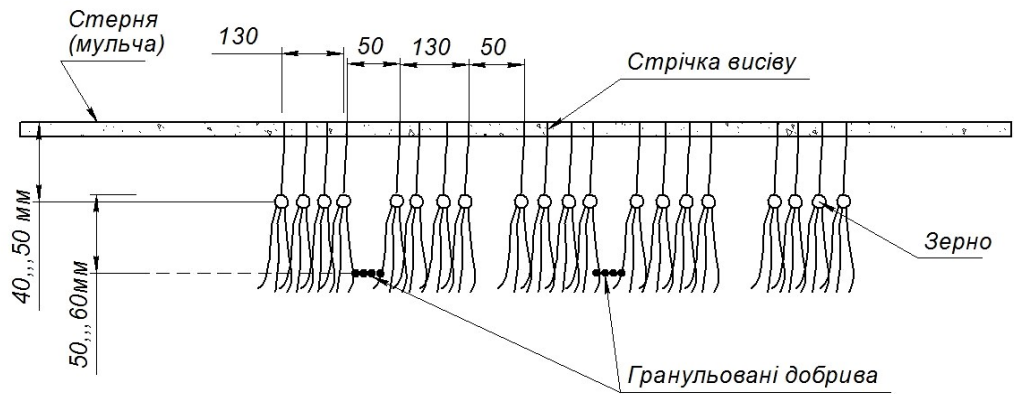


Рисунок 2.4 – Схема стрічкового посіву насіння та добрив з різнорівневим їх розміщенням.

Розміщення мінеральних добрив нижче рівня загортання насіння у вологому шарі ґрунту забезпечує ефективніше живлення кореневої системи в період росту та формування рослин. Такий спосіб внесення створює сприятливі умови для розвитку культур, активізує процеси росту стебла та формування колоса, що в подальшому позитивно впливає на утворення зерна та сприяє підвищенню продуктивності посівів.

2.2. Розрахунок собівартості проведення посівних робіт модернізованою сівалкою

Об'єктом обґрунтування є модернізований посівний агрегат СЗС–2,8, обладнаний удосконаленим сошником, який забезпечує різнорівнєве внесення насіння та мінеральних добрив, а також струнним котком, встановленим замість гладкого. Запропонована комбінована машина призначена для агрегаткування з тракторами тягового класу 14 кН, зокрема МТЗ–100 та МТЗ–102.

Агрегат сформовано на базі трактора МТЗ–102 та модернізованої сівалки

СЗС–2,8 з розробленим робочим органом, який забезпечує виконання передпосівного обробітку, розпушування ґрунту, внесення мінеральних добрив і висіву насіння.

Рівень використання потужності трактора становить 90 %, а завантаження за тяговими характеристиками досягає 96 %. Тяговий опір агрегату складає 10,4 кН. Враховуючи значення тягового опору та агротехнічні вимоги до проведення посівних робіт, для трактора МТЗ–102 обрано роботу на п'ятій передачі, за якої робоча швидкість руху з урахуванням буксування становить $V = 9,2$ км/год.

Проектований технологічний комплекс передбачає виконання передпосівного обробітку та посіву агрегатом у складі МТЗ–102 + СЗС–2,8.

Основною перевагою модернізованого агрегату СЗС–2,8 з удосконаленим сошником є можливість різнорівневого внесення насіння і мінеральних добрив, що сприяє підвищенню ефективності використання поживних речовин. Крім того, конструкція забезпечує одночасне виконання кількох технологічних операцій за один прохід агрегату, зокрема передпосівного обробітку ґрунту, висіву та прикочування. При цьому створюються умови для безвідвального обробітку з формуванням дрібногрудочкуватої структури ґрунту, що позитивно впливає на якість посіву та умови розвитку рослин.

Для оцінки ефективності роботи модернізованого машинно-тракторного агрегату виконується розрахунок технологічного комплексу МТЗ–102 + СЗС–2,8.

Знайдемо продуктивність агрегату за годину чистої роботи:

$$W_r = a \cdot V_p \cdot B_p \cdot t \quad \frac{\text{га}}{200}, \quad (2.1)$$

де: $V_p = 9,2 \frac{\text{км}}{200}$;

$t = 0,8 \dots 0,85$.

Робоча ширина захвату:

$$B_p = B_k \cdot \beta, \quad (2.2)$$

де:

$$\beta = 0,97 \dots 0,99.$$

$$B_p = 2,8 \cdot 0,98 = 2,74 \text{ м};$$

$$W_r = 0,1 \cdot 9,2 \cdot 2,74 \cdot 0,85 = 2,1 \frac{\text{га}}{\text{год}}.$$

Розрахуємо змінне напрацювання:

$$W_{3M} = W_r \cdot t_r \frac{\text{га}}{\text{3M}}; \quad (2.3)$$

$$W_{3M} = 2,1 \cdot 10 = 21 \frac{\text{га}}{\text{3M}}.$$

Маючи дані про обсяги і норми виробітку, знайдемо кількість нормо-змін:

$$N = \frac{Q}{W_{3M}}, \quad (2.4)$$

де:

$$Q = 300 \text{ га}.$$

$$N = \frac{300}{21} = 14,2 \approx 15 \text{ норма - змін}.$$

Знайдемо витрати палива для роботи агрегату при виконанні одиниці об'єму:

$$\Gamma = \frac{N \cdot q \cdot d}{W_r \cdot 100}, \frac{\text{кг}}{\text{га}}, \quad (2.5)$$

де:

$$N = 84,6 \text{ кВт};$$

$$q = 0,163 \text{ кг} \cdot \text{кВт} / \text{год};$$

$$d = 80\%.$$

$$\Gamma = \frac{84,6 \cdot 0,163 \cdot 80}{2,1 \cdot 100} = 5,2 \text{ кг} / \text{га}.$$

Знайдемо вартість пального:

$$Ц = \Gamma \cdot Ц_n; \quad (2.6)$$

$$Ц = 5,2 \cdot 85 = 442 \text{ грн} / \text{га}.$$

Визначимо необхідну кількість пального на виконання усього обсягу робіт:

$$\Gamma_3 = \Gamma \cdot Q; \quad (2.7)$$

$$\Gamma_3 = 5,2 \cdot 300 = 1560 \text{ кг}.$$

Вартість пального загалом:

$$C_p = \Gamma_3 \cdot Ц_k; \quad (2.8)$$

$$C_p = 1560 \cdot 85 = 132600 \text{ грн}.$$

Відрахування на амортизацію по трактору МТЗ–102:

$$A_{TP} = \frac{B \cdot H_A}{100}, \quad (2.9)$$

де

$$B = 1350000 \text{ грн};$$

$$H_A = 26,5\%.$$

$$A_{TP} = \frac{1350000 \cdot 26,5}{100} = 357750 \text{ грн}.$$

$$A_{TP}^I = \left(\frac{357750}{365} \right) \cdot 15 = 14702 \text{ грн}.$$

Відрахування на амортизацію посівного агрегату:

$$A_M = \frac{K_B \cdot H_{II}}{100}, \quad (2.10)$$

де: $K_B = 250000 \text{ грн};$

$$H_{II} = 26,5\%.$$

$$A_M = \frac{250000 \cdot 26,5}{100} = 66250 \text{ грн};$$

$$A_M^I = \left(\frac{66250}{365} \right) \cdot 15 = 2723 \text{ грн}.$$

Обслуговування кожного агрегату здійснюється одним механізатором. Розмір оплати праці механізатора під час виконання посівних робіт встановлюється на договірних умовах з урахуванням кваліфікаційного рівня, стажу роботи та класності і становить $Z_{\text{заг}} = 42000 \text{ грн}$.

Виходячи із встановленого рівня оплати праці, визначається заробітна плата механізатора за одну робочу зміну за відповідною розрахунковою залежністю:

$$Z_{зм} = \frac{Z_{заг}}{D}; \quad (2.11)$$

$$Z_{зм} = \frac{42000}{25} = 1680 \text{ грн.}$$

Тоді витрати на оплату праці механізатора під час виконання посівних робіт на площі 300 га складатимуть:

$$Z_{п} = 1680 \cdot 15 = 25200 \text{ грн.}$$

Визначаємо собівартість прямих витрат на виконання посівних робіт у розрахунку на 1 га при використанні проєктованого комплексу машин:

$$C_{га} = \frac{Z + \Gamma + A}{W}; \quad (2.12)$$

$$C_{га} = \frac{25200 + 132600 + 17425}{300} = 584,1 \text{ грн/га.}$$

Застосування запропонованої модернізованої сівалки забезпечить підвищення врожайності зернових культур, зменшення втрат ґрунтової вологи за її критичного вмісту у поверхневому шарі, а також скорочення кількості проходів агрегатів по полю, що знижує рівень механічного руйнування ґрунту.

Крім того, використання удосконаленої конструкції сприятиме економії паливно-мастильних матеріалів і трудових ресурсів, підвищенню ефективності використання мінеральних добрив та одночасному знищенню бур'янів у процесі сівби.

3. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

3.1. Організація робіт із посіву зернових культур модернізованою сівалкою

Для забезпечення високої якості посіву необхідною умовою є правильний вибір та раціональне комплектування машинно-тракторного агрегату. Перед початком польових робіт слід виконати налаштування робочих органів машини, підготувати трактор до експлуатації, визначити напрямок і спосіб руху агрегату, а також провести підготовку поля до виконання технологічного процесу.

У процесі виконання посівних робіт необхідно здійснювати постійний контроль якості висіву. При агрегуванні модернізованої сівалки з трактором МТЗ-102 особливу увагу слід приділяти надійності з'єднання причіпних елементів, що забезпечує стабільність роботи агрегату та мінімізує відхилення від заданих технологічних параметрів.

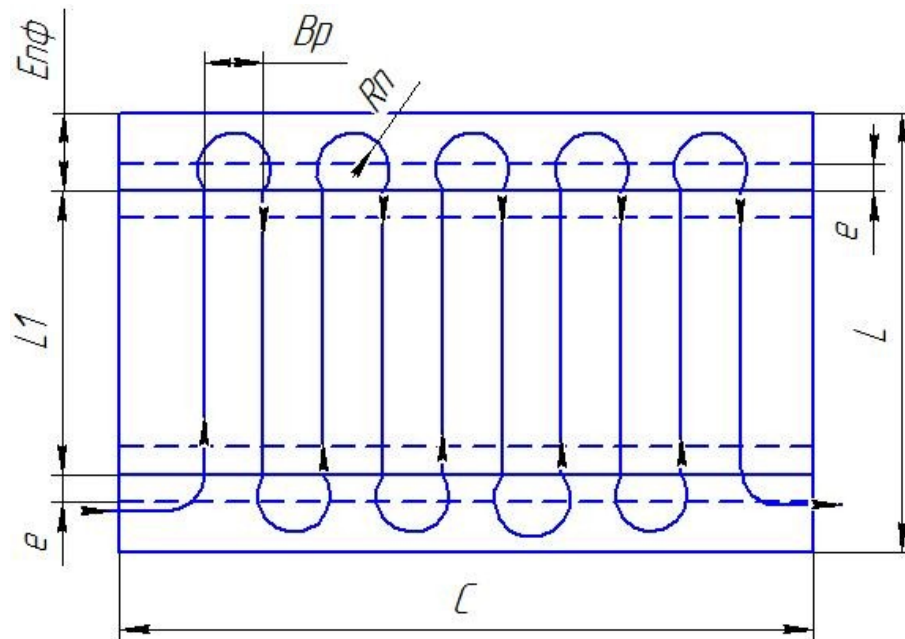
Кількість робочих органів агрегату визначається його тяговим опором, величина якого в окремих випадках може наближатися до максимально допустимого тягового зусилля трактора, що негативно впливає на тяговий баланс машинно-тракторного агрегату.

Під час першого проходу виконують перевірку правильності регулювання робочих органів та контролюють рівномірність ходу сошників за глибиною обробітку. Глибину загортання насіння встановлюють з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов та біологічних особливостей культури в межах 5–10 см. Допустиме відхилення від встановленої глибини не повинно перевищувати ± 1 см.

Після проходу агрегату поверхня поля повинна бути вирівняною, а розпушений шар ґрунту має складатися зі структурних агрегатів розміром 1–10 мм. Такий стан ґрунту створює сприятливі умови для накопичення вологи, покращення повітряного режиму та активізації мікробіологічних процесів.

Посів виконують човниковим способом руху агрегату (рис. 3.1), що

забезпечує раціональну організацію технологічного процесу та ефективно використання машинно-тракторного агрегату.



E_{nf} - ширина поворотної смуги; B_p – робоча ширина захвату агрегату;
 R_n – радіус повороту; L - довжина поля; C – ширина поля;
 L_1 - довжина гону; e – довжина виїзду агрегату.

Рисунок 3.1 - Схема човникового способу руху агрегату

Розрахунок ширини поворотної смуги

Відповідно до конструктивних параметрів сівалки СЗС-2,8, її ширина захвату становить 2,8 м,

Знайдемо довжину агрегату:

$$L = 0,1 \cdot l_a . \quad (3.1)$$

Кінематична довжина агрегату:

$$l_a = l_T + l_M ; \quad (3.2)$$

$$l_a = 2,8 + 2,5 = 5,3 \text{ м};$$

$$L = 0,1 \cdot 4,7 = 0,53 \text{ м}.$$

Знайдемо радіус повороту агрегату:

$$R_n = K_p \cdot R_{min}, \quad (3.3)$$

де $K_p = 1,57$;

при $V = 5$ км/год, $R_{min} = 1,1$;

$B_k = 3,1$ м.

$$R_n = 1,57 \cdot 3,1 = 4,8 \text{ м}.$$

Мінімальна ширина поворотної смуги:

$$E_m = 1,5 \cdot R_n + l; \quad (3.4)$$

$$E_m = 1,5 \cdot 4,8 + 0,53 = 7,73 \text{ м}.$$

Кількість проходів агрегату необхідних для обробки поворотної смуги:

$$n_\phi = \frac{E_m}{B_p}; \quad (3.5)$$

$$B_p = B_k \cdot \beta,$$

де $\beta = 1$.

$$B_p = 2,8 \cdot 1 = 2,8 \text{ м};$$

$$n_{\phi} = \frac{7,73}{2,8} = 2,7 \approx 3.$$

Фактичне значення ширини поворотної смуги:

$$E_{\phi} = n_{\phi} \cdot B_p; \quad (3.6)$$

$$E_{\phi} = 3 \cdot 2,8 = 8,4 \text{ м.}$$

Знайдемо довжину виїзду агрегата:

$$e = 0,5 \cdot L_a; \quad (3.7)$$

$$e = 0,5 \cdot 4,7 = 2,35 \text{ м.}$$

3.2. Визначення основних параметрів катка посівної секції

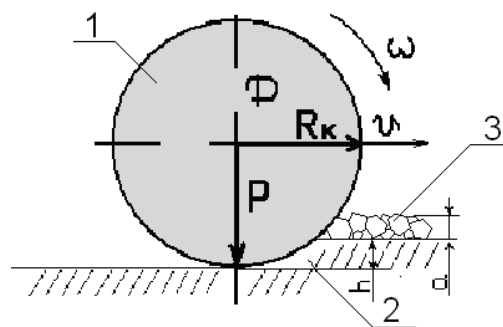
Запропонований у кваліфікаційній роботі посівний агрегат сформований на основі серійної стерньової сівалки СЗС–2,8 та розробленого у роботі струнного котка, конструктивно з'єднаного з базовою машиною.

Відповідно до особливостей виконуваного технологічного процесу основними конструктивними параметрами котка є його довжина та діаметр. Довжину котка приймаємо відповідно до конструктивної ширини захвату базової сівалки СЗС–2,8.

Якість функціонування котка значною мірою визначається його діаметром та конструктивними особливостями робочої поверхні. Вибір діаметра повинен забезпечувати вільне перекочування робочого органу через ґрунтові нерівності та грудки без порушення технологічного процесу. При

взаємодії з ґрунтовими агрегатами тиск котка концентрується безпосередньо в зоні контакту, внаслідок чого відбувається руйнування грудок або їх вдавлювання в поверхневий шар ґрунту.

Відповідно до агротехнічних вимог приймаємо розмір грудок у оброблюваному шарі ґрунту в межах від 1 до 30 мм, а глибину вдавлювання котка у ґрунт - $h = 30$ мм (рис. 3.2).



1 – каток; 2 – шар зминання; 3 – грудки ґрунту

Рисунок 3.2 - Схема до визначення діаметра котка посівної машини

Величину необхідного діаметра котка, враховуючи прийняті агротехнічні та технологічні вимоги знайдемо згідно формули:

$$r_k = m \cdot ctg^2 [(\varphi_1 + \varphi_2) / 2], \quad (3.8)$$

де

$$m = a + h = 0,02 + 0,02 = 0,04 \text{ м};$$

$$\varphi_1 = 18^\circ; \quad \varphi_2 = 22^\circ.$$

Тоді

$$D_k = 0,04 \cdot ctg^2 [(18^\circ + 22^\circ) / 2] = 0,06 \cdot ctg^2 (20^\circ) = 0,45 \text{ м}.$$

Отже, за прийнятих агротехнічних і технологічних умов коток діаметром $D=0,45$ м забезпечуватиме стабільну роботу без нагромадження ґрунту, накопичення грудок та утворення ґрунтового валика перед робочим органом.

3.3. Визначення тягового опору модернізованої сівалки

Розрахунок повного тягового опору модернізованої сівалки СЗС–2,8 виконується згідно залежності:

$$R = R_n + R_c + R_k; \quad (3.9)$$

Знайдемо тяговий опір сівалки на перекочування:

$$R_n = G \cdot f, \quad (3.10)$$

де $f = 0,12$.

Сила ваги сівалки складе:

$$G = m \cdot g. \quad (3.11)$$

Маса сівалки СЗС- 2,8 рівна 1800 кг.

$$G = 1800 \cdot 9,81 = 17,7 \text{ кН.}$$

Отже

$$R_n = G \cdot f = 17,7 \cdot 0,12 = 2,1 \text{ кН.}$$

Знайдемо тяговий опір сошникової секції:

$$R_c = R_l + R_d . \quad (3.12)$$

Знайдемо тяговий опір лапи:

$$R_l = B_k \cdot K . \quad (3.13)$$

З урахуванням стрічкового способу посіву конструктивна ширина сошника приймається $B_k = 0,33$ м.

Питомий опір сівалки з лаповим робочим органом становить $K = 1,9$ кН/м за робочої швидкості $V = 5-6$ км/год.

Відповідно до допустимих агротехнічних умов робочу швидкість посівного агрегату приймаємо $V_p = 12$ км/год.

Поправка на збільшення питомого опору при робочій швидкості $V_p = 12$ км/год визначається за такою залежністю:

$$K = K_o [1 + \Delta K (V_p - V_o)] . \quad (3.14)$$

де

$$V_p = 5 \dots 6 \text{ км / год};$$

Для нашого випадку $\Delta K = 0,02$.

Тоді

$$K = 1,9 [1 + 0,02 (12 - 6)] = 2,1 \text{ кН/м.}$$

Отже

$$R_l = 0,33 \cdot 2,1 = 0,7 \text{ кН.}$$

Тяговий опір наральника знайдемо згідно формули Горячкіна:

$$R_n = K \cdot a \cdot b , \quad (3.15)$$

де $K = 35$ кПа.

$b = 0,05$ м;

$a = 0,10$ м.

Тоді величина тягового опору наральника складе:

$$R_a = 35 \cdot 0,05 \cdot 0,1 = 0,17 \text{ кН} .$$

Значення повного опору лапового сошника з наральником складе:

$$R_c = 0,7 + 0,17 = 0,87 \text{ кН} .$$

З урахуванням кількості сошників на сівалці $n = 8$, величина загального тягового опору складе:

$$R_c = 8 \cdot 0,87 = 6,96 \text{ кН} .$$

Знайдемо тяговий опір струнного котка від його перекочування:

$$R_{K.} = 0,863 \sqrt{\frac{P^4}{B \cdot q \cdot D^2}} , \quad (3.16)$$

де:

$$P = 3000 \text{ Н} ;$$

$$B = 2,8 \text{ м} .$$

Для парів, орних та оброблених стерневих фонів $q = 2 \dots 5 \frac{\text{Н}}{\text{см}^3}$.

Прийmemo $q = 5 \frac{\text{Н}}{\text{см}^3}$.

Діаметр котка $D = 0,3 \text{ м}$.

Тоді

$$R_{к.} = 0,893 \sqrt{\frac{3000^4}{2,8 \cdot 10^2 \cdot 30^2}} = 0,61 \text{ кН}.$$

Тяговий опір котка з урахуванням збільшення опору, зумовленого нерівністю його робочої поверхні та взаємодією з ґрунтом, визначаємо за формулою:

$$R'_{к.} = R_{к.} \cdot E, \quad (3.17)$$

де

$$E = 1,1 \dots 1,3.$$

Тоді:

$$R'_{к.} = 0,61 \cdot 1,3 = 0,79 \text{ кН}.$$

Значення повного тягового опору модернізованої сівалки складе:

$$R = 2,1 + 6,96 + 0,79 = 9,85 \text{ кН}.$$

Необхідна величина тягового зусилля трактора визначається з урахуванням умови забезпечення енергетичної раціональності машинно-тракторного агрегату:

$$\eta_{доd} \geq R/P_{кр}. \quad (3.18)$$

Відповідно до виду виконуваного технологічного процесу та з урахуванням тягових характеристик рушія трактора приймаємо значення коефіцієнта використання додаткового тягового зусилля $\eta_{доd} = 0,96$.

Тоді

$$P_{кр} = R/\eta_{доd} = 9,85/0,96 = 10,2 \text{ кН}.$$

Знайдемо значення необхідного тягового зусилля трактора з урахуванням ухилу поверхні поля:

$$P_{кр\ max} = P_{кр} + P_{кр} \cdot i, \quad (3.19)$$

де

$$i = 0,02.$$

Тоді

$$P_{кр\ max} = 10,2 + 10,2 \cdot 0,02 = 10,4 \text{ кН.}$$

Значення максимально можливої швидкості руху агрегату визначаємо залежно від гакової потужності трактора та необхідного гакового зусилля:

$$V = \frac{3,6 \cdot N_{кр}}{P_{кр}^{\max} + G_T \cdot i}. \quad (3.20)$$

Гакова потужність трактора МТЗ-102 на 5 передачі $N_{кр} = 34,9$ кВт

Сила ваги трактора $G = m \cdot g = 3210 \cdot 9,81 = 30,5$ кН.

$m = 3210$ кг – маса трактора МТЗ-102.

$$V = \frac{3,6 \cdot 34,9}{10,4 + 30,5 \cdot 0,02} = 11,4 \text{ км/год.}$$

Визначимо дійсну робочу швидкість агрегату з урахуванням його можливого буксування:

$$V_p = V \left(1 - \frac{\delta}{100} \right). \quad (3.21)$$

Отже $V_p = 11,4$ км / год.

На підставі отриманих значень робочої швидкості V_p та робочої ширини захвату B_p визначимо продуктивність агрегату за годину змінного часу:

$$W = 0,1 B_p \cdot V_p \cdot \tau, \quad (3.22)$$

де $B_p = B_k \cdot \beta$,

$$B_p = 2,8 \cdot 1 = 2,8 \text{ м.}$$

$$\tau = 0,75.$$

Отже

$$W = 0,1 \cdot 2,8 \cdot 10,3 \cdot 0,75 = 2,2 \text{ га/год.}$$

3.4. Конструктивні розрахунки

3.4.1. Визначення діаметра валу струнного катка

Швидкісний двосекційний коток обладнаний струнами квадратного перерізу, які встановлені в пазах дисків по гвинтових лініях (рис. 3.3). Завдяки квадратній формі поперечного перерізу струни працюють за принципом двогранного клина, забезпечуючи кришення ґрунтових грудок, формування насінневого ложа та створення поверхневого дрібногрудочкуватого мульчованого шару ґрунту, що сприяє збереженню вологи.

Швидкісний коток має відповідний конструктивний діаметр та складається з трубчастого вала 1, двох дисків 2 і струн 3 (рис. 3.3). Така конструкція забезпечує ефективну взаємодію робочого органу з ґрунтом та сприяє покращенню агротехнічних показників виконання технологічного процесу.

1 - вал; 2 - диск; 3 - струни

Рисунок 3.3 - Схема струнного катка

Вал катка можна розглядати як балку, встановлену на двох опорах по кінцях та навантажену рівномірно розподіленим навантаженням інтенсивністю $q = 3 \text{ кН/м}$ (рис. 3.4).

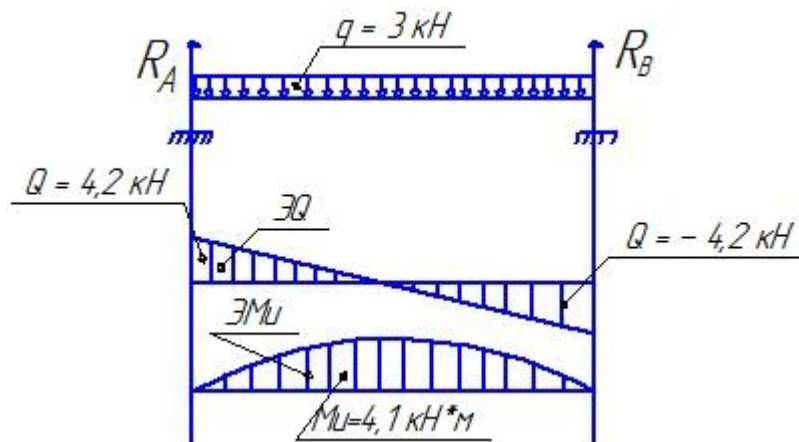


Рисунок 3.4 - Схема навантажень вала катка та епюри згинального моменту та поперечних сил

Визначаємо реакції опор балки, приймаючи, що рівномірно розподілене навантаження замінюється рівнодійною силою, прикладеною посередині прольоту балки.

Реакції опор визначимо згідно формули:

$$R_A = R_B = \frac{q \cdot l}{2}, \text{кН}, \quad (3.23)$$

де:

$$l = 2 \text{ м};$$

$$q = 0,8 \text{ кН/м}.$$

$$R_A = R_B = \frac{3 \cdot 2,8}{2} = 4,2 \text{ кН}.$$

Будуємо епюру поперечних сил: $Q_A = 4,22 \text{ кН}$; $Q_B = -4,2 \text{ кН}$.

Визначимо діаметр валу котка з умови міцності при згині:

$$[\sigma_{II}] \leq \frac{M_{II}^{max}}{W}. \quad (3.24)$$

Звідки момент опору перерізу:

$$W = \frac{M_{II}^{max}}{[\sigma_{II}]}, \text{ мм}^3. \quad (3.25)$$

Максимальний згинальний момент виникає в центральній частині вала, де діє найбільше згинальне навантаження:

$$M_{II}^{max} = q \frac{l^2}{8}, \text{ кН} \cdot \text{м}, \quad (3.26)$$

де

$$l = 2,8 \text{ м}.$$

Тоді:

$$M_{II}^{max} = q \frac{4,2 \cdot 2,8^2}{8} = 4,1 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Допустиме напруження згину для сталі Ст5 знайдемо на основі значення межі текучості матеріалу та прийнятого коефіцієнта запасу міцності:

$$[\sigma_{II}] = \frac{\sigma_T}{n}, \text{ Н/мм}^2, \quad (3.27)$$

де $\sigma_T = 200 \text{ Н/мм}^2$.

Навантаження на вал є циклічним, тому коефіцієнт запасу міцності приймаємо $n = 2$.

Тоді

$$[\sigma_{II}] = \frac{200}{2} = 100 \text{ Н/мм}^2,$$

звідки $W = \frac{4,1 \cdot 10^6}{100} = 41 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$.

Діаметр вала визначаємо враховуючи його кільцевий поперечний переріз:

$$d = \sqrt[3]{\frac{W}{0,1(1 - C^4)}}, \quad (3.28)$$

де

$$C = 0,6.$$

Тоді

$$d = \sqrt[3]{\frac{41 \cdot 10^3}{0,1(1 - 0,6^4)}} = 76 \text{ мм}.$$

Враховуючи циклічність навантаження валу прийmemo діаметр труби 76 мм при цьому $d_{BH} = 64 \text{ мм}$. Згідно сортаменту для виготовлення валу приймаємо: Труба $\frac{76 \times 12 \text{ ГОСТ } 8732 - 78}{A5 \text{ ГОСТ } 1050 - 88}$.

3.4.2 Визначення параметрів стійки сошника

У процесі роботи стійка сошника (рис. 2.2) зазнає дії згинальних навантажень, тому її основні параметри доцільно визначати з умови міцності при згинанні.

Для виконання розрахунку стійку сошника розглядаємо як консольну балку, защемлену в перерізі А-А (рис. 3.5), що дає змогу оцінити її напружений стан і обґрунтувати необхідні конструктивні розміри.

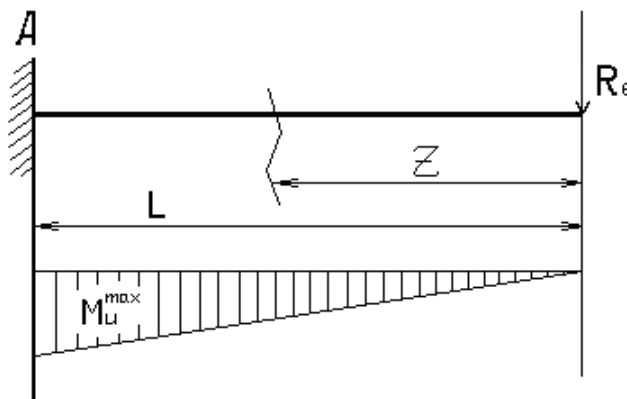


Рисунок 3.5 – Розрахункова схема стійки

Згинний момент від сили R_e становитиме:

$$M_z = R_e \cdot Z; \quad 0 \leq Z \leq l. \quad (3.29)$$

Максимальна величина згинного моменту буде виникати в перерізі А-А і складатиме:

$$M_{u \max} = R_e \cdot l . \quad (3.30)$$

З попередніх розрахунків $R_e = 0,87$ кН.

Значення l приймаємо відповідно до конструктивних розмірів стійки, виходячи з її геометричних параметрів та особливостей компонування робочого органу в конструкції сівалки.

$$M_{u \max} = 870 \cdot 0,62 = 540 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Розмір поперечного перерізу стійки визначаємо з умови забезпечення її міцності при дії згинального навантаження:

$$[\sigma_u] = M_{u \max} / W , \quad (3.31)$$

де $[\sigma_u] = \sigma_T / n$;

$$\sigma_T = 200 \text{ Н/мм}^2 ;$$

$$n = 3.$$

Тоді

$$[\sigma_u] = 200 / 3 = 67 \text{ Н/мм}^2 ,$$

Звідки

$$W = M_{u \max} / [\sigma_u] = 540 \cdot 103 / 67 = 8059 \text{ мм}^3 .$$

Розрахунок параметрів перерізу стійки виконується за формулою моменту опору прямокутного перерізу:

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} . \quad (3.32)$$

Параметр b прийmemo 15 мм, параметр h знайдемо з рівняння моменту опору перерізу

Тоді

$$h = \sqrt{\frac{W \cdot 6}{b}};$$

$$h = \sqrt{\frac{8059 \cdot 6}{15}} = 56 \text{ мм}.$$

З урахуванням діаметрів отворів для кріплення стійки, а також необхідності забезпечення її достатньої міцності при короткочасних перевантаженнях, що можуть виникати під час роботи, приймаємо ширину стійки розроблюваного сошника $h = 75$ мм.

Кріплення сошника до тяг здійснюється за допомогою болтових з'єднань, при цьому тяги також з'єднуються з рамою сівалки. У процесі роботи болт сприймає навантаження на зріз в одній площині, а також піддається зминанню з боку тяг і кронштейна. Колове зусилля, яке діє на відстані l від стрілкової лапи та спричиняє зріз болтів, визначається за залежністю:

$$P = \frac{M}{l}; \quad (3.33)$$

$$P = \frac{0,539}{0,62} = 0,86 \text{ кН}.$$

Загальна площа зрізу болта

$$A_{cp} = \left(\frac{\pi \cdot d^2}{4} \right) \cdot k. \quad (3.34)$$

Отже:

$$d \geq \sqrt{\frac{4P}{\pi k [\tau]_{cp}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,86 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 75 \cdot 10^6}} = 0,012 \text{ м} = 12 \text{ мм.}$$

Приймаємо болт з метричною різьбою М12.

4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1. Нормативно-правові акти з охорони праці

Правовою основою законодавства щодо охорони праці є Конституція України, Закони України та Кодекс законів про працю України (КЗпП). Законодавчими актами, що визначають основні положення з охорони праці є загальні закони України, а також спеціальні законодавчі акти, як, приймаються кабінетом Міністрів України, Міністерством соціальної політики України, Міністерством охорони здоров'я й ін.

Крім законодавчих актів України, правові відносини у сфері охорони праці регулюються нормативно-правовими актами з охорони праці [9].

До найважливіших нормативно-правових актів із питань охорони праці відносять державні нормативні акти про охорону праці (ДНАОП). Залежно від сфери дії ДНАОП можуть бути міжгалузевими або галузевими.

Згідно із Законом України "Про охорону праці" (ст. 28), нормативно-правові акти переглядаються в міру впровадження досягнень науки і техніки, що сприяють поліпшенню безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, але не рідше ніж один раз на десять років.

Державні нормативні акти (ДНАОП) потрібно відрізнити від відомчих документів про охорону праці (ВДОП), які можуть розроблятися на їх основі і затверджуватися міністерствами, відомствами України або асоціаціями, концернами та іншими об'єднаннями підприємств для конкретизації вимог ДНАОП відповідно до специфіки галузі. Роботодавець або уповноважений ним орган розробляють на основі ДНАОП і затверджують власні положення, інструкції або інші нормативно-правові акти про охорону праці, що діють у межах підприємства.

Відповідно до рекомендацій Державної служби України з питань праці, щодо Порядку опрацювання і затвердження нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві до основних нормативних актів підприємства належать:

1. Положення про систему управління охороною праці на підприємстві;

2. Положення про службу охорони праці підприємства;
3. Положення про комісію з питань охорони праці підприємства;
4. Положення про роботу уповноваженого трудового колективу з питань охорони праці;
5. Положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці;
6. Положення про організацію та проведення первинного і повторного інструктажів, а також пожежно-технічного мінімуму;
7. Наказ про порядок атестації робочих місць щодо їх відповідності 50 нормативним актам про охорону праці;
8. Положення про організацію попереднього і періодичного медичного огляду працівників;
9. Інструкції з охорони праці для працюючих за професіями і видами робіт;
10. Перелік робіт з підвищеною небезпекою;
11. Перелік посадових осіб підприємства, які зобов'язані проходити попередню і періодичну перевірку знань з охорони праці;
12. Наказ про порядок забезпечення працівників спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту.

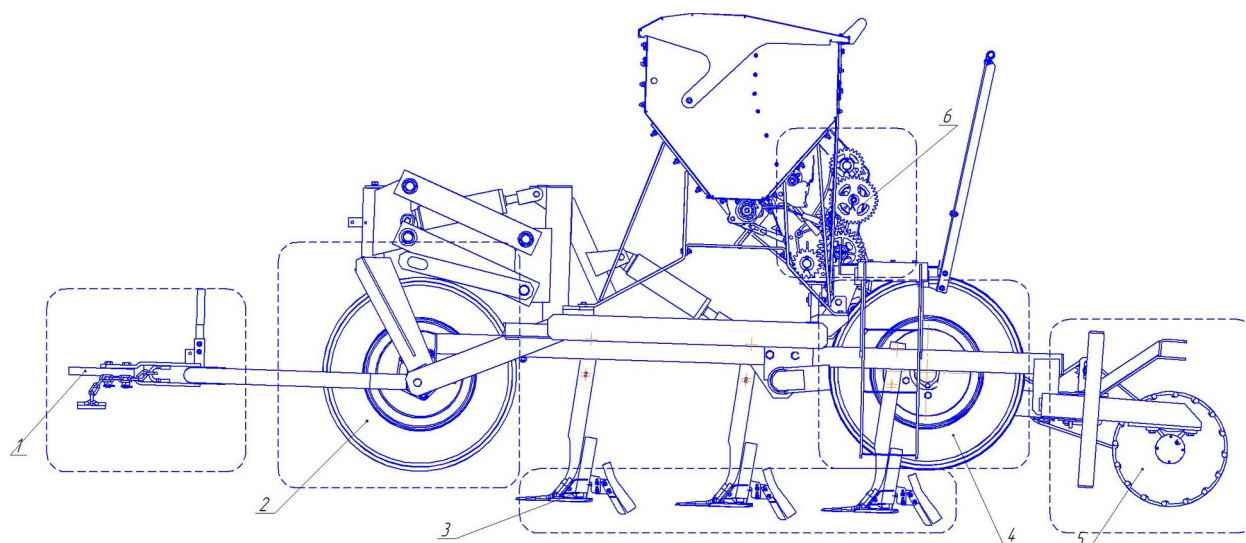
Згідно з чинним нині в Україні Положенням про розробку інструкцій з охорони праці, затвердженим наказом Держнаглядохоронпраці 29 січня 1998 р. за № 9, передбачено періодичність перевірки інструкцій з охорони праці не рідше, ніж один раз на п'ять років, а інструкцій для працюючих за професіями або видами робіт, пов'язаними з підвищеною небезпекою - не рідше ніж раз на три роки [9].

4.2. Вимоги охорони праці при роботі з посівним агрегатом

В основному на сівбі тракторист обходиться без допомоги помічників.

Робочі місця на посівних агрегатах обладнують підніжною дошкою (на

зернових сівалках) чи сидіннями (на садильних машинах). Іноді підніжна дошка призначається для підвищення зручності обслуговування під час заправки сівалки насінням і добривами. Сидіння на машинах, як правило, малі, не відповідають стандартам по висоті, ширині та глибині. Крім того, вони не регулюються по висоті і положенню. Простір для ніг вкрай обмежений. Все це зумовлює незручну, без можливості зміни робочу позу з елементами статичних напружень.



1 - зчіпка; 2 - колесо самовстановлююче; 3 - сошникові секції; 4 - колесо опорне; 5 - каток; 6 - механізм приводу

Рисунок 4.1 - Небезпечні ділянки проектного агрегату

Робоча поза тракториста під час роботи із сівалками нераціональна. Для контролю за точністю руху по сліду маркера він змушений нахилитися вперед і праворуч, а при роботі без причіплювача – постійно повертатися назад для контролю за якістю сівби.

Робота на сівалках досить трудомістка, внаслідок ручного перенесення насіння і добрив під час завантаження сівалок, очищення сошників. Якість сівби оцінюється, в першу чергу, прямолінійністю і точністю руху агрегату по сліду маркера, що дуже складно забезпечити внаслідок нестійкості машин. При

цьому механізатор змушений робити до 60 робочих рухів рульовим колесом за хвилину, що, природно, призводить до швидкої втоми.

Сівалки, як правило, не є джерелом шуму. Проте в останні роки розробляються агрегати, на яких насіння вноситься в ґрунт повітряним потоком. Встановлені на них компресори є джерелами високочастотного шуму.

Робота на сівалках пов'язана із значною вібрацією, яка часто обмежує робочу швидкість агрегату. Сошники, котки і колеса сівалок, особливо на сівбі культур у теплий період при низькій вологості ґрунту (наприклад, кукурудзи, рису, картоплі, озимих культур), спричиняють значну запиленість повітря.

Насіння майже всіх культур протруюється, тому можливе ураження працюючих під час його навантаження. При роботі сівалок з компресорами частинки пилу з насіння можуть потоком повітря відноситися у зону дихання механізаторів.

Технічне обслуговування більшості сівалок через особливості конструкції утруднене. Так, незважаючи на розробку і впровадження автоматичних зчіпок, компоновка агрегату з трактора і сівалки у деяких випадках складна і небезпечна, особливо при складанні агрегатів з кількох сівалок. Трудомістким є переобладнання сівалок з робочого положення у транспортне і, в першу чергу, встановлення маркерів і фіксація коліс.

До транспортування по дорогах більшість сівалок погано пристосована, їх габарити у транспортному положенні утруднюють зустрічний роз'їзд та обгін під час руху по дорогах.

Технологічне обслуговування сівалок також складне внаслідок великої висоти підніжних дошок, відсутності на них опорно-запобіжних спинок і значної висоти завантажувальних отворів тукових баків. Найбільш трудомісткі і незручні операції – очищення сошників насінне- і туковисівних апаратів. Сівалки мають також велику кількість точок мащення, до того ж доступ до них утруднений.

Перед початком роботи перевірити комплектність і надійність кріплення всіх механізмів і вузлів, стан підніжної дошки, поручнів, підтягнути різьбові з'єднання, змастити тертьові поверхні, переконатись у наявності і справності захисних огорожень та відсутності сторонніх предметів в зерно-тукових

ящиках, банках, бункерах й живильних ковшах. Оглядають механізми передач, автомати, регулюють сошники, перевіряють надійність їх кріплення, заміряють прогин неробочих віток ланцюгів.

Підніжна дошка повинна бути шириною не менше 350 мм з переднім запобіжним буртиком висотою 100 мм, перилом висотою 900 мм.

Рух причіпного агрегату можна починати після подачі сигналу трактористом і одержання сигналу у відповідь від старшого на посівному агрегаті. При завантажуванні зерна відкриті кришки ставлять на запобіжники. Під час завантажування сухих порошкоподібних добрив необхідно стояти з навітряного боку, надівши протипиловий респіратор. Після завантаження зерна й туків необхідно щільно закрити кришки ящиків.

Періодично протягом робочого дня слід очищати бункери саджалки, живильні ковші, ложечки, сошники, тукопроводи й борознозакривачі від ґрунту, рослинних решток та інших сторонніх предметів й усувати виявлені несправності. Усувати несправності та очищати машину дозволяється після зупинки агрегату. Забороняється під час руху переходити з однієї сівалки на іншу.

Перед поворотом агрегату сошники сівалки піднімають, а поворот виконують на знижених швидкостях. Широкозахватними агрегатами не слід робити крутих поворотів, бо це може призвести до набігання однієї сівалки на іншу. Якщо сошники опущені, не дозволяється рушати агрегатом назад. Піднімати і опускати сошники можна тільки при прямолінійному русі вперед.

Під час роботи стежать за роботою механізму передач. Ослаблі ланцюги підтягують натяжними зірочками. Надмірний натяг ланцюгів не допускається.

Періодично перевіряють стан пневматичних коліс, легкість обертання.

Для роботи у темний час доби завчасно перевіряють справність електричного освітлення.

Отвори висівних апаратів очищають спеціальними чистиками, гачками. Розрівнюють насіння тільки лопатками.

Перед сівбою протруєного насіння працівники обов'язково проходять інструктаж з техніки безпеки. Агроном повинен попередити сівачів про отруйні властивості насіння, перевірити у них наявність справних засобів

індивідуального захисту відповідно до санітарних правил. Прямий контакт сівачів з протруєним насінням не дозволяється. Під час сівби необхідно стежити, щоб кришки сівалок були щільно закриті, а пил не виходив назовні та не забруднював навколишнє середовище.

Забороняється сидіти на мішках з протруєним насінням, перевозити його з іншими продуктами і залишати без догляду.

Після закінчення роботи підняті у транспортне положення гідромаркери фіксують засувками і гачками, а рукоятку розподільника встановлюють у положення «Нейтральне». Посівні машини очищають, а висівний механізм змащують солідолом. Працівники, які працювали з протруєним насінням, повинні зняти спецодяг, здати його для знезаражування, старанно вимити руки з милом, прийняти душ.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Основною метою бакалаврської кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності посіву зернових культур шляхом модернізації сівалки СЗС-2,8 та удосконалення її конструктивних елементів.

У кваліфікаційній роботі проведено аналіз сучасних технологій посіву зернових культур, виконано огляд технічних засобів для їх висіву та здійснено обґрунтування актуальності обраної тематики дослідження. Запропоновано модернізацію стерньової зернової сівалки СЗС-2,8 для реалізації стрічкового способу посіву з різнорівневим розміщенням насіння і мінеральних добрив. Конструктивне удосконалення передбачає розроблення лапового сошника, обладнаного розподільником насіння, наральником та розтрубом. Розміщення наральника і розтруба нижче рівня розподільника насіння забезпечує внесення добрив на більшій глибині відносно рівня загортання насіннєвого матеріалу. Крім того, виконано заміну гладкого котка на струнний, конструкція якого сприяє формуванню поверхневого мульчувального вологозберігаючого шару ґрунту.

У пояснювальній записці наведено обґрунтування експлуатаційних характеристик посівного агрегату, розглянуто будову та особливості технологічного процесу роботи модернізованої сівалки, а також виконано розрахунки собівартості проведення посівних робіт із використанням удосконаленого технічного засобу. У проектній частині роботи розглянуто організаційно-технологічні аспекти виконання посіву зернових культур модернізованою сівалкою, обґрунтовано основні конструктивні параметри котка посівної секції, визначено тяговий опір агрегату та виконано конструктивні розрахунки вала струнного котка і стійки сошника.

Окрему увагу в роботі приділено питанням охорони праці та заходам безпеки під час експлуатації посівного агрегату, що спрямовано на забезпечення безпечних умов праці та підвищення надійності функціонування технічного засобу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Антонишиш Р.З. Карти технологічної наладки ґрунтообробних і посівних машинно-тракторних агрегатів. К.: Вища школа, 1991. 150 с.
2. Гудь, М., Ворощук, В., Олексюк, В., Гагалюк, А. (2024). Оцінка впливу фізико-механічних параметрів наповнювача на динамічну поведінку циліндричної оболонки. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences, 345 №6(2), 248-253.
3. Довідник сільського інженера /В.Д.Гречкосій, О.М.Погорілець, І.І.Ревенко та ін./; За ред. В.Д.Гречкосія. 2-е вид., перероб. і доп. К.: Урожай, 1991. 400 с.
4. Енергетичні засоби сільськогосподарського виробництва. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів денної та заочної форм здобуття освіти за освітньо-професійною програмою 208 «Агроінженерія» / Олексюк В.П., Брошак І.С., Мартинюк В.В. Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2024. 71 с.
5. Литвиненко С.В., Кириленко І.П. Інноваційні системи сівби. К.: Агронаука, 2023. 158 с.
6. Методичний посібник до дипломного проектування для студентів денної та заочної форм навчання напряму підготовки – 6.050503 «Машинобудування» з професійним спрямуванням на спеціальність «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва»(7.05050312, 8.05050312) для здобуття освітньо-кваліфікаційних рівнів «бакалавр»,«спеціаліст»,«магістр»/Н. І. Хомик, МЯ Сташків, ВП Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця ВА, 2016. 172 с.
7. Недопустимість резонансних коливань пристрою пасивного ножа дообрізувача гички / Т. А. Довбуш, В. П. Олексюк, В. В. Чомко, І. М. Данчук // Тези XIII МНПК „Актуальні задачі сучасних технологій“, 11-12 грудня 2024 року. Т. : ФОП Паляниця В. А., 2024. С. 69–70.
8. Олексюк А.В. Пошук оптимальних конструкцій сепаруючих пристроїв картоплезбиральних машин / А.В. Олексюк, Т.А. Довбуш, В.П. Олексюк //

Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей XIV міжнар. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів, (Тернопіль, 11-12 грудня 2025). Тернопіль : ФОП Паляниця В.А., 2025. С. 110-112

9. Охорона праці в сільському господарстві [Електронний ресурс]: Режим доступу вільний: http://ipal.at.ua/publ/okhorona_praci/mozhlivi

10. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. /В.Т. Павлище. К.: Вища школа, 1993. 556 с.

11. ПІ 2.00-013-99. Інструкція з охорони праці для тракториста-машиніста сільськогосподарського виробництва.

12. Технічний сервіс та ремонт машин агровиробництва. Методичні вказівки до виконання розрахункових робіт для студентів денної та заочної форм здобуття освіти за освітньо-професійною програмою 208 «Агроінженерія» / Олексюк В.П., Сташків М.Я. – Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2023. 39 с.

13. Типові норми на механізовані сільськогосподарські роботи /Л.С.Пристапчук, О.Ф.Лук'янчук, В.М.Карпенко. К.: Урожай, 1982. 54 с.

14. Хомик Н.І. Методичний посібник до виконання кваліфікаційної роботи для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності Агроінженерія / Н. І. Хомик, В. П. Олексюк, М. Я. Сташків, А. В. Бабій, Т. А. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2025. 180 с.

15. Хомик Н.І. Основи агрономії: навчальний посібник (курс лекцій) / Н. І. Хомик, Г. Б. Цьонь, Т. А. Довбуш, В. П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. 232 с.

16. Гевко Р. Б., Ткаченко І. Г., Павх І. І. Машини сільськогосподарського виробництва. Тернопіль, 2005. 228 с.

17. Nevko R., Stashkiv M., Lyashuk O., Vovk Y., Oleksyuk V., Tson O., Bortnyk I. Investigation of internal efforts in the components of the crop sprayer boom section. Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering. Volume 105, Issue 1 (2021), 33 – 41.

18. Roman Hevko; Yurii Nykerui; Taras Dovbush; Vasyl Oleksyuk. Substantiation of constructive parameters of a frame structure elements of the rope mechanism transport system for storing piece loadings into small warehouses. Scientific Journal of TNTU. Tern.: TNTU, 2020. Vol 100. No 4. P. 62–74.

19. Pidgurskyi M., Stashkiv M., Pidgurskyi I., Oleksyuk V., Pidluzhnyi O., Bykiv D., Borys I., Bulaienko R., Stashkiv V., Mushak A. (2024) Methodology of experimental and analytical research of technical systems. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol 116, no 4, pp. 50–58.

20. [Sustainable and smart logistics centers: Challenges and opportunities for Ukraine's transport system](#). Y Vovk, I Vovk, U Plekan, O Tson, V Oleksyuk Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics. [Vol. 10 No. 1 \(2025\)](#), 116-124.

ДОДАТКИ