

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

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

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

«Механізація вирощування люцерни з удосконаленням зернової
сівалки»

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,
групи АІ-23мб-1.1
ОПП «Агроінженерія»
спеціальності 208 «Агроінженерія»
_____ Лашко Михайло Володимирович
« _____ » _____ 2026 р.

Керівник проекту
доцент, канд. техн. наук

« _____ » _____ 2026 р.

Рецензент
доцент, канд. техн. наук

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет агротехнічний

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Освітньо-професійна програма «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

«___» _____ 2026 року

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

_____ *Лашко Михайло Володимирович*

(прізвище, ім'я, по батькові)

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

2. Керівник кваліфікаційної роботи (проекту) _____

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

3. Строк подання роботи до захисту _____

4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи Метою даної кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності механізованої сівби люцерни шляхом удосконалення конструкції зернової сівалки СЗТ-3,6, зокрема її висівного апарата та зворушувача насіння.

Завдання:

- проаналізувати існуючу технологію вирощування люцерни;
- обґрунтувати необхідність удосконалення висівного апарата;
- розробити конструкцію висівного апарата зі зменшеними крайніми котушками;
- виконати розрахунок норми висіву з урахуванням перекриття крайніх рядків;
- розрахувати параметри зворушувача насіння;
- оцінити техніко-економічну ефективність запропонованого рішення.

5. Перелік графічного матеріалу 1. Технологічна карта вирощування люцерни – ф. А1.

2. Операційна карта сівби люцерни – ф. А1. 3. Сівалка зернотукотрав'яна СЗТ-3,6 – ф. А1. 4.

Ящик лівий – ф. А1. Апарат висівний – ф. А3. Деталювання – ф. А1.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Дата видачі завдання

«___» _____ 2026 р.

Підпис керівника _____

_____ (прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

«___» _____ 2026 р.

Підпис здобувача _____

Михайло ЛАШКО
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційній роботі виконано аналіз технології вирощування люцерни та процесу її механізованої сівби. Розглянуто біологічні особливості культури, агротехнічні вимоги до сівби та існуючі конструкції зернових сівалок.

Розроблено операційну технологію сівби люцерни, визначено склад машинно-тракторного агрегату, режими його роботи та основні техніко-експлуатаційні показники.

Обґрунтовано необхідність удосконалення висівного апарата та запропоновано конструкцію, яка передбачає застосування крайніх катушок зі зменшеною у два рази подачею насіння, що забезпечує компенсацію перекриття рядків без перевитрати насіння. Також запропоновано удосконалений зворушувач насіння для стабілізації його подачі.

люцерна, висівний апарат, катушка, зворушувач насіння, норма висіву

ABSTRACT

The qualification work presents an analysis of alfalfa cultivation technology and the process of its mechanized sowing. The biological characteristics of the crop, agrotechnical requirements for sowing, and existing designs of grain seed drills are considered.

An operational technology for alfalfa sowing has been developed, and the composition of the machine-tractor unit, its operating modes, and main technical and operational parameters have been determined.

The necessity of improving the seeding device has been substantiated, and a design solution has been proposed that involves the use of edge fluted rollers with a twofold reduced seed rate, which ensures compensation of row overlap without excessive seed consumption. An improved seed agitator has also been proposed to stabilize seed supply.

alfalfa, seeding device, fluted roller, seed agitator, seeding rate

ЗМІСТ

	Стор.
1. ВСТУП	5
2. АНАЛІЗ ТИПОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЛЮЦЕРНИ	7
2.1. Біологічні особливості люцерни	7
2.2. Місце люцерни в сівозміні	9
2.3. Система удобрення люцерни	11
2.4. Обробіток ґрунту під люцерну	13
2.5. Підготовка насіння та сівба	15
2.6. Догляд за посівами	17
2.7. Збирання врожаю люцерни.....	18
2.8. Висновки по розділу	19
3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ СІВБИ ЛЮЦЕРНИ	20
3.1. Умови роботи	20
3.2. Агротехнічні вимоги до сівби люцерни	21
3.3. Комплектування і підготовка агрегату до роботи	23
3.4. Підготовка поля до роботи	30
3.5. Організація роботи агрегату в загінці	32
3.6. Контроль якості виконання сівби люцерни	35
3.7. Висновки по розділу	37
4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА	38
4.1. Аналіз конструкції зернотукотрав'яної сівалки СЗТ-3,6	38
4.2. Обґрунтування удосконалення висівного апарата	41
4.3. Конструкція зменшених крайніх катушок	43
4.4. Розрахунок висівного апарата	45
4.5. Розрахунок зворушувача насіння	48
4.6. Розрахунок приводу висівного апарата	50
4.7. Висновки по розділу	56
5. ОХОРОНА ПРАЦІ	58
5.1. Аналіз небезпечних та шкідливих факторів, які можуть виникнути при виконанні сівби люцерни	58
5.2. Вимоги безпеки при виконанні сівби люцерни	58
5.3. Заходи з пожежної безпеки	59
5.4. Вплив удосконалення на безпеку праці	59
5.5. Висновки по розділу	59
6. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	62
Додатки	64

1. ВСТУП

Сучасний етап розвитку агропромислового виробництва України характеризується необхідністю підвищення ефективності використання ресурсів, зниження енерговитрат та забезпечення стабільного виробництва високоякісної сільськогосподарської продукції. Важливу роль у цьому процесі відіграє механізація технологічних процесів вирощування культур, яка дозволяє підвищити продуктивність праці, забезпечити виконання агротехнічних вимог та знизити собівартість продукції.

Особливе значення у структурі кормовиробництва має люцерна – багаторічна бобова культура, яка відзначається високою врожайністю зеленої маси, значним вмістом білка та здатністю покращувати фізико-хімічні властивості ґрунту завдяки фіксації атмосферного азоту. Вирощування люцерни є важливим елементом інтенсивних сівозмін і сприяє підвищенню родючості ґрунтів, що особливо актуально в умовах сучасного землеробства.

Однією з ключових операцій технології вирощування люцерни є сівба, яка визначає густоту стояння рослин, рівномірність їх розміщення на площі та формування майбутнього врожаю. Якість виконання цієї операції залежить від технічного рівня сівалок, стану їх робочих органів та правильності налаштування режимів роботи.

На практиці для сівби люцерни широко застосовуються зернові сівалки, зокрема СЗТ-3,6, які є універсальними та широко розповсюдженими в господарствах. Однак конструкція стандартних висівних апаратів таких сівалок не повністю відповідає вимогам до висіву дрібнонасінних культур. Основними недоліками є: нерівномірність висіву насіння; перевитрата посівного матеріалу; недостатня точність дозування; відсутність можливості компенсації перекриття при проходах агрегату.

					МВЛ 00.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Лашко				Механізація вирощування люцерни з удосконаленням зернової сівалки	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевір.							5	64
Н. контр.								
Затв.						ЦНТУ, гр. АІ-23мб-1.1		

Особливої уваги потребує проблема висіву крайніх рядків. При роботі агрегату виникає необхідність перекриття смуг для уникнення пропусків, що призводить до подвійного висіву насіння у крайніх зонах. Це спричиняє значну перевитрату насіння люцерни, яке є дорогим посівним матеріалом, а також негативно впливає на рівномірність посіву.

Аналіз існуючих конструкцій висівних апаратів показує, що вони не забезпечують гнучкого регулювання норми висіву по окремих рядках, зокрема крайніх. Тому виникає необхідність удосконалення конструкції висівного апарата шляхом забезпечення диференційованої подачі насіння.

Перспективним напрямом вирішення цієї проблеми є застосування крайніх висівних катушок зі зменшеною нормою висіву (наприклад, на 50%), що дозволяє здійснювати перекриття рядків без перевитрати насіння. Додатково важливим елементом є удосконалення зворушувача насіння, який забезпечує стабільність подачі насіння до висівного апарата та запобігає його зависанню.

Метою даної кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності механізованої сівби люцерни шляхом удосконалення конструкції зернової сівалки СЗТ-3,6, зокрема її висівного апарата та зворушувача насіння.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- проаналізувати існуючу технологію вирощування люцерни;
- обґрунтувати необхідність удосконалення висівного апарата;
- розробити конструкцію висівного апарата зі зменшеними крайніми катушками;
- виконати розрахунок норми висіву з урахуванням перекриття крайніх рядків;
- розрахувати параметри зворушувача насіння;
- оцінити техніко-економічну ефективність запропонованого рішення.

Очікуваним результатом є підвищення якості сівби люцерни, зменшення перевитрати насіння та забезпечення більш раціонального використання технічних засобів у технології вирощування культури.

2. АНАЛІЗ ТИПОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЛЮЦЕРНИ

2.1. Біологічні особливості люцерни.

Люцерна (*Medicago sativa* L.) – багаторічна бобова кормова культура, яка характеризується високою продуктивністю, значним вмістом білка та здатністю до симбіотичної фіксації атмосферного азоту. Вона широко використовується для виробництва зеленої маси, сіна, сінажу та трав'яного борошна.

Люцерна має добре розвинену стрижневу кореневу систему, яка проникає в ґрунт на глибину до 2–3 м, що забезпечує високу посухостійкість рослини. На коренях утворюються бульбочки з азотфіксуючими бактеріями (*Rhizobium meliloti*), які здатні накопичувати до 150–300 кг/га біологічного азоту.

Стебло прямостояче, гіллясте, висотою 60–120 см. Листки трійчасті, ніжні, з високим вмістом протеїну. Суцвіття – китиця, квітки фіолетові або сині. Плід – біб, який містить дрібне насіння жовтого або бурого кольору.

Температурний режим. Люцерна є холодостійкою культурою. Насіння починає проростати при температурі +2...+4 °С, оптимальна температура для проростання становить +18...+22 °С. Сходи витримують заморозки до –5...–6 °С; дорослі рослини витримують до –20 °С (за наявності снігового покриву).

Завдяки глибокій кореневій системі люцерна добре переносить посуху. Однак у період проростання і формування сходів вона потребує достатнього зволоження верхнього шару ґрунту. Критичні періоди щодо вологості: проростання насіння; фаза кущення; відростання після укосів.

Найкраще люцерна росте на: чорноземах; сірих лісових ґрунтах. суглинкових ґрунтах з нейтральною реакцією. Оптимальні параметри: рН=6,5–7,5; глибина орного шару ≥ 25 см; добре дреновані ґрунти.

Не придатні: кислі ґрунти (рН<5,5); заболочені; важкі глинисті ґрунти.

Розвиток люцерни відбувається за такими основними фазами: проростання насіння; сходи; формування розетки; кущення; стеблуння; бутонізація; цвітіння; формування насіння.

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

Найвища кормова цінність досягається у фазі бутонізації – початку цвітіння. Важливим фактором є правильний вибір норми висіву, глибини загортання та способу сівби.

Таблиця 2.1

Основні параметри сівби люцерни

№ п/п	Найменування показників	Значення показників
1	Норма висіву (чистий посів)	12–16 кг/га
2	Норма висіву (під покрив)	8–10 кг/га
3	Маса 1000 насінин	1,8–2,5 г
4	Глибина загортання	1,5–3,0 см
5	Ширина міжрядь	12,5–15 см
6	Оптимальна густина стояння	6–8 млн рослин/га

Для забезпечення високої польової схожості необхідно: рівномірний розподіл насіння по площі; стабільна норма висіву; відсутність пропусків і перекриттів; рівномірна глибина загортання; добрий контакт насіння з ґрунтом.

Особливо важливо забезпечити рівномірність висіву дрібного насіння, оскільки люцерна має малу масу і чутлива до умов загортання.

Насіння люцерни має специфічні фізико-механічні властивості: малий розмір; низька маса; схильність до зависання в бункері; нерівномірна сипучість.

Таблиця 2.2

Фізико-механічні властивості насіння люцерни

№ п/п	Найменування показників	Значення показників
1	Середній діаметр насіння	1,5–2,5 мм
2	Насипна щільність	700–800 кг/м³
3	Кут природного укусу	25–30°
4	Вологість (оптимальна)	10–14 %

Ці особливості зумовлюють необхідність застосування: зворушувачів насіння; точних висівних апаратів; рівномірного дозування.

Люцерна є високопродуктивною кормовою культурою з підвищеними вимогами до якості виконання сівби. Основними особливостями, що впливають

на процес механізованого висіву, є: дрібний розмір насіння; необхідність малої та точної норми висіву; чутливість до глибини загортання; потреба у рівномірному розподілі по площі. Це обумовлює підвищені вимоги до конструкції висівних апаратів і підтверджує доцільність їх удосконалення, зокрема для забезпечення диференційованого висіву крайніх рядків та запобігання перевитраті насіння.

2.2. Місце люцерни в сівозміні.

Люцерна є однією з найбільш цінних багаторічних бобових культур, яка відіграє важливу роль у польових та кормових сівозмінах. Її включення в сівозмін у дозволяє не лише отримувати високоякісний корм, але й істотно покращувати родючість ґрунту.

Основними перевагами люцерни є: здатність до фіксації атмосферного азоту (до 150–300 кг/га); покращення структури ґрунту; зменшення щільності ґрунту; підвищення вмісту органічної речовини; пригнічення бур'янів; зниження ерозійних процесів. Завдяки цьому люцерна є цінним попередником для більшості сільськогосподарських культур, особливо зернових. Люцерну зазвичай розміщують у сівозміні як багаторічну культуру з використанням протягом 2–4 років.

Таблиця 2.3

Типова схема сівозміни з люцерною

№ п/п	Поле	Культура
1	1	Озима пшениця
2	2	Кукурудза
3	3	Ячмінь + підсів люцерни
4	4	Люцерна (1-й рік)
5	5	Люцерна (2-й рік)
6	6	Люцерна (3-й рік)
7	7	Озима пшениця

Кращі попередники для люцерни. Для забезпечення дружних сходів і нормального розвитку люцерну висівають після культур, які: залишають поле чистим від бур'янів; рано звільняють площу; не висушують сильно ґрунт.

Таблиця 2.4

Кращі попередники люцерни

№ п/п	Група культур	Попередники
1	Зернові	Озима пшениця, ячмінь
2	Просапні	Кукурудза на силос, картопля
3	Інші	Однорічні трави

Небажані попередники. Не рекомендується висівати люцерну після: інших бобових культур (накопичення хвороб); багаторічних трав; сильно забур'янених полів; культур, що виснажують ґрунт.

Люцерна є одним із найкращих попередників для зернових культур, особливо озимої пшениці.

Переваги: накопичення азоту в ґрунті; покращення водного режиму; розпушення ґрунту глибокою кореневою системою; зменшення кількості бур'янів.

Таблиця 2.5

Вплив люцерни на урожайність наступних культур

№ п/п	Культура	Приріст урожайності
1	Озима пшениця	+20–40 %
2	Ячмінь	+15–25 %
3	Кукурудза	+10–20 %

Особливості включення люцерни в сівозміну. Тривалість використання: 2–3 роки – оптимально; до 4 років – за хорошого догляду.

Спосіб сівби: чистий посів; під покрив (зернові культури). Важливі умови: рівне поле; якісний передпосівний обробіток; відсутність ущільнення ґрунту. Оскільки люцерна часто висівається під покрив або після зернових культур, у господарствах широко використовуються зернові сівалки типу СЗТ-3,6.

При цьому виникають наступні проблеми: перевитрата насіння при перекриттях; нерівномірність висіву крайніх рядків; складність точного дозування дрібного насіння.

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Особливо актуально це в умовах великих полів, де перекриття проходів агрегату є неминучим. Саме тому доцільним є удосконалення висівного апарата з можливістю зменшення норми висіву на крайніх рядках, що дозволить: уникнути пересіву; зменшити витрати насіння; підвищити рівномірність посіву.

Люцерна є важливим елементом сівозміни, який забезпечує підвищення родючості ґрунту та продуктивності наступних культур. Правильне розміщення її в сівозміні дозволяє максимально реалізувати біологічний потенціал культури. Разом з тим, особливості технології її вирощування, зокрема сівби, висувають підвищені вимоги до технічних засобів. Це підтверджує необхідність удосконалення зернових сівалок, що використовуються для висіву люцерни.

2.3. Система удобрення люцерни.

Люцерна є культурою з високою потребою в елементах живлення, особливо на початкових етапах розвитку. Незважаючи на здатність до симбіотичної фіксації атмосферного азоту, вона потребує забезпечення фосфором, калієм, а також мікроелементами для формування високих урожаїв.

Раціональна система удобрення люцерни повинна забезпечувати: інтенсивний розвиток кореневої системи; активне утворення бульбочок; високу продуктивність зеленої маси; тривалий період використання травостою.

Таблиця 2.6

Винос елементів живлення люцерною для формування 1 т сухої речовини

№ п/п	Елемент	Винос, кг/т сухої речовини		
1	Азот (N)	25–30		
2	Фосфор (P ₂ O ₅)	6–8		
3	Калій (K ₂ O)	20–25		
4	Кальцій (Ca)	15–20		

Особливістю є те, що значну частину азоту (до 70–80%) люцерна отримує за рахунок біологічної фіксації, тому основна увага приділяється фосфорно-калійному живленню.

Основне удобрення вносять під основний обробіток ґрунту.

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Норми основного удобрення

№ п/п	Вид добрив	Норма внесення
1	Органічні (гній)	20–40 т/га
2	Фосфорні	60–90 кг/га (P_2O_5)
3	Калійні	60–120 кг/га (K_2O)

Фосфор сприяє: розвитку кореневої системи; утворенню бульбочок; підвищенню зимостійкості. Калій: підвищує посухостійкість; покращує регенерацію після укосів; збільшує тривалість використання травостою.

Перед сівбою доцільно вносити стартові дози добрив: фосфорні: 10–20 кг/га (P_2O_5); калійні: 10–20 кг/га (K_2O). Особливо ефективним є локальне внесення добрив разом із сівбою, що забезпечує кращий розвиток сходів. На початкових етапах розвитку (до утворення бульбочок) люцерна потребує невеликої кількості мінерального азоту: 20–30 кг/га (N) – стартова доза.

Надлишок азоту пригнічує розвиток бульбочкових бактерій; знижує ефективність симбіозу. Для нормального розвитку люцерни важливі: молібден (Mo) – стимулює азотфіксацію; бор (B) – покращує ріст і розвиток; кобальт (Co) – активізує бульбочкові бактерії.

Перед сівбою рекомендується: обробка насіння бактеріальними препаратами (інокуляція); протруювання насіння. Люцерна дуже чутлива до кислотності ґрунту. Оптимальна реакція $pH=6,5-7,5$. При $pH<5,5$ необхідно проводити вапнування: норма: 3–6 т/га $CaCO_3$ (залежно від кислотності). Вапнування: покращує доступність поживних речовин; підвищує ефективність добрив; сприяє розвитку бульбочкових бактерій.

На 2–3 роки використання травостою рекомендується підживлення: фосфор – 30–60 кг/га; калій – 40–80 кг/га. Підживлення проводять: ранньою весною; після укосів.

В залежності від технології використовують: розкидний спосіб (перед оранкою); локальне внесення (під час сівби); підживлення розкидачами добрив.

Система удобрення безпосередньо пов'язана з процесом сівби, оскільки: можливе суміщення операцій (сівба + внесення добрив); важлива рівномірність розподілу насіння і добрив; необхідне точне дозування дрібного насіння люцерни.

При використанні сівалки СЗТ-3,6: важливо забезпечити стабільну подачу насіння; уникнути сегрегації насіння і добрив; забезпечити рівномірність висіву по всій ширині захвату.

Удосконалення висівного апарата дозволяє: покращити розподіл насіння навіть при суміщених операціях; забезпечити економію посівного матеріалу; підвищити ефективність використання добрив.

Люцерна є культурою з високими вимогами до фосфорно-калійного живлення та чутливістю до кислотності ґрунту. Раціональна система удобрення забезпечує інтенсивний розвиток рослин, високу продуктивність та довговічність травостою. Особливості живлення люцерни висувають підвищені вимоги до технології сівби та технічних засобів її виконання, що обґрунтовує необхідність удосконалення висівних апаратів зернових сівалок.

2.4. Обробіток ґрунту під люцерну.

Обробіток ґрунту під люцерну є одним із найважливіших елементів технології її вирощування, оскільки дрібне насіння культури потребує створення вирівняного, добре ущільненого та дрібногрудочкуватого посівного ложа. Від якості підготовки ґрунту значною мірою залежить польова схожість насіння, рівномірність сходів та подальша продуктивність посівів.

Основними завданнями обробітку ґрунту є: знищення бур'янів; накопичення та збереження вологи; створення оптимальної структури ґрунту; вирівнювання поверхні поля; формування посівного ложа для дрібного насіння.

Система обробітку залежить від попередника, типу ґрунту та умов господарства. Основні етапи: лушення стерні; основний обробіток (оранка); передпосівний обробіток.

Лущення стерні проводиться одразу після збирання попередника (зернових культур) з метою знищення падалиці; провокування сходів бур'янів; збереження вологи. Параметри: глибина – 6–8 см; агрегати: дискові луцильники (ЛДГ-10, ЛДГ-15).

Основним видом є оранка. Параметри: глибина – 20–25 см; строк виконання – о інь; агрегати: плуги ПЛН-5-35, ПЛН-4-35. Оранка забезпечує: накопичення вологи; загортання рослинних решток; покращення аерації ґрунту.

Передпосівний обробіток. Це найвідповідальніший етап, оскільки люцерна висівається на малу глибину. Основні операції: ранньовесняне боронування; культивування; вирівнювання; коткування.

Таблиця 2.8

Параметри передпосівного обробітку

№ п/п	Операція	Глибина	Мета
1	Боронування	3–5 см	Закриття вологи
2	Культивування	4–6 см	Розпушення ґрунту
3	Коткування	–	Ущільнення ґрунту

Вимоги до посівного ложа. Для люцерни необхідно сформувати: дрібногрудочкувату структуру (1–3 см); вирівняну поверхню; ущільнений нижній шар; пухкий верхній шар. Недотримання цих вимог призводить до: нерівномірних сходів; загортання насіння на різну глибину; зниження польової схожості.

Особливості обробітку при різних способах сівби. Чистий посів вимагає ретельного вирівнювання; обов'язкове коткування. Під покрив обробіток як під зернові культури; особлива увага до рівномірності ґрунту. Мінімальний та ресурсозберігаючий обробіток. В сучасних умовах застосовують: мінімальний обробіток; комбіновані агрегати; поверхневий обробіток. Переваги: зниження витрат палива; збереження структури ґрунту; зменшення ерозії.

Для виконання операцій обробітку ґрунту використовуються агрегати, табл. 2.9.

Машини для обробітку ґрунту

№ п/п	Операція	Машина	Трактор
1	Лущення	ЛДГ-10	ЮМЗ-8040
2	Оранка	ПЛН-5-35	ХТЗ-181.20
3	Культивация	КПС-4	ЮМЗ-8040
4	Коткування	ЗККШ-6	ХТЗ-181.20

Якість обробітку ґрунту безпосередньо впливає на: рівномірність висіву; глибину загортання насіння; роботу висівного апарата. Особливо це важливо для: дрібного насіння люцерни; точного дозування; роботи крайніх висівних катушок.

Нерівна поверхня поля призводить до: нестабільної норми висіву; перевитрати насіння; порушення рівномірності посіву. Таким чином, якісний обробіток ґрунту є передумовою ефективної роботи удосконаленого висівного апарата.

Обробіток ґрунту під люцерну повинен забезпечувати створення оптимальних умов для проростання дрібного насіння та розвитку рослин. Найбільш відповідальним етапом є передпосівний обробіток, який формує посівне ложе. Якість виконання цих операцій безпосередньо впливає на ефективність роботи сівалки, що підтверджує необхідність удосконалення її робочих органів, зокрема висівного апарата.

2.5. Підготовка насіння та сівба.

Сівба люцерни є відповідальною технологічною операцією, яка визначає густоту стояння рослин, рівномірність їх розміщення та продуктивність посівів. Враховуючи дрібний розмір насіння і низьку норму висіву, особливе значення має якісна підготовка насіння та точне дотримання параметрів сівби.

Перед сівбою насіння люцерни повинно пройти комплекс підготовчих заходів. Основні операції: очищення та калібрування; перевірка схожості; протруювання; інокуляція; за потреби – скарифікація.

Очищення та калібрування. Мета – видалення домішок; вирівнювання насіння за розміром; підвищення рівномірності висіву.

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

Каліброване насіння забезпечує краще дозування висівними апаратами; забезпечує рівномірні сходи. Протруювання насіння застосовується для захисту від: грибкових захворювань; ґрунтових патогенів. Використовуються протруйники: ТМТД; Вітавакс; інші фунгіцидні препарати.

Інокуляція насіння. Обробка насіння бульбочковими бактеріями (*Rhizobium meliloti*). Мета: покращення азотфіксації; підвищення врожайності; активізація росту рослин; скарифікація насіння. Частина насіння люцерни має тверду оболонку, що ускладнює проростання. Скарифікація підвищує схожість, забезпечує дружні сходи.

Оптимальні строки залежать від умов зволоження та температури. Основні строки: ранньовесняний (основний); літній (післяжнивний). Умови сівби: температура ґрунту: +5...+8 °С; достатня вологість ґрунту; добре підготовлене посівне ложе.

Найбільш поширеною є сівалка СЗТ-3,6, яка використовується завдяки: універсальності; простоті конструкції; доступності в господарствах. При використанні стандартних сівалок виникають такі недоліки: нерівномірний висів дрібного насіння; нестабільна подача насіння; зависання насіння в бункері; перевитрата посівного матеріалу; відсутність регулювання висіву крайніх рядків.

Особливо критичною є проблема перекриття при проходах агрегату: крайні рядки висіваються повторно; виникає перевитрата насіння; погіршується рівномірність посіву.

Для усунення зазначених недоліків доцільно: зменшити норму висіву крайніх катушок (на 50%); забезпечити стабільну подачу насіння за допомогою зворушувача; підвищити точність дозування насіння. Це дозволить: виконувати сівбу з перекриттям без перевитрати; підвищити рівномірність посіву; зменшити витрати посівного матеріалу.

Якість сівби люцерни визначається рівнем підготовки насіння та точністю виконання технологічної операції. Особливості дрібного насіння висувають підвищені вимоги до висівних апаратів. Існуючі конструкції зернових сівалок не повністю забезпечують необхідну точність висіву, що обґрунтовує необхідність

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

їх удосконалення, зокрема шляхом зміни конструкції висівного апарата та зворушувача насіння.

2.6. Догляд за посівами.

Догляд за посівами люцерни спрямований на створення оптимальних умов для росту і розвитку рослин, формування густого травостою та забезпечення високої продуктивності протягом усього періоду використання.

Особливо важливим є догляд у перший рік життя, коли рослини мають слабку конкурентну здатність щодо бур'янів. Основні завдання догляду: знищення бур'янів; збереження вологи в ґрунті; забезпечення доступу повітря до кореневої системи; стимулювання росту та кущення; збереження густоти травостою.

У перший рік люцерна розвивається повільно, тому потребує особливої уваги. Основні заходи: боронування, проводиться після появи сходів або у фазі 2–3 листків з метою руйнування ґрунтової кірки; знищення ниткоподібних бур'янів; покращення аерації ґрунту. Параметри – глибина 2–3 см; агрегати: легкі борони (БЗСС-1,0).

Для боротьби з бур'янами використовуються методи: механічні (боронування); хімічні (гербіциди). Особливо небезпечні: однорічні бур'яни; злакові бур'яни.

Скошування покривної культури (при підсіві). Покривну культуру необхідно: своєчасно прибирати; не допускати затінення люцерни.

Догляд за багаторічними посівами. Починаючи з другого року використання, догляд включає: ранньовесняне боронування (руйнування кірки); видалення рослинних решток; стимулювання відростання.

Захист рослин. Основні шкідники: люцерновий довгоносик; попелиці; совки. Основні хвороби: борошниста роса; іржа; кореневі гнилі. Застосовують: інсектициди; фунгіциди; агротехнічні заходи.

Важливим елементом догляду є правильне використання посівів. Основні вимоги: перший укіс – у фазі бутонізації; висота зрізу: 5–7 см; кількість укосів:

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

2–4 за сезон. Недотримання режиму призводить до: зрідження посівів; зниження продуктивності; скорочення терміну використання.

Догляд за посівами люцерни є важливим етапом технології вирощування, який забезпечує формування високопродуктивного травостою. Особливу увагу слід приділяти першому року життя рослин. Ефективність догляду значною мірою залежить від якості сівби, що підтверджує важливість удосконалення висівних апаратів зернових сівалок для забезпечення рівномірного розподілу насіння.

2.7. Збирання врожаю люцерни.

Збирання люцерни є завершальним етапом технології її вирощування, який значною мірою визначає якість отриманого корму та економічну ефективність виробництва. Основною метою є збереження максимальної кількості поживних речовин, зокрема білка та каротину.

Оптимальний строк збирання залежить від фази розвитку рослин. Рекомендовані строки: на сіно – фаза бутонізації; на сінаж – початок цвітіння; на зелений корм – фаза бутонізації. Запізнення зі збиранням призводить до: зниження вмісту протеїну; огрубіння стебел; зменшення кормової цінності.

Кратність укосів. Люцерна забезпечує: 2–4 укоси за сезон (залежно від умов). Інтервал між укосами: 30–40 днів.

Технологія збирання. Основні операції: скошування; підсушування (пров'ялювання); ворушіння; згрібання у валки; підбирання та транспортування.

Вимоги до якості збирання: мінімальні втрати листя; рівномірне скошування; дотримання висоти зрізу; швидке підсушування маси.

Якість збирання залежить від: густоти стояння рослин; рівномірності посіву; відсутності загущень і пропусків. Нерівномірний висів призводить до: ускладнення механізованого збирання; збільшення втрат.

Збирання люцерни повинно проводитись у оптимальні строки з дотриманням агротехнічних вимог, що забезпечує отримання високоякісного корму. Ефективність збирання значною мірою залежить від якості попередніх

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

технологічних операцій, зокрема сівби, що підкреслює важливість рівномірного розподілу насіння та обґрунтовує необхідність удосконалення висівних апаратів.

2.8. Висновки по розділу.

У розділі виконано аналіз технології вирощування люцерни та визначено основні фактори, що впливають на ефективність механізованих процесів.

Дослідження системи обробітку ґрунту показало, що для отримання рівномірних сходів необхідно створити вирівняне та дрібногрудочкувате посівне ложе, що особливо важливо для дрібнонасінних культур. Встановлено, що якість сівби є визначальним фактором формування продуктивного травостою.

Разом з тим встановлено, що при використанні зернових сівалок, зокрема СЗТ-3,6, виникають суттєві недоліки: нерівномірність висіву дрібного насіння; нестабільна подача насіння; перевитрата посівного матеріалу; відсутність можливості регулювання висіву крайніх рядків; виникнення перекриттів при проходах агрегату.

Особливої уваги заслуговує проблема подвійного висіву крайніх рядків, що призводить до перевитрати дорогого насіння люцерни та зниження рівномірності посіву. Аналіз подальших технологічних операцій (догляду та збирання) показав, що їх ефективність безпосередньо залежить від якості виконання сівби. Нерівномірні посіви ускладнюють догляд, знижують конкурентоздатність культури та збільшують втрати при збиранні.

Таким чином, удосконалення висівного апарата зернової сівалки СЗТ-3,6 є актуальним інженерним завданням, спрямованим на підвищення якості сівби, зниження витрат посівного матеріалу та покращення економічних показників технології вирощування люцерни.

Практичне значення роботи полягає у розробці конструктивного рішення, яке дозволяє зменшити витрати посівного матеріалу, підвищити рівномірність висіву та покращити експлуатаційні показники сівалки.

3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ СІВБИ ЛЮЦЕРНИ

3.1 Умови роботи.

Операційна технологія сівби люцерни розробляється з урахуванням конкретних виробничих умов господарства, агротехнічних вимог культури та технічних характеристик машинно-тракторного агрегату.

Для розробки технології приймаємо наступні умови, табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Вихідні дані до розрахунків

№ п/п	Найменування показників	Значення
1	Культура	Люцерна
2	Площа поля	100 га
3	Рельєф	Рівнинний
4	Тип ґрунту	Чорнозем
5	Попередник	Озима пшениця
6	Довжина гону	800–1000 м
7	Ширина поля	500–800 м
8	Схил	до 2°

Для виконання сівби використовується агрегат: трактор: ПТЗ-80-40; сівалка: СЗТ-3,6 (удосконалена).

Таблиця 3.3

Технологічні параметри роботи агрегату

№ п/п	Найменування показників	Значення
1	Робоча ширина захвату	3,6 м
2	Швидкість руху	6–8 км/год
3	Глибина загортання	1,5–3,0 см
4	Норма висіву	12–16 кг/га

Умови виконання роботи. Сівба люцерни проводиться: у ранньовесняний період; при достатній вологості ґрунту; на добре підготовленому посівному ложі; за відсутності великих грудок ґрунту.

Допускається: незначна нерівність поверхні; щільність ґрунту, що забезпечує якісне загортання насіння.

Організаційні умови: тривалість зміни: 7 год; коефіцієнт змінності: 1,0–1,5; кількість агрегатів: 1; обслуговуючий персонал – 1 механізатор.

Особливості умов роботи. При виконанні сівби люцерни слід враховувати: дрібний розмір насіння; необхідність точної норми висіву; чутливість до глибини загортання; потребу в рівномірному розподілі насіння. Особливо важливими є стабільність роботи висівного апарата, відсутність зависання насіння, точність дозування.

Вплив умов роботи на якість сівби. Негативними факторами є нерівність поверхні поля, недостатня підготовка ґрунту, нестабільна швидкість руху агрегату, перекриття проходів.

Ці фактори можуть призводити до нерівномірного висіву, перевитрати насіння, погіршення якості посіву.

Умови виконання сівби люцерни характеризуються необхідністю точного дотримання агротехнічних параметрів, що зумовлено особливостями насіння та технології вирощування культури. Застосування сівалки СЗТ-3,6 у даних умовах є доцільним, однак її конструкція потребує удосконалення для забезпечення рівномірного висіву та зменшення перевитрати насіння.

3.2 Агротехнічні вимоги до сівби люцерни.

Агротехнічні вимоги до сівби люцерни визначають допустимі межі відхилень технологічних параметрів, при яких забезпечується формування рівномірного та продуктивного травостою. Дотримання цих вимог є обов'язковою умовою ефективного виконання операції сівби.

До основних показників якості сівби люцерни відносяться: рівномірність висіву насіння; точність дотримання норми висіву; сталість глибини загортання; прямолінійність рядків; відсутність пропусків і перекриттів.

Вимоги до розподілу насіння. Розподіл насіння по площі повинен бути: рівномірним по ширині захвату; стабільним у часі; однаковим для всіх висівних апаратів. Особлива увага приділяється крайнім рядкам, зонам перекриття проходів агрегату.

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

Агротехнічні нормативи сівби люцерни

№ п/п	Найменування показників	Значення
1	Відхилення норми висіву	$\pm 5 \%$
2	Нерівномірність висіву по рядках	не більше $\pm 10 \%$
3	Відхилення глибини загортання	$\pm 0,5$ см
4	Відхилення ширини міжрядь	± 1 см
5	Прямолінійність рядків	відхилення не більше 5 см на 100 м
6	Перекриття або пропуски	не допускаються

Вимоги до роботи висівного апарата. Висівний апарат повинен забезпечувати: безперервну подачу насіння; відсутність зависання; точне дозування; однакову норму висіву по всіх рядках; стабільність роботи при зміні швидкості.

Вимоги до руху агрегату. Для забезпечення якісної сівби необхідно: підтримувати сталу швидкість руху (6–8 км/год); уникати різких прискорень і гальмувань; забезпечити прямолінійний рух агрегату; дотримуватись заданої ширини захвату.

Вимоги до перекриття проходів. При виконанні сівби допускається технологічне перекриття: не більше 5–10 % ширини захвату; без перевитрати насіння. При цьому повинно забезпечуватись: рівномірне загущення без подвійного висіву; відсутність зон із надлишковою густотою.

Контроль якості сівби. Контроль проводиться за такими показниками: фактична норма висіву; рівномірність розподілу насіння; глибина загортання; густота сходів. Методи контролю: підрахунок насіння на контрольних ділянках; вимірювання глибини загортання; візуальна оцінка рівномірності рядків.

Фактори, що впливають на якість сівби. На якість виконання операції впливають: технічний стан сівалки; конструкція висівного апарата; фізико-механічні властивості насіння; швидкість руху агрегату; якість підготовки ґрунту.

Аналіз агротехнічних вимог показує, що найбільш критичними є: рівномірність висіву; точність дозування; відсутність перекриттів. Стандартні

висівні апарати зернових сівалок не забезпечують повною мірою виконання цих вимог, особливо щодо крайніх рядків. Тому необхідно: забезпечити диференційований висів; зменшити норму висіву крайніх котушок; стабілізувати подачу насіння.

Агротехнічні вимоги до сівби люцерни встановлюють жорсткі нормативи щодо точності висіву та рівномірності розподілу насіння. Найбільш критичними є відсутність перекриттів і стабільність роботи висівного апарата, виконання цих вимог можливе лише за умови удосконалення конструкції сівалки.

3.3. Комплектування і підготовка агрегату до роботи.

Комплектування машинно-тракторного агрегату (МТА) для сівби люцерни виконується з урахуванням агротехнічних вимог, умов роботи та технічних характеристик машин. Правильно скомплектований агрегат повинен забезпечувати високу якість сівби при мінімальних витратах палива і часу.

Для виконання сівби приймаємо трактор ЮМЗ-80-20, який має такі основні характеристики, табл. 3.4.

Таблиця 3.4

Технічна характеристика трактора ЮМЗ-80-20

№ п/п	Найменування показників	Значення
1	Потужність двигуна	59 кВт
2	Тяговий клас	1,4
3	Робоча швидкість	6–10 км/год
4	Маса	3,8 т

Трактор даного класу забезпечує достатню тягову потужність, економічність, маневреність. Для сівби застосовується сівалка СЗТ-3,6, яка має наступні характеристики, табл. 3.5.

Тяговий опір визначаємо за формулою

$$R = k \cdot B, \quad (3.1)$$

де R – тяговий опір, кН;

k – питомий опір, кН/м;

B – ширина захвату, м.

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

Приймаємо – $k = 1,2$ кН/м (для сівби); $B = 3,6$ м.

Таблиця 3.5

Характеристика сівалки СЗТ-3,6

№ п/п	Найменування показників	Значення
1	Ширина захвату	3,6 м
2	Кількість рядків	24
3	Ширина міжрядь	15 см
4	Робоча швидкість	6–8 км/год

$$R = 1,2 \cdot 3,6 = 4,32 \text{ кН.}$$

Перевірка можливості агрегування. Тягове зусилля трактора – $P = 14$ кН.

Умова роботи агрегату

$$R < P.$$

$$32 < 144.$$

Умова виконується, отже агрегат працездатний.

Визначення робочої швидкості. Робоча швидкість визначається з урахуванням агротехнічних вимог $V = 6–8$ км/год. Приймаємо $V = 7$ км/год.

Визначення годинної продуктивності агрегату. Продуктивність визначається за формулою

$$W = \frac{B \cdot V \cdot \eta}{10}, \quad (3.2)$$

де W – продуктивність, га/год;

η – коефіцієнт використання часу ($\eta = 0,75–0,85$).

Приймаємо $\eta = 0,8$.

$$W = \frac{3,6 \cdot 7 \cdot 0,8}{10} = 2,016 \text{ га/год.}$$

Визначення змінної продуктивності

$$W_{зм} = W \cdot T_{зм}, \quad (3.3)$$

де $T_{зм}$ – час зміни, год.

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

$$W_{3M} = 2,016 \cdot 7 = 14,11 \text{ га/зм.}$$

Визначення витрат палива. Витрати палива

$$g = 6 - 8 \text{ кг/га.}$$

Приймаємо $g = 7 \text{ кг/га.}$

Загальні витрати

$$G = g \cdot F. \quad (3.4)$$

$$G = 7 \cdot 100 = 700 \text{ кг.}$$

Кількість агрегатів визначаємо за формулою

$$n = \frac{F}{W_{3M} D}, \quad (3.4)$$

де D – кількість робочих днів, ($D = 5$ днів).

$$n = \frac{100}{14,11 \cdot 5} = 1,42.$$

Приймаємо $n=2$ агрегати.

Одним із найважливіших етапів підготовки агрегату до роботи є встановлення та перевірка норми висіву насіння. Для люцерни це має особливе значення, оскільки культура належить до дрібнонасінних, а відхилення навіть на незначну величину призводить до перевитрати посівного матеріалу або зрідження посівів.

Норму висіву приймаємо для чистого посіву – $q=14 \text{ кг/га}$, ширина захвату сівалки – $B=3,6 \text{ м}$, робоча швидкість агрегату – $V=7 \text{ км/год}$.

При продуктивності $W = 2,016 \text{ га/год}$ годинна подача насіння всією сівалкою становитиме

$$Q_r = q \cdot W. \quad (3.5)$$

$$Q_r = 14 \cdot 2,016 = 28,22 \text{ кг/год.}$$

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

Отже, для забезпечення встановленої норми висіву сівалка повинна подавати приблизно 28,2 кг насіння за годину роботи.

Визначення подачі насіння одним висівним апаратом. Сівалка СЗТ-3,6 має 24 висівні апарати. Тоді подача насіння одним апаратом за годину становитиме

$$Q_1 = \frac{Q_{\Gamma}}{z}, \quad (3.6)$$

де z – кількість висівних апаратів, шт.

с

Тобто один висівний апарат повинен забезпечувати подачу $Q_1 \approx 1,18$ кг/год, або за хвилину

$$Q_{1\text{хх}} = \frac{1,176}{60} = 0,0196 \text{ кг/хв} = 19,6 \text{ г/хв}.$$

Таким чином, при заданій нормі висіву один стандартний висівний апарат має подавати приблизно 19,6 г насіння за хвилину.

Визначення норми висіву на один погонний метр рядка. Для перевірки налаштування сівалки зручно визначити кількість насіння, яка повинна висіватися на один погонний метр рядка.

Ширина міжряддя – a 0,15 м. Кількість рядків на 1 га визначається через загальну довжину рядків

$$L_{\text{ряд}} = \frac{10000}{a}. \quad (3.7)$$

$$L_{\text{ряд}} = \frac{10000}{0,15} = 66666,7 \text{ м}.$$

Тоді маса насіння на 1 погонний метр рядка

$$q_{\text{м}} = \frac{1400}{66666,7} = 0,21 \text{ г/м}.$$

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

Отже, на кожен метр рядка повинно висіватися приблизно $q_m = 0,21$ г/м. Цей показник використовується при контрольному висіві для перевірки фактичного дозування насіння.

Розрахунок подачі насіння крайніми котушками. Особливістю запропонованого технічного рішення є зменшення норми висіву для крайніх висівних котушок на 50%, що дає можливість виконувати перекриття крайніх рядків без подвійного висіву насіння.

Для стандартного рядка подача на 1 м становить $q_m = 0,21$ г/м. Для крайніх рядків приймаємо

$$q_{\text{мкр}} = 0,5 \cdot q_m. \quad (3.8)$$

$$q_{\text{мкр}} = 0,5 \cdot 0,21 = 0,105 \text{ г/м.}$$

Отже, крайні рядки повинні висіватися з подачею $q_{\text{мкр}} = 0,5 \cdot 0,21 = 0,105$ г/м.

Аналогічно подача крайніх апаратів за годину становитиме

$$Q_{\text{1кр}} = 0,5 \cdot Q_1. \quad (3.9)$$

$$Q_{\text{1кр}} = 0,5 \cdot 1,176 = 0,588 \text{ кг/год.}$$

Отже, крайній висівний апарат повинен подавати приблизно $Q_{\text{1кр}} = 0,59$ кг/год. Це дозволяє при перекритті двох суміжних проходів отримати сумарну норму висіву, близьку до нормативної

$$0,5q + 0,5q = q, \quad (3.10)$$

тобто без загушення і без перевитрати насіння.

Розрахунок контрольного висіву при перевірці сівалки. Перед виїздом у поле сівалка повинна пройти перевірку на стаціонарі шляхом контрольного прокручування опорно-приводного колеса.

Довжина шляху за один оберт колеса

$$l = \pi \cdot D, \quad (3.11)$$

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

де D – діаметр опорно-приводного колеса, м.

Приймаємо $D = 0,5$ м, тоді

$$l = 3,14 \cdot 0,5 = 1,57 \text{ м.}$$

При 20 обертах колесо імітує шлях

$$L = 20 \cdot 1,57 = 31,4 \text{ м.}$$

Площа, яку “засіває” сівалка при цьому

$$F = \frac{B \cdot L}{10000}. \quad (3.12)$$

$$F = \frac{3,6 \cdot 31,4}{10000} = 0,0113 \text{ га.}$$

Маса насіння, яка повинна бути висіяна всією сівалкою на цій площі

$$Q_k = q \cdot F. \quad (3.13)$$

$$Q_k = 14 \cdot 0,0113 = 0,1582 \text{ кг.}$$

Отже, при 20 обертах приводного колеса сумарна маса насіння, зібрана з усіх висівних апаратів, повинна становити близько 158 г.

Для одного стандартного апарата

$$Q_{kl} = \frac{158,2}{24} = 6,59 \text{ г.}$$

Для одного крайнього апарата

$$Q_{klkr} = 0,5 \cdot 6,59 = 3,30 \text{ г.}$$

Ці значення використовуються при практичному регулюванні висівного апарата.

Допустиме відхилення фактичної норми висіву. Згідно з агротехнічними вимогами, допустиме відхилення фактичної норми висіву від заданої не повинно перевищувати $\pm 5\%$. Для прийнятої норми $q=14$ кг/га допустиме відхилення становить

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

$$\Delta q = 0,05 \cdot 14 = 0,7 \text{ кг/га.}$$

Отже, фактична норма висіву повинна знаходитись у межах

$$q_{\phi} = 14 \pm 0,7 \text{ кг/га.}$$

$$q_{\phi} = 13,3...14,7 \text{ кг/га.}$$

Для крайніх рядків допустима норма буде:

$$q_{кр} = 7 \pm 0,35 \text{ кг/га.}$$

Підготовка висівних апаратів перед початком роботи включає:

- очищення котушок, коробок і насіннепроводів від залишків насіння та пилу;
- перевірку легкості обертання валів і котушок; перевірку стану дна висівного апарата;
- встановлення необхідного зазору між котушкою і клапаном;
- регулювання передачі на задану норму висіву;
- перевірку рівномірності подачі насіння по окремих апаратах;
- окреме налаштування крайніх котушок зі зменшеною подачею.

Особливу увагу слід приділяти роботі зворушувача насіння, оскільки для дрібного насіння люцерни можливе зависання у насіннєвому ящику, що викликає коливання норми висіву.

Технологічне значення попереднього налаштування. Правильне попереднє налаштування агрегату дозволяє:

- забезпечити точне дотримання заданої норми висіву;
- зменшити похибку між окремими рядками;
- знизити перевитрату дорогого насіння;
- створити умови для рівномірного формування травостою;
- підвищити ефективність роботи удосконалених крайніх котушок.

Таким чином, налаштування сівалки перед виїздом у поле є не допоміжною, а однією з визначальних операцій технологічної підготовки агрегату.

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

Підготовка агрегату до роботи включає підготовку трактора, перевірку технічного стану; регулювання тиску в шинах; перевірку гідросистеми. Підготовка сівалки включає перевірку висівних апаратів, очищення насіннєвих ящиків, перевірку передач.

Регулювання сівалки. Норма висіву встановлюється зміною передаточного числа. Глибина загортання регулюється сошниками. Рівномірність висіву перевіряється пробним висівом.

Особливості підготовки удосконаленого апарата. При використанні модернізованої сівалки необхідно відрегулювати крайні катушки (50% норми), перевірити роботу зворушувача, забезпечити рівномірну подачу насіння. Перед початком роботи виконують пробний висів, перевірку норми висіву, контроль рівномірності.

Виконане комплектування агрегату показало, що трактор ПМЗ-80-20 у агрегаті з сівалкою СЗТ-3,6 забезпечує виконання сівби люцерни з необхідною продуктивністю та якістю. Розрахунки підтвердили працездатність агрегату, а також визначили його основні техніко-експлуатаційні показники.

3.4. Підготовка поля до роботи.

Підготовка поля до сівби люцерни є важливим етапом, що забезпечує ефективну роботу машинно-тракторного агрегату, дотримання агротехнічних вимог та отримання рівномірних сходів.

Підготовка поля перед сівбою включає: вирівнювання поверхні; ліквідацію гребенів і борозен; видалення рослинних решток; створення оптимального посівного ложа; забезпечення зручності руху агрегату.

Поле повинно відповідати наступним вимогам: вирівняна поверхня без значних нерівностей; відсутність грудок більше 3–5 см; достатня щільність ґрунту; відсутність перезволожених або пересушених ділянок; чистота від бур'янів.

Невиконання цих вимог призводить до нерівномірної глибини загортання, погіршення роботи сошників, нестабільної норми висіву.

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Вм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Перед початком роботи поле необхідно розбити на загінки, визначити напрямок руху агрегату, позначити межі поля, визначити місця для розворотів. Напрямок руху обирається з урахуванням довжини гону, рельєфу поля, попереднього обробітку, зручності виконання розворотів.

Рекомендується рух вздовж довшої сторони поля, мінімізація кількості розворотів, забезпечення прямолінійності проходів.

Ширина загінки визначається з урахуванням ширини захвату агрегату

$$B_z = n \cdot B, \quad (3.14)$$

де B_z – ширина загінки, м;

n – кількість проходів;

B – ширина захвату агрегату, м.

Приймаємо $B=3,6$ м; $n=20$.

Для виконання розворотів передбачаються поворотні смуги. Ширина поворотної смуги

$$B_{\pi} = 2 \cdot L_{\text{агр}}, \quad (3.15)$$

де $L_{\text{агр}}$ – довжина агрегату ($L_{\text{агр}} \approx 5$ м).

$$B_{\pi} = 2 \cdot 5 = 10 \text{ м.}$$

Поворотні смуги повинні бути обре вирівняні, ущільнені, без перешкод, достатньої ширини для маневрування.

Перед сівбою необхідно прибрати каміння, усунути залишки рослин, ліквідувати колії, перевірити межі поля.

Якість підготовки поля впливає на рівномірність руху агрегату, стабільність швидкості, роботу висівного апарату, точність норми висіву. Особливо важливо забезпечити однакові умови по всій ширині поля, уникнути коливань глибини загортання, мінімізувати перекриття

При нерівному полі збільшується похибка висіву порушується робота крайніх катушок, виникає перевитрата насіння. Тому якісна підготовка поля є необхідною умовою ефективної роботи удосконаленого висівного апарата.

Підготовка поля до сівби люцерни забезпечує створення оптимальних умов для роботи агрегату та виконання агротехнічних вимог. Особливу увагу слід приділяти вирівнюванню поверхні та організації руху агрегату. Якість підготовки поля безпосередньо впливає на рівномірність висіву та ефективність використання технічних засобів.

3.5. Організація роботи агрегату в загінці.

Рациональна організація роботи машинно-тракторного агрегату (МТА) при сівбі люцерни є важливим фактором підвищення продуктивності праці, зменшення витрат палива та забезпечення високої якості виконання технологічної операції.

При виконанні сівби застосовуються наступні способи руху: човниковий (зворотно-поступальний); круговий; комбінований.

Для даних умов приймаємо човниковий спосіб, оскільки він: забезпечує високу продуктивність; мінімізує холості переїзди; зручний для прямокутних полів.

Агрегат рухається паралельними проходами вздовж довжини поля з виконанням розворотів на поворотних смугах. Основні елементи: робочий хід; поворот; холостий хід (мінімальний).

Довжина гону. Приймаємо $L=900$ м. Довжина гону впливає на продуктивність агрегату та втрати часу на розвороти.

Час робочого ходу

$$t_p = \frac{L}{V}, \quad (3.16)$$

де V – швидкість руху посівного агрегату, ($V=7$ км/год= $1,94$ м/с).

$$t_p = \frac{900}{1,94} = 464 \text{ с} \approx 7,7 \text{ хв.}$$

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

Час на розворот. Приймаємо $t_{\pi} = 30$ с.

Коефіцієнт використання часу

$$\eta = \frac{t_p}{t_p + t_{\pi}}. \quad (3.17)$$

$$\eta = \frac{464}{464 + 30} = 0,94.$$

З урахуванням організаційних втрат

$$\eta_{\text{заг}} = 0,75 - 0,85.$$

Приймаємо

$$\eta_{\text{заг}} = 0,8$$

Кількість проходів агрегату

$$n = \frac{B_{\pi}}{B}, \quad (3.18)$$

де B_{π} – ширина поля, м, ($B_{\pi} = 700$ м).

$$n = \frac{700}{3,6} \approx 194 \text{ проходи.}$$

Втрати часу на розвороти

$$T_{\pi} = n \cdot t_{\pi}. \quad (3.19)$$

$$T_{\pi} = 194 \cdot 30 = 5820 \text{ с} \approx 1,62 \text{ год.}$$

Час виконання роботи

$$T = \frac{F}{W}. \quad (3.20)$$

$$T = \frac{100}{2,016} = 49,6 \text{ год.}$$

Кількість змін

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

$$N_{\text{зм}} = \frac{T}{T_{\text{зм}}} . \quad (3.21)$$

$$N_{\text{зм}} = \frac{49,6}{7} = 7,08.$$

Приймаємо

$$N_{\text{зм}} = 8 \text{ змін.}$$

Організаційні втрати часу. До втрат відносяться: заправка паливом; завантаження насіння; регулювання агрегату; простої. Загальні втрати 10–15%.

Організація завантаження насіння. Завантаження насіння повинно бути: безперервним; механізованим; рівномірним. Частота завантаження – через 2–3 га.

Організація роботи механізатора. Механізатор повинен дотримуватись заданої швидкості, контролювати норму висіву, забезпечувати прямолінійність руху, слідкувати за роботою висівних апаратів.

Вплив перекриттів на ефективність. При відсутності контролю перекриття збільшується витрата насіння, знижується рівномірність посіву, зростають витрати.

Інженерне обґрунтування удосконалення. Для підвищення ефективності роботи агрегату необхідно зменшити норму висіву крайніх рядків, забезпечити контроль перекриття, стабілізувати подачу насіння. Це дозволяє зменшити втрати, підвищити рівномірність, знизити витрати насіння.

Рациональна організація роботи агрегату дозволяє значно підвищити продуктивність та якість сівби люцерни. Основними факторами є правильний вибір способу руху, мінімізація втрат часу та забезпечення стабільності технологічного процесу. Разом з тим встановлено, що перекриття проходів є суттєвим джерелом перевитрати насіння, що обґрунтовує необхідність удосконалення висівного апарата.

3.6. Контроль якості виконання сівби люцерни.

Контроль якості сівби люцерни є обов'язковим етапом технологічного процесу, який дозволяє оцінити відповідність фактичних показників агротехнічним вимогам та своєчасно виявити відхилення у роботі агрегату.

Особливе значення контроль має при сівбі дрібнонасінних культур, оскільки навіть незначні похибки призводять до зниження густоти стояння рослин або перевитрати насіння.

Контролю підлягають наступні показники: фактична норма висіву; рівномірність розподілу насіння по ширині захвату; глибина загортання насіння; прямолінійність рядків; наявність пропусків і перекриттів; густина сходів.

Фактична норма висіву визначається шляхом відбору насіння з висівних апаратів або методом контрольного висіву.

Розрахунок фактичної норми

$$q_{\phi} = \frac{Q}{F}. \quad (3.22)$$

де Q – маса висіяного насіння, кг;

F – площа, га.

Отримане значення порівнюється із заданою нормою $q_{\phi} = 14$ кг/га, допустиме відхилення $\pm 5\%$.

Рівномірність висіву визначається шляхом порівняння кількості насіння, що висівається окремими висівними апаратами. Коефіцієнт нерівномірності

$$\delta = \frac{q_{\max} - q_{\min}}{q_{\text{ср}}} \cdot 100\%. \quad (3.23)$$

де $q_{\max}$, $q_{\min}$ – максимальна та мінімальна подача;

$q_{\text{ср}}$ – середнє значення.

Допустиме значення $\delta \leq 10\%$.

Контроль глибини загортання. Глибина загортання визначається шляхом відкопування насіння у кількох точках поля.

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

Середнє значення

$$h_{cp} = \frac{\sum h_i}{n}. \quad (3.24)$$

Допустиме відхилення $\pm 0,5$ см.

Контроль густоти стояння рослин. Після появи сходів визначається густота стояння

$$N = \frac{n}{F}. \quad (3.25)$$

де n – кількість рослин;

F – площа обліку.

Оцінюється: рівномірність розміщення; відсутність зріджених ділянок; відсутність загушення.

Контроль перекриттів і пропусків. Контроль виконується візуально та за допомогою вимірювань. Визначається: ширина перекриття; наявність “двійних” рядків; наявність пропусків. Перекриття не повинно перевищувати – 5–10%.

Особливості контролю крайніх рядків. У зв’язку з використанням удосконалених крайніх котушок необхідно контролювати: зменшену норму висіву ($\approx 50\%$); відсутність загушення при перекритті; сумарну норму при накладанні проходів. Це перевіряється шляхом відбору проб, підрахунку насіння на одиницю довжини рядка.

Контроль якості виконується: перед початком роботи (налаштування), у процесі роботи (оперативний контроль); після сівби (польовий контроль).

Своєчасний контроль дозволяє зменшити перевитрати насінн, підвищити рівномірність посіву, забезпечити відповідність агротехнічним вимогам, підвищити ефективність використання техніки.

Контроль якості сівби є важливим елементом технологічного процесу, який забезпечує дотримання встановлених агротехнічних нормативів. Особливу увагу слід приділяти нормі висіву та рівномірності розподілу насіння. Застосування удосконаленого висівного апарата потребує додаткового контролю крайніх

рядків, що дозволяє уникнути перевитрати насіння при перекритті проходів агрегату.

3.7. Висновки по розділу.

Виконані розрахунки показали, що при нормі висіву 14 кг/га сівалка СЗТ-3,6 повинна забезпечувати загальну подачу насіння 28,2 кг/год, а один стандартний висівний апарат – близько 1,18 кг/год. Для крайніх рядків подача повинна бути зменшена до 0,59 кг/год, що відповідає 5 % основної норми.

Проведений розрахунок контрольного висіву дає можливість практично перевірити правильність регулювання сівалки перед початком роботи. Це створює необхідну основу для якісного виконання сівби та підтверджує доцільність застосування крайніх катушок зі зменшеною нормою висіву.

Встановлено, що якість сівби люцерни значною мірою залежить від точності дотримання агротехнічних вимог, зокрема норми висіву, рівномірності розподілу насіння та глибини його загортання.

У результаті виконаних розрахунків визначено основні техніко-експлуатаційні показники агрегату, зокрема продуктивність, витрати часу та палива, а також параметри налаштування висівного апарата. Проведено розрахунок подачі насіння як для стандартних, так і для крайніх висівних апаратів.

Доведено, що використання крайніх катушок зі зменшеною на 50% нормою висіву дозволяє уникнути перевитрати насіння при перекритті проходів агрегату та забезпечує більш рівномірний розподіл рослин по площі.

Аналіз організації роботи агрегату показав, що найбільші втрати ефективності пов'язані з перекриттями та непродуктивними витратами часу, що підтверджує необхідність удосконалення конструкції сівалки.

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

4.1 Аналіз конструкції зернотукотрав'яної сівалки СЗТ-3,6.

Зернова сівалка СЗТ-3,6 призначена для рядкового висіву зернових, зернобобових та дрібнонасінних культур з одночасним внесенням мінеральних добрив. Завдяки універсальності конструкції вона широко застосовується в господарствах, у тому числі для сівби люцерни.

Сівалка СЗТ-3,6 складається з наступних основних вузлів: рама; опорно-приводні колеса; насіннєві ящики; висівні апарати; туковисівні апарати; насіннепроводи; сошники; загортачі; механізм приводу (рис. 4.1).

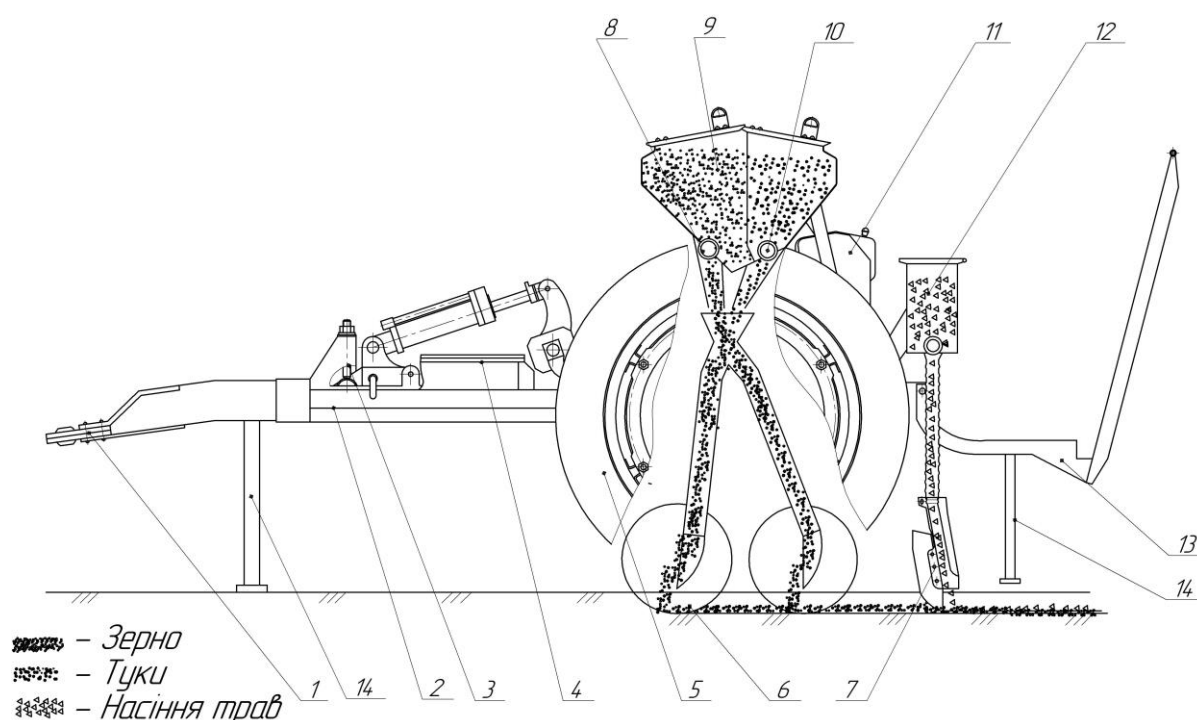


Рисунок 4.1 – Загальний вигляд сівалки СЗТ-3,6: 1 – причіпний пристрій; 2 – рама; 3 – механізм регулювання глибини ходу сошників; 4 – інструментальний ящик; 5 – опорно-приводне колесо; 6 – зернотуковий сошник; 7 – трав'яний сошник; 8 – зерновий висівний апарат; 9 – зернотуковий ящик; 10 – туковисівний апарат; 11 – коробка передач; 12 – трав'яний ящик; 13 – підніжна дошка; 14 – підніжка

Принцип роботи сівалки. При русі агрегату опорно-приводні колеса обертаються та через систему передач приводять у рух вал висівних апаратів.

Висівні котушки, обертаючись, захоплюють насіння з насінневого ящика і подають його у насіннєспроводи. Далі насіння надходить у сошники, які формують борозну та забезпечують загортання насіння на задану глибину. Після цього загортачі та прикочувальні елементи забезпечують закриття борозни і ущільнення ґрунту. Висівний апарат котушкового типу є основним робочим органом сівалки і складається з висівної котушки, корпусу, регулювального клапана, валу, приводу, (рис. 4.2).

Таблиця 4.1

Основні технічні параметри СЗТ-3,6

№ п/п	Найменування показників	Значення
1	Ширина захвату	3,6 м
2	Кількість рядків	24
3	Ширина міжрядь	15 см
4	Робоча швидкість	6–8 км/год
5	Продуктивність	до 2,0 га/год
6	Тип висівного апарата	котушковий

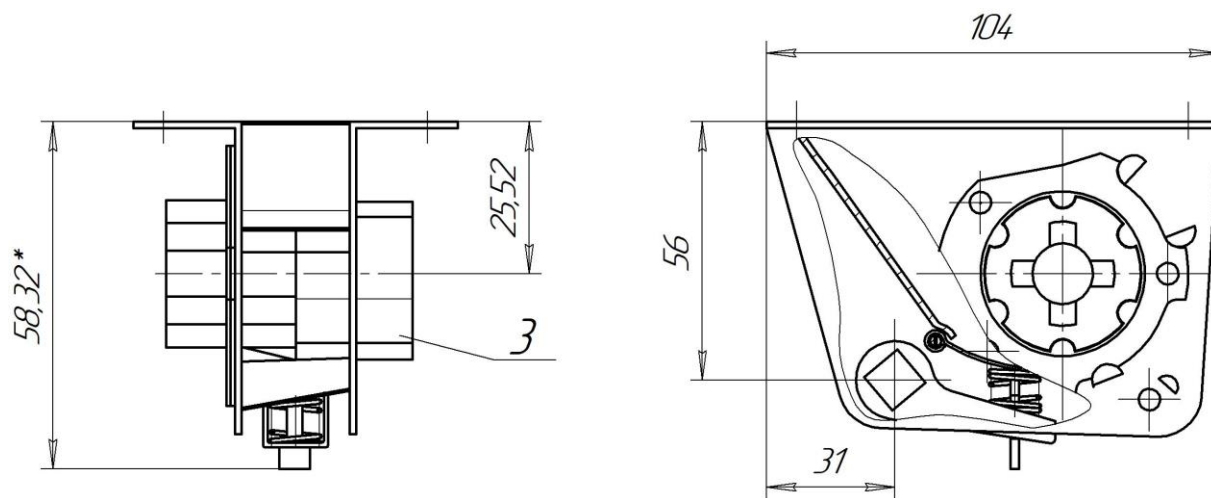


Рисунок 4.2 – Конструкція висівного апарата

Подача насіння здійснюється за рахунок обертання котушки, яка захоплює насіння і переміщує його до вихідного отвору. Норма висіву регулюється зміною частоти обертання котушки та зміною робочої довжини котушки.

Переваги конструкції. Сівалка СЗТ-3,6 має ряд переваг: простота конструкції; надійність у роботі; універсальність використання; можливість регулювання норми висіву; доступність в обслуговуванні.

Недоліки конструкції при сівбі люцерни. При використанні сівалки для висіву дрібнонасінних культур, зокрема люцерни, виявляються суттєві недоліки. Основний недолік – низька точність висіву. Котушкові апарати не забезпечують високої точності дозування дрібного насіння, що призводить до коливань норми висіву.

Нерівномірність розподілу насіння. Висівні апарати можуть працювати нерівномірно через неоднакові зазори, зношення деталей, різні умови подачі насіння.

Зависання насіння. Дрібне насіння люцерни має низьку сипучість, що призводить до утворення “містків” у бункері, нестабільної подачі, переривчастого висіву.

Відсутність диференційованого висіву. Конструкція не дозволяє змінювати норму висіву окремих рядків, регулювати подачу крайніх катушок.

Перевитрата насіння при перекритті. При виконанні сівби з перекриттям: крайні рядки висіваються повторно; виникає подвійна норма висіву. збільшуються витрати насіння.

Залежність від швидкості руху. Подача насіння змінюється при коливаннях швидкості агрегату, що погіршує рівномірність висіву. Аналіз причин недоліків. Основними причинами недоліків є:

- конструктивна простота висівного апарата;
- відсутність систем стабілізації подачі насіння;
- однакова подача для всіх рядків;
- відсутність пристроїв для запобігання зависанню насіння.

На основі проведеного аналізу визначено основні напрямки удосконалення:

- забезпечення диференційованого висіву;
- зменшення подачі крайніх катушок;
- удосконалення зворушувача насіння;
- стабілізація подачі насіння;
- підвищення рівномірності висіву.

Аналіз конструкції зернової сівалки СЗТ-3,6 показав, що вона є надійною та універсальною машиною, однак її висівний апарат не повністю відповідає вимогам до висіву дрібнонасінних культур. Основними недоліками є нерівномірність висіву, перевитрата насіння та відсутність можливості регулювання подачі крайніх рядків. Це обґрунтовує необхідність удосконалення висівного апарата, зокрема шляхом зменшення норми висіву крайніх котушок та покращення подачі насіння.

4.2. Обґрунтування удосконалення висівного апарата.

У результаті аналізу конструкції зернової сівалки СЗТ-3,6 встановлено, що існуючий висівний апарат не забезпечує повною мірою виконання агротехнічних вимог при сівбі люцерни. Це обумовлює необхідність його удосконалення з метою підвищення якості висіву та зменшення витрат посівного матеріалу.

Сівба люцерни характеризується наступними особливостями: мала норма висіву – (8–16 кг/га); дрібний розмір насіння; підвищені вимоги до рівномірності розподілу; чутливість до перекриттів.

При роботі стандартного висівного апарата ці фактори призводять до:

- нестабільної подачі насіння;
- нерівномірного висіву по рядках;
- перевитрати насіння;
- погіршення густоти стояння рослин.

Проблема перекриття рядків. При виконанні сівби агрегат рухається з перекриттям суміжних проходів для уникнення пропусків. Схематично це означає крайній рядок першого проходу перекривається крайнім рядком другого, насіння висівається двічі на одній і тій же ділянці.

Фактична норма висіву у зоні перекриття становить

$$q_{\text{пер}} = 2 \cdot q. \quad (4.1)$$

де q – задана норма висіву.

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Це призводить до перевитрати насіння, загущення посівів, нерівномірного розвитку рослин.

Оцінка перевитрати насіння. Припустимо, що перекриття становить 10% ширини захвату. Тоді площа перекриття

$$F_{\text{пер}} = 0,1 \cdot F. \quad (4.2)$$

Додаткова витрата насіння

$$Q_{\text{пер}} = q \cdot F_{\text{пер}}. \quad (4.3)$$

При $q=14$ кг/га, $F=100$ га, $F_{\text{пер}} = 100$ га

$$Q_{\text{пер}} = 14 \cdot 10 = 140 \text{ кг.}$$

Отже, тільки за рахунок перекриття перевитрата насіння може становити 140 кг. Що є суттєвим економічним фактором.

Для усунення зазначених недоліків пропонується зменшення норми висіву крайніх катушок. Приймається

$$q_{\text{кр}} = 0,5 \cdot q. \quad (4.4)$$

Тоді при перекритті

$$q_{\text{пер}} = 0,5q + 0,5q = q. \quad (4.5)$$

Це дозволяє зберегти задану норму висіву, уникнути перевитрати, забезпечити рівномірність посіву.

Удосконалення зворушувача насіння. Для запобігання зависанню насіння пропонується встановлення активного зворушувача, забезпечення постійного перемішування насіння, стабілізація подачі до катушок. Для забезпечення стабільності подачі передбачається рівномірне завантаження насіння, виключення пульсацій подачі, підвищення точності дозування.

Запропоноване рішення дозволяє підвищити рівномірність висіву, зменшити перевитрату насіння, покращити густоту стояння рослин, підвищити ефективність використання техніки.

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Порівняння базового та удосконаленого варіантів (табл. 4.2)

Таблиця 4.2

Порівняльна характеристика базового та удосконаленого варіантів

№ п/п	Найменування показників	Базова сівалка	Удосконалена
1	Рівномірність висіву	середня	висока
2	Перевитрата насіння	значна	відсутня
3	Перекриття	подвійний висів	компенсований
4	Стабільність подачі	нестабільна	стабільна

Технічна доцільність удосконалення. Запропоноване удосконалення не потребує значних конструктивних змін, може бути реалізоване на існуючих сівалках, не ускладнює експлуатацію, забезпечує економічний ефект.

Аналіз умов роботи висівного апарата та технології сівби люцерни показав, що основною проблемою є перевитрата насіння та нерівномірність висіву, пов'язані з перекриттям проходів агрегату. Запропоноване технічне рішення, яке полягає у зменшенні норми висіву крайніх катушок та удосконаленні зворушувача насіння, дозволяє усунути зазначені недоліки та підвищити якість сівби. Це створює передумови для розробки конструкції удосконаленого висівного апарата, що буде розглянуто у наступному підрозділі.

4.3. Конструкція зменшених крайніх катушок.

З метою усунення недоліків існуючої конструкції висівного апарата зернової сівалки СЗТ-3,6 та підвищення якості сівби люцерни запропоновано удосконалення, яке передбачає зміну конструкції крайніх висівних катушок та зворушувача насіння.

Суть удосконалення полягає у зменшенні норми висіву крайніх рядків на 50%, забезпеченні рівномірної подачі насіння, запобіганні зависанню насіння у бункері.

Для цього передбачено застосування крайніх катушок зменшеної продуктивності, модернізацію зворушувача насіння, збереження загальної кінематичної схеми сівалки.

Удосконалений висівний апарат включає корпус, вал, стандартні висівні катушки, крайні висівні катушки зменшеного об'єму, регулювальний клапан, зворушувач насіння, привід рис.

Конструкція крайніх катушок. Крайні катушки відрізняються від стандартних. Основні зміни: зменшена робоча довжина катушки, зменшений об'єм захоплення насіння, відповідно – зменшена подача.

Приймається

$$L_{\text{кр}} = 0,5 \cdot L, \quad (4.6)$$

де L – довжина стандартної катушки.

Це забезпечує

$$Q_{\text{кр}} = 0,5 \cdot Q, \quad (4.6)$$

Таким чином, крайні висівні апарати забезпечують половинну норму висіву.

Розміщення крайніх катушок. Крайні катушки встановлюються у крайніх секціях сівалки, симетрично відносно осі агрегату. Це дозволяє компенсувати перекриття з обох боків та забезпечити рівномірний висів по всій ширині захвату.

Конструкція зворушувача насіння рис. 4.4). Для забезпечення стабільної подачі насіння запропоновано удосконалений зворушувач. Основні елементи: вал зворушувача, лопаті або пальці, привід від основного валу.

Функції зворушувача – руйнування склепінь насіння, перемішування насіння, забезпечення рівномірного надходження до катушок.

Принцип роботи удосконаленого апарата. Під час роботи насіння надходить у насінневий ящик. Зворушувач забезпечує його рівномірний рух. Стандартні катушки подають насіння з основною нормою. Крайні катушки подають насіння з половинною нормою. При перекритті проходів сумарна норма залишається сталою.

Привід висівних апаратів залишається стандартним. Обертання передається від опорно-приводного колеса через передачу – на вал катушок. Усі

катушки обертаються з однаковою частотою. Відмінність полягає не в швидкості обертання, а в геометричних параметрах катушок.

Переваги запропонованої конструкції. Запропоноване удосконалення має наступні переваги: простота реалізації; відсутність складних механізмів; можливість встановлення на існуючі сівалки; зменшення перевитрати насіння; підвищення рівномірності висіву.

Оскільки кінематична схема не змінюється, не додаються складні вузли, то надійність залишається на рівні базової конструкції і не знижується ресурс роботи.

Крайні катушки можуть бути виготовлені з тих самих матеріалів й на стандартному обладнанні без значних витрат. Конструкція забезпечує компенсацію перекриття, рівномірний висів, стабільність роботи агрегату. Це особливо важливо при роботі на великих полях із застосуванням човникового способу руху.

Запропонована конструкція удосконаленого висівного апарата дозволяє усунути основні недоліки базової сівалки СЗТ-3,6 при сівбі люцерни. Застосування крайніх катушок зі зменшеною нормою висіву забезпечує компенсацію перекриття проходів агрегату та зменшення перевитрати насіння. Удосконалений зворушувач забезпечує стабільну подачу насіння. Запропоноване рішення є простим у реалізації, надійним в експлуатації та економічно доцільним.

4.4. Розрахунок висівного апарата.

Розрахунок висівного апарата виконується з метою визначення його геометричних та кінематичних параметрів, які забезпечують задану норму висіву насіння люцерни та стабільність роботи при різних умовах експлуатації.

Приймаємо норму висіву – $q = 14$ кг/га, ширина міжрядь – $a = 0,15$ м, швидкість руху – $V = 7$ км/год = $1,94$ м/с, кількість висівних апаратів $z = 24$, насипна щільність насіння $\rho = 750$ кг/м³.

Визначення подачі насіння на один рядок. Подача насіння на один рядок за 1 секунду

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

$$q_{1c} = \frac{q \cdot V \cdot a}{10^4}, \quad (4.8)$$

$$q_{1c} = \frac{14 \cdot 1,94 \cdot 0,15}{10^4} = 0,000407 \text{ кг/с.}$$

$$q_{1c} = 0,407 \text{ г/с.}$$

Визначення об'ємної подачі насіння

$$Q_v = \frac{q_{1c}}{\rho}. \quad (4.9)$$

$$Q_v = \frac{0,000407}{750} = 5,43 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3/\text{с.}$$

Визначення частоти обертання катушки. Частота обертання залежить від швидкості руху агрегату

$$n = \frac{V}{l}, \quad (4.10)$$

де l – шлях агрегату за один оберт катушки.

Приймаємо $l=0,1$ м.

$$n = \frac{1,94}{0,1} = 19,4 \text{ об/с} = 1164 \text{ об/хв.}$$

Визначення об'єму насіння, що подається за один оберт

$$V_{об} = \frac{Q_v}{n}. \quad (4.11)$$

$$V_{об} = \frac{5,43 \cdot 10^{-7}}{19,4} = 2,8 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3.$$

Геометричний розрахунок катушки. Об'єм, який захоплює катушка за один оберт

$$V = F \cdot L. \quad (4.12)$$

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

де F – площа робочої частини котушки;

L – довжина котушки.

Приймаємо $L = 0,03$ м.

Тоді площа

$$F = \frac{V_{об}}{L}. \quad (4.13)$$

$$F = \frac{2,8 \cdot 10^{-8}}{0,03} = 9,33 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2.$$

Розрахунок подачі крайніх катушок. Для крайніх катушок

$$q_{кр} = 0,5q. \quad (4.14)$$

$$q_{кр} = 7 \text{ кг/га.}$$

Відповідно

$$V_{кр} = 0,5 \cdot V. \quad (4.15)$$

Це досягається за рахунок

$$L_{кр} = 0,5 \cdot L. \quad (4.16)$$

Перевірка рівномірності подачі. Рівномірність забезпечується за умови $Q = \text{const}$ та відсутності пульсацій подачі, зависання насіння, нерівномірного захоплення. Вплив швидкості на норму висіву. Залежність $q \approx \frac{n}{V}$. При збільшенні швидкості збільшується частота обертання та змінюється подача. Тому необхідно стабілізувати швидкість руху та забезпечити точність передач.

Умови стабільної роботи апарата. Для нормальної роботи необхідно:

- рівномірна подача насіння;
- відсутність зависання;
- стабільна швидкість руху;
- точне регулювання.

Розрахунок показав, що подача насіння відповідає заданій нормі, геометричні параметри котушки забезпечують необхідний об'єм, зменшення довжини котушки в 2 рази забезпечує зменшення норми висіву крайніх рядків.

У результаті виконаного розрахунку визначено основні параметри висівного апарата, які забезпечують задану норму висіву насіння люцерни. Доведено, що зміна геометричних параметрів крайніх котушок дозволяє реалізувати диференційований висів та компенсувати перекриття проходів агрегату. Отримані результати є основою для подальшого розрахунку приводу та зворушувача насіння.

4.5. Розрахунок зворушувача насіння.

Зворушувач насіння призначений для забезпечення рівномірної подачі насіння до висівних котушок, запобігання утворенню склепінь (зависання) та стабілізації роботи висівного апарата. Для дрібнонасінних культур, зокрема люцерни, наявність ефективного зворушувача є необхідною умовою забезпечення сталої норми висіву.

Вихідні дані для розрахунку. Приймаємо: насипна щільність насіння – $\rho = 750 \text{ кг/м}^3$, кут природного укосу – $\varphi = 28^\circ$, коефіцієнт внутрішнього тертя – $f = \text{tg} \varphi = 0,53$, маса насіння в ящику $m = 40 \text{ кг}$, радіус дії зворушувача – $r = 0,15 \text{ м}$.

Умова руйнування склепіння насіння. Для руйнування склепіння необхідно, щоб зусилля зворушувача перевищувало сили тертя

$$F > f \cdot G. \quad (4.17)$$

де $G = mg$.

$$G = 40 \cdot 9,81 = 392,4 \text{ Н.}$$

$$F > 0,53 \cdot 392,4 = 208 \text{ Н.}$$

Отже, мінімальна сила зворушення $F = 210 \text{ Н}$.

Визначення крутного моменту. Крутний момент на валу зворушувача

$$M = F \cdot r. \quad (4.18)$$

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

$$M = 210 \cdot 0,15 = 31,5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Визначення потужності приводу. Потужність визначається

$$N = \frac{2\pi n M}{60}, \quad (4.19)$$

де n – частота обертання, об/хв.

Приймаємо $n=60$ об/хв.

$$N = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 60 \cdot 31,5}{60} = 198 \text{ Вт}.$$

$$N \approx 2 \text{ кВт}.$$

Вибір частоти обертання зворушувача. Оптимальна частота

$$n = 40 - 80 \text{ об/хв}.$$

Приймаємо

$$n = 60 \text{ об/хв}.$$

Це забезпечує достатню інтенсивність перемішування, відсутність пошкодження насіння, стабільну подачу.

Конструктивні параметри зворушувача. Приймаємо: кількість лопатей – $z=4$, довжина лопаті – $l=0,1-0,15$ м, кут нахилу – $\alpha = 20^\circ - 30^\circ$.

Перевірка умови рівномірної подачі. Для стабільної подачі необхідно $Q=\text{const}$, що забезпечується безперервним перемішуванням, відсутністю “мертвих зон”, рівномірним розподілом насіння.

Вплив зворушувача на роботу апарата. Застосування зворушувача дозволяє усунути зависання насіння, зменшити коливання норми висів, забезпечити рівномірне завантаження котушок, підвищити точність висіву.

Зворушувач має просту конструкцію, працює з малими навантаженнями, не потребує складного обслуговування, має високий ресурс роботи.

Розрахунок показав, що необхідний крутний момент становить $\approx 31,5$ Н·м, потужність приводу не перевищує 0,2 кВт, конструкція є енергоефективною, забезпечується стабільна подача насіння.

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

Розрахунок зворушувача насіння показав, що для забезпечення стабільної подачі насіння люцерни необхідне створення крутного моменту близько 31,5 Н·м при частоті обертання 60 об/хв. Запропонована конструкція забезпечує ефективне руйнування склепінь насіння, стабілізує подачу до висівних катушок та підвищує точність висіву. Отримані результати підтверджують доцільність використання зворушувача у складі удосконаленого висівного апарата.

4.6. Розрахунок приводу висівного апарата.

Привід висівного апарата призначений для передавання обертання від опорно-приводного колеса сівалки до валу висівних катушок. Від точності роботи приводу залежить сталість частоти обертання катушок, а отже – норма висіву насіння та рівномірність його розподілу по рядках.

При сівбі люцерни вимоги до роботи приводу підвищуються, оскільки дрібне насіння потребує малої, але точної подачі, а навіть незначні зміни частоти обертання катушок викликають помітне відхилення фактичної норми висіву від заданої.

У сівалці СЗТ-3,6 привід висівного апарата здійснюється від опорно-приводного колеса через систему ланцюгових і зубчастих передач на вал висівних катушок. Така схема має наступні переваги:

- простоту конструкції;
- надійність у роботі;
- можливість зміни передаточного числа;
- узгодження частоти обертання катушок зі швидкістю руху агрегату.

Загальна кінематична залежність приводу має вигляд

$$n_b = \frac{n_k}{i}, \quad (4.20)$$

де n_b – частота обертання валу висівного апарата, об/хв

n_k – частота обертання опорно-приводного колеса, об/хв;

i – загальне передаточне число приводу.

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Вихідні дані для розрахунку. Для розрахунку приймаємо: робоча швидкість агрегату – $V=7$ км/год, діаметр опорно-приводного колеса – $D=0,5$ м, радіус колеса – $r=0,25$ м, норма висіву – $q=14$ кг/га, ширина захвату сівалки – $B=3,6$ м, кількість висівних апаратів – $z=24$, подача одного стандартного висівного апарата – $Q_1=1,176$ кг/год, подача одного крайнього висівного апарата – $Q_{1кр}=0,588$ кг/год.

Визначення частоти обертання опорно-приводного колеса. Спочатку визначимо довжину кола колеса

$$L = \pi \cdot D, \quad (4.21)$$

$$L = 3,14 \cdot 0,5 = 1,57 \text{ м.}$$

Швидкість руху в метрах за хвилину

$$V_{\text{м/хв}} = \frac{7000}{60} = 116,7 \text{ м/хв.}$$

Тоді частота обертання колеса

$$n_k = \frac{V_{\text{м/хв}}}{L}, \quad (4.22)$$

$$n_k = \frac{116,7}{1,57} = 74,3 \text{ об/хв.}$$

Отже, опорно-приводне колесо при швидкості 7 км/год обертається з частотою:

$$n_k = 74,3 \text{ об/хв.}$$

Визначення необхідної частоти обертання валу висівних катушок. Частота обертання валу катушок повинна забезпечити необхідну подачу насіння. Для цього використаємо залежність між масовою подачею і подачею за один оберт

$$Q_1 = m_0 \cdot n_b, \quad (4.23)$$

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

де Q_1 – подача одного апарата, кг/хв;

m_0 – маса насіння, що подається за один оберт котушки, кг/об;

n_b – частота обертання валу, об/хв.

Подача одного стандартного апарата за хвилину

$$Q_{1xx} = \frac{1,176}{60} = 0,0196 \text{ кг/хв.}$$

Для катушкового апарата малої подачі приймаємо, що маса насіння за один оберт стандартної катушки становить

$$m_0 = 0,0014 \text{ кг/об.}$$

Тоді необхідна частота обертання валу

$$n_b = \frac{Q_{1xx}}{m_0}. \quad (4.24)$$

$$n_b = \frac{0,0196}{0,0014} = 14 \text{ об/хв.}$$

Отже, для забезпечення норми висіву 14 кг/га вал висівних катушок повинен мати частоту обертання близько $n_b = 14$ об/хв.

Визначення загального передаточного числа приводу. Загальне передаточне число приводу визначається як відношення частоти обертання ведучого елемента до частоти обертання веденого

$$i = \frac{n_k}{n_b}. \quad (4.25)$$

$$i = \frac{74,3}{14} = 5,31.$$

Отже, для забезпечення заданої норми висіву загальне передаточне число приводу повинно становити $i = 5,3$.

Вибір схеми передачі. Для реалізації передаточного числа $i = 5,3$ доцільно застосувати двоступеневу передачу

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

$$i = i_1 \cdot i_2. \quad (4.26)$$

Приймаємо $i_1 = 2,0$, $i_2 = 2,65$. Тоді

$$i = 2,0 \cdot 2,65 = 5,3.$$

Така схема є технологічно доцільною, оскільки дозволяє використати стандартні зірочки, зменшити навантаження на окремі елементи передачі, спростити регулювання норми висіву.

Підбір числа зубців зірочок. Для першого ступеня передачі приймаємо: ведуча зірочка – $z_1 = 15$, ведена зірочка – $z_2 = 30$.

Передаточне число першого ступеня

$$i_1 = \frac{z_2}{z_1}. \quad (4.27)$$

$$i_1 = \frac{30}{15} = 2,0.$$

Для другого ступеня передачі приймаємо: ведуча зірочка – $z_3 = 17$, ведена зірочка – $z_4 = 45$. Передаточне число другого ступеня

$$i_1 = \frac{z_4}{z_3}. \quad (4.28)$$

$$i_1 = \frac{45}{17} = 2,65.$$

Загальне передаточне число

$$i = i_1 \cdot i_2. \quad (4.29)$$

$$i = 2,0 \cdot 2,65 = 5,3.$$

Таким чином, підібрана схема забезпечує необхідну частоту обертання валу висівних апаратів.

Фактична частота обертання валу висівного апарата

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

$$n_{\text{вф}} = \frac{n_{\text{к}}}{i}. \quad (4.30)$$

$$n_{\text{вф}} = \frac{74,3}{5,3} \approx 14,0 \text{ об/хв.}$$

Отже, фактичне значення практично збігається з розрахунковим.

Перевірка подачі насіння при розрахованому приводі. Маса насіння, що подається одним стандартним апаратом за хвилину

$$Q_{1\text{ф}} = m_0 \cdot n_{\text{вф}}. \quad (4.31)$$

$$Q_{1\text{ф}} = 0,0014 \cdot 14 = 0,0196 \text{ кг/хв.}$$

За годину

$$Q_{1\text{фг}} = 0,0196 \cdot 60 = 1,176 \text{ кг/год.}$$

Що відповідає раніше визначеній необхідній подачі. Для крайньої котушки, яка має зменшений робочий об'єм у 2 рази

$$Q_{1\text{фг}} = 0,5 \cdot 1,176 = 0,588 \text{ кг/год.}$$

Таким чином, при однаковій частоті обертання валу різниця в нормі висіву досягається не зміною приводу, а геометрією крайніх котушок.

Для оцінки навантаження на привід визначимо орієнтовний крутний момент на валу. Приймаємо сумарну потужність, необхідну для приводу висівних апаратів і зворушувача $N = 0,25 \text{ кВт}$.

Кутова швидкість валу

$$\omega = \frac{2\pi n_{\text{в}}}{60}. \quad (4.32)$$

$$\omega = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 14}{60} = 1,47 \text{ рад/с.}$$

Тоді крутний момент

$$M = \frac{N}{\omega}. \quad (4.33)$$

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

$$M = \frac{250}{1,47} = 170 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Отже, орієнтовний крутний момент на валу висівного апарата становить

$$M = 170 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Це значення використовується для перевірки міцності елементів приводу.

Перевірка міцності валу за крученням. Для круглого вала діаметр визначається з умови міцності

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16M}{\pi \cdot [\tau]}}. \quad (4.34)$$

де $[\tau]$ – допустиме напруження кручення, Па.

Для сталі 45 приймаємо $[\tau] = 30 \cdot 10^6$ Па.

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 170}{3,14 \cdot 30 \cdot 10^6}} = 0,0307 \text{ м.}$$

$$d \geq 30,7 \text{ мм.}$$

Приймаємо конструктивно $d = 35$ мм. Отже, вал діаметром 35 мм забезпечує необхідну міцність.

Якість роботи приводу визначає сталість частоти обертання катушок, точність норми висіву, рівномірність висіву по рядках, чутливість системи до зміни швидкості руху.

Основними причинами погіршення точності можуть бути: зношення зірочок і ланцюга, прослизання колеса, збільшення люфтів у передачах, нерівномірний натяг ланцюга.

Тому під час експлуатації необхідно контролювати натяг ланцюга, перевіряти зношення зірочок, регулювати передаточне число, виконувати пробний контроль норми висіву.

У запропонованій конструкції привід залишається загальним для всіх катушок, що є важливою перевагою, оскільки: не потрібно встановлювати

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

окремий привід для крайніх апаратів; не ускладнюється кінематична схема; зберігається надійність базової конструкції; знижується вартість модернізації. Диференційований висів крайніх рядків забезпечується не зміною частоти обертання, а зменшенням робочого об'єму крайніх катушок.

У результаті розрахунку приводу висівного апарата встановлено, що при швидкості руху агрегату 7 км/год частота обертання опорно-приводного колеса становить 74,3 об/хв, а необхідна частота обертання валу висівних катушок – близько 14 об/хв. Визначено, що для забезпечення заданої норми висіву насіння люцерни загальне передаточне число приводу повинно становити приблизно 5,3. Запропонована двоступенева схема передачі із зірочками 15/30 та 17/45 забезпечує необхідні кінематичні параметри.

Проведена перевірка показала, що вал діаметром 35 мм задовольняє умову міцності за крученням. Запропонований привід є простим, надійним і не потребує суттєвого ускладнення базової конструкції сівалки.

4.7. Висновки по розділу.

У четвертому розділі виконано інженерне обґрунтування та розроблено удосконалення зернової сівалки СЗТ-3,6 для підвищення ефективності сівби люцерни. У результаті аналізу конструкції сівалки встановлено, що стандартний катушковий висівний апарат не повністю відповідає агротехнічним вимогам до висіву дрібнонасінних культур. Основними недоліками є нерівномірність подачі насіння, нестабільність роботи, залежність від умов подачі матеріалу, а також відсутність можливості регулювання норми висіву окремих рядків, що призводить до перевитрати насіння при перекритті проходів агрегату.

Обґрунтовано доцільність удосконалення висівного апарата шляхом застосування крайніх катушок зі зменшеною у два рази подачею насіння, що дозволяє компенсувати перекриття суміжних проходів без збільшення норми висіву. Додатково запропоновано удосконалення зворушувача насіння, який забезпечує стабільну подачу матеріалу до висівних апаратів.

Розроблено конструкцію удосконаленого висівного апарата, яка передбачає зміну геометричних параметрів крайніх катушок без ускладнення кінематичної схеми приводу. Запропоноване рішення відзначається простотою реалізації, технологічністю та можливістю впровадження на існуючих сівалках.

Виконано розрахунок висівного апарата, в результаті якого визначено основні геометричні та кінематичні параметри катушок. Доведено, що зменшення довжини крайніх катушок у два рази забезпечує відповідне зменшення подачі насіння та реалізацію диференційованого висіву.

Розрахунок зворушувача насіння показав, що для забезпечення стабільної роботи необхідний крутний момент становить близько 31,5 Н·м при частоті обертання 60 об/хв, що забезпечує ефективне руйнування склепінь насіння та рівномірну подачу до висівних апаратів.

Виконано розрахунок приводу висівного апарата, визначено необхідне передаточне число та підібрано параметри передачі. Встановлено, що забезпечення необхідної частоти обертання катушок досягається без зміни принципової схеми приводу, що підвищує надійність та спрощує впровадження удосконалення.

У цілому проведені розрахунки підтвердили працездатність і технічну доцільність запропонованого удосконалення.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Аналіз небезпечних та шкідливих факторів, які можуть виникнути при виконанні сівби люцерни.

При виконанні сівби люцерни можливі наступні небезпечні та шкідливі фактори:

Механічні фактори: рухомі частини машин (ланцюги, вали, катушки); обертальні елементи приводу; робочі органи сівалки; можливість наїзду агрегату.

Фізичні фактори: шум і вібрація; пил (особливо при роботі з насінням). підвищене або знижене освітлення.

Психофізіологічні фактори: втома механізатора; монотонність роботи; підвищена увага при керуванні агрегатом.

5.2. Вимоги безпеки при виконанні сівби люцерни.

Перед початком роботи механізатор повинен: пройти інструктаж з охорони праці; перевірити технічний стан трактора і сівалки; перевірити справність гальм, рульового управління; перевірити наявність захисних кожухів; перевірити надійність кріплення агрегату; перевірити натяг ланцюгів приводу; перевірити роботу висівних апаратів.

Забороняється працювати при несправностях техніки; знімати захисні кожухи; допускати сторонніх осіб до роботи.

Під час роботи необхідно дотримуватись встановленої швидкості; забезпечувати плавність руху; не виконувати різких поворотів; не залишати агрегат без нагляду; не очищати механізми під час руху; контролювати роботу висівних апаратів.

При виникненні несправностей негайно зупинити агрегат; заглушити двигун; виконати ремонт після повної зупинки.

Під час обслуговування необхідно виконувати роботи при вимкненому двигуні; використовувати інструмент у справному стані; очищати насіннєві ящики обережно; уникати контакту з рухомими частинами.

Особливо небезпечними є привідні ланцюги; вал висівних апаратів; зворушувач насіння.

При роботі з насінням необхідно використовувати засоби індивідуального захисту (рукавички, респіратор), уникати вдихання пилу, не допускати попадання насіння у очі, не вживати їжу під час роботи. При обробці насіння використовувати спецодяг, дотримуватись інструкцій до препаратів.

5.3. Заходи з пожежної безпеки.

Основні вимоги: не допускати витоку пального; не використовувати відкритий вогонь; мати вогнегасник у кабіні трактора; очищати агрегат від рослинних решток; не палити під час роботи.

Для зниження втоми механізатора необхідно регулювати сидіння трактора, забезпечити нормальні умови огляду, дотримуватись режиму праці та відпочинку, уникати тривалої безперервної роботи.

Під час виконання сівби необхідно не допускати розсипання насіння, уникати забруднення ґрунту паливом, правильно утилізувати відходи, зменшувати ущільнення ґрунту.

5.4. Вплив удосконалення на безпеку праці.

Запропоноване удосконалення не ускладнює конструкцію сівалки, не створює додаткових небезпечних факторів, не потребує додаткових органів керування, підвищує стабільність роботи агрегату.

Зменшення перевитрати насіння зменшує кількість завантажень, знижує трудомісткість робіт, покращує умови праці механізатора.

5.5. Висновки по розділу.

У розділі розглянуто основні питання охорони праці при виконанні сівби люцерни із застосуванням сівалки СЗТ-3,6. Встановлено, що основними небезпечними факторами є рухомі частини машин, шум, пил та можливість травмування при обслуговуванні агрегату. Дотримання вимог безпеки дозволяє мінімізувати ризики та забезпечити безпечні умови праці.

Запропоноване удосконалення висівного апарата не погіршує умови праці, не створює додаткових небезпек і може бути впроваджене без змін у системі безпеки.

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

6. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі вирішено актуальне інженерне завдання підвищення ефективності механізованої сівби люцерни шляхом удосконалення зернової сівалки СЗТ-3,6.

У результаті виконаних досліджень та розрахунків отримано наступні основні результати.

Проаналізовано технологію вирощування люцерни та встановлено, що якість сівби є визначальним фактором формування продуктивного травостою. Виявлено, що дрібний розмір насіння та мала норма висіву висувають підвищені вимоги до точності роботи висівних апаратів.

Встановлено, що існуючі зернові сівалки, зокрема СЗТ-3,6, не повністю забезпечують виконання агротехнічних вимог при сівбі люцерни. Основними недоліками є нерівномірність висіву, нестабільність подачі насіння та перевитрата посівного матеріалу при перекритті проходів агрегату.

Розроблено операційну технологію сівби люцерни, визначено склад машинно-тракторного агрегату, режими його роботи та основні техніко-експлуатаційні показники. Проведені розрахунки підтвердили працездатність агрегату на базі трактора МТЗ-82 та сівалки СЗТ-3,6.

Встановлено, що однією з основних причин перевитрати насіння є подвійний висів крайніх рядків при перекритті проходів агрегату, що може призводити до додаткових витрат насіння до 10 % площі поля.

Обґрунтовано технічне рішення щодо удосконалення висівного апарата, яке полягає у застосуванні крайніх катушок зі зменшеною у два рази подачею насіння та використанні зворушувача для стабілізації подачі матеріалу.

Розроблено конструкцію удосконаленого висівного апарата, яка забезпечує диференційований висів насіння без зміни кінематичної схеми сівалки та без ускладнення її конструкції.

Виконано інженерні розрахунки висівного апарата, у результаті яких визначено необхідні геометричні та кінематичні параметри катушок. Доведено,

що зменшення довжини крайніх катушок у два рази забезпечує відповідне зменшення норми висіву.

Проведено розрахунок зворушувача насіння, який показав, що для забезпечення стабільної подачі необхідний крутний момент близько 31,5 Н·м при частоті обертання 60 об/хв.

Виконано розрахунок приводу висівного апарата, визначено передаточне число та підібрано параметри передачі, що забезпечують необхідну частоту обертання катушок при заданій швидкості руху агрегату.

Встановлено, що запропоноване удосконалення дозволяє забезпечити компенсацію перекриття проходів агрегату, підвищити рівномірність висіву та зменшити перевитрату насіння.

Розглянуто питання охорони праці та встановлено, що запропонована конструкція не створює додаткових небезпечних факторів та відповідає вимогам безпеки.

У цілому результати роботи підтверджують технічну доцільність і ефективність удосконалення зернової сівалки СЗТ-3,6. Запропоноване рішення дозволяє підвищити якість сівби люцерни, зменшити витрати посівного матеріалу та може бути рекомендоване до впровадження у виробництво.

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

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Артиш В.І. Сучасний стан виробництва екологічно чистої продукції в країнах світу. Економіка АПК. 2005. № 3. С. 50-53.
2. Бондаренко М.Г., Демещук В.А. Комплектування і використання машино-тракторного парку в рослинництві: Підручник. Київ: Вища шк., 1995. 237 с.
3. Вирощування багаторічних трав на кормові цілі: Smart Agro Plus. URL: <https://sap.lutsk.ua/viroschuvannya-bagatorichnih-trav-na-kormovi-tsili> (дата звернення 30.03.2025).
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. Гречкосій В.Д. Комплексна механізація виробництва зерна. Київ: Урожай, 1991. 213 с.
7. Єрмаков О.Ю. Організація сільськогосподарського виробництва. Навч. метод. посібник, 2-ге вид., доп. і перер. Київ: НАУ, 2007. 266 с.
8. Зелений щит ґрунтів України: роль люцерни в сівозміні і технологія вирощування: Superagronom – головний сайт для агрономів. URL: <https://superagronom.com/articles/716-zeleniy-schit-gruntiv-ukrayini-rol-lyutserni-v-sivozmini-i-tehnologiya-viroschuvannya> (дата звернення 15.03.2025).
9. Зінченко О.І. Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво: Підручник. За ред. О.І. Зінченка. Київ: Аграрна освіта, 2001. 591 с.
10. Ільчук М.М., Зрібняк Л.Я., Мельник С.І. Організація і планування сільськогосподарського виробництва: Підручник. Київ: Вища освіта, 2013. 535с.
11. Комаристов В.Ю., Петренко М.М., Косінов М.М. Сільськогосподарські машини. Київ: Урожай, 1996. 240 с.
12. Кошук О.Б., Лузан П.Г., Мося І.А. та ін. Сільськогосподарські і меліоративні машини. Київ: ПТТО НАПН України, 2015. 291 с.
13. Лихочвор В.В. Рослинництво: технології вирощування сільськогосподарсь-

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

ких культур. Київ: Центр навчальної літератури, 2004. 808 с.

14. 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.

15. 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.

16. 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.

17. 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.

18. Сало В.М. Шмат С.І., Лузан П.Г. Тенденції сталого розвитку сучасного сільськогосподарського машинобудування в Україні і за рубежом. Международная научно-техническая интернет конференция «Задачи земледельческой механики в ХХІ веке», 2-10 ноября 2011 г. Дослідницьке, Мелітополь, 2011. С. 61-65.

19. Технологія вирощування багаторічних трав. Букліб: Студентська бібліотека. URL: <https://buklib.net/books/34721/> (дата звернення 11.03.2025).

20. Чипляка С.П., Подлесний М.В. Насінництво багаторічних трав. Агрономія Сьогодні. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/305-nasinnytstvo-bahatorichnykh-trav.html> (дата звернення 20.03.2025).

21. Шмат С.І., Лузан П.Г., Колісник С.В. Ресурсозберігаючі технології вирощування сільськогосподарських культур. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: зб. наук. праць. Кіровоград: 2010, Вип. 23, С. 303-309.

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

ДОДАТКИ

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