

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра механічної та електричної інженерії

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти
бакалавр

на тему: «Розробка пристрою для підживлення рослин»

КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ

Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
«Машини та обладнання
сільськогосподарського виробництва»
спеціальності 133 «Галузеве
машинобудування»,
ступеня вищої освіти *бакалавр*
групи *133ГМбд_42*
ЯТЧЕНКО Андрій

Керівник: канд. техн. наук, доцент
ХАРАК Руслан

Полтава – 2026 року

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра механічної та електричної інженерії

Освітньо-професійна програма *«Машини та обладнання
сільськогосподарського виробництва»*

Спеціальність *133 «Галузеве машинобудування»*
Ступінь вищої освіти *бакалавр*

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
механічної та електричної
інженерії,

канд. техн. наук, доцент,
_____ **Станіслав ПОПОВ**
03 грудня 2025 р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Андрій ЯТЧЕНКО

1 Тема роботи: *«Розробка пристрою для підживлення рослин»*

керівник роботи **канд. техн. наук, доцент ХАРАК Руслан,**
затверджено засіданням кафедри, протокол №9 від 03 грудня 2025 р.

2 Строк подання здобувачем вищої освіти роботи – до 31 травня 2026 р.

3 Вихідні дані до роботи: *підручники та навчальні посібники з конструкції та розрахунку сільськогосподарських машин; підручники та навчальні посібники з технологічних процесів виробництва деталей машин; патенти на винахід та корисну модель пристроїв для підживлення рослин; державні стандарти, на яких базується Єдина система конструкторської документації.*

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

Розділ 1. *Загальний*

Розділ 2. *Технологічний*

Розділ 3. *Конструкторський*

Розділ 4. *Економіка, охорона праці та навколишнього середовища*

5 Перелік графічного матеріалу: *кресленник пристрою для підживлення рослин, що виноситься на розгляд; складальний кресленник вузла, що виноситься на розгляд; кресленники деталей агрегату і вузла.*

6 Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Власне ім'я, прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання отримав
Економіка, охорона праці та навколишнього середовища	Інна МИКОЛЕНКО, професор кафедри економіки та публічного управління		
	Володимир ДУДНИК, доцент кафедри механічної та електричної інженерії		
	Павло ПИСАРЕНКО, завідувач кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля		

7 Дата видачі завдання 03 грудня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з.п.	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вибір, затвердження теми роботи	До 03.12.2025 р.	
2	Складання, затвердження розгорнутого плану, завдання на кваліфікаційну роботу	15.12-28.12.2025 р.	
3	Опрацювання літературних джерел		
4	Збір, вивчення, обробка інформації, необхідної для виконання роботи		
5	Виконання розділів роботи, графічної частини	04.05-31.05.2026 р.	
6	Оформлення тексту роботи		
7	Попередній захист роботи на кафедрі	До 31.05.2026 р.	
8	Нормалізаційний контроль		
9	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень і пропозицій		
10	Захист кваліфікаційної роботи	З 01.06.2026 р.	

Здобувач вищої освіти _____ Андрій ЯТЧЕНКО
(підпис)

Керівник роботи _____ Руслан ХАРАК
(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 4 розділи, 12 рисунків, 3 таблиці, 27 використаних джерел, 60 сторінок.

Об'єкт розробки – процес підживлення рослин у контрольованих умовах вирощування.

Предмет розробки – пристрій внесення поживних речовин для забезпечення оптимальних умов росту та розвитку рослин.

Постановка актуальної технічної задачі – дослідити можливі шляхи створення нової конструкції пристрою для локального внесення рідких мінеральних добрив у ґрунт, та на основі їх аналізу розробити конструкторську документацію.

Мета кваліфікаційної роботи бакалавра – розробка пристрою для підживлення рослин, який забезпечуватиме подачу поживних речовин відповідно до заданих параметрів. Реалізація такого пристрою сприятиме підвищенню ефективності догляду за рослинами, зменшенню витрат на обслуговування та покращенню умов їх вирощування.

Практичне значення кваліфікаційної роботи бакалавра – створення конструкції пристрою, який дозволить підвищити ефективність використання рідких мінеральних добрив, знизити експлуатаційні витрати та забезпечити екологічно безпечне виконання технологічного процесу.

У **загальному розділі** були наведені: стисла оцінка сучасного стану предмету і об'єкту розробки; обґрунтування актуальності роботи та підстави для її виконання; мета роботи; можливі сфери застосування її результатів; практичне значення кваліфікаційної роботи.

У **технологічному розділі** здійснено реалізацію технологічного забезпечення виготовлення пристрою, який запропоновано використати у складі машин для вирощування зернових культур.

У **конструкторському розділі** було проведено розрахунки пристрою, що забезпечать необхідні міцність конструкції.

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У розділі **економіки, охорони праці та навколишнього середовища** було розраховано економічну ефективність використаних технічних рішень, запропоновані безпечні умови праці, а також заходи щодо усунення шкідливого впливу машини на довкілля.

Практичні результати роботи – розроблений комплект конструкторської документації на пристрій для внесення рідких мінеральних добрив у ґрунт.

Рекомендації щодо використання результатів роботи – конструкція пристрою, який характеризується високою ефективністю і простотою у виготовленні, може бути використана у технологічному процесі підживлення зернових культур.

Сфера застосування результатів роботи – виробництво засобів механізації сільськогосподарського виробництва.

Графічна частина проекту становить 3 аркуші формату А1.

Результат перевірки тексту пояснювальної записки на плагіат за допомогою сервісу «StrikePlagiarism»: унікальність тексту – 88,54%.

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота бакалавра присвячена розробці конструкції пристрою для внесення рідких мінеральних добрив у ґрунт, який характеризується високою ефективністю і простотою у виготовленні. Розроблена технологічна схема та маршрутна карта виготовлення конструкторської розробки, складена операційна карта на виготовлення окремих її деталей. Виконані розрахунки на міцність. Запропоновані безпечні умови праці, а також заходи щодо усунення шкідливого впливу машини на довкілля.

ПРИСТРІЙ, ДОБРИВА, ВНЕСЕННЯ, ТЕХНОЛОГІЯ, МАРШРУТНА КАРТА, ТРАКТОР, ВИРОБНИЦТВО, ЕФЕКТИВНІСТЬ

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ANNOTATION

The bachelor's qualification work is devoted to the development of a device for applying liquid mineral fertilizers to the soil, which is characterized by high efficiency and ease of manufacture. A technological scheme and a route map for the manufacture of the design development have been developed, an operational map for the manufacture of its individual parts has been compiled. Strength calculations have been performed. Safe working conditions have been proposed, as well as measures to eliminate the harmful effects of the machine on the environment.

DEVICE, FERTILIZER, APPLICATION, TECHNOLOGY, ROUTE MAP, TRACTOR, PRODUCTION, EFFICIENCY

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

	ст.
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНИЙ	9
1.1. Способи і технології внесення добрив у ґрунт, класифікація машин для внесення добрив	9
1.2 Машини для внесення мінеральних добрив	10
1.3 Мета за завдання роботи	25
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ	27
2.1 Технологічна схема виготовлення крану-розподільника.	27
2.2 Маршрутна карта виготовлення виробу «Кран-розподільник».	29
2.3. Технологічний процес виготовлення корпусу крану-розподільника	33
РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ	37
3.1 Необхідність конструкторської розробки	37
3.2 Будова та робота пристрою	38
3.3 Розрахунки пристрою	40
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	46
4.1 Економічна ефективність конструкторської розробки	46
4.2 Охорона праці	50
4.3 Охорона навколишнього середовища	53
ВИСНОВКИ	57
СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.	58

					<i>КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Ятченко А.В.</i>			Зміст	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Харак Р.М.</i>					6	60
<i>Керівник</i>		<i>Харак Р.М.</i>				<i>ПДАУ, 2026 р.</i>		
<i>Н. контр.</i>		<i>Харак Р.М.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Попов С.В.</i>						

ВСТУП

У сучасних умовах розвитку сільського господарства та рослинництва особливого значення набуває впровадження прогресивних технологій, спрямованих на підвищення врожайності та покращення якості вирощуваних культур. Одним із важливих факторів, що впливають на ріст і розвиток рослин, є своєчасне та раціональне внесення поживних речовин. Недостатнє або надмірне підживлення може призвести до зниження врожайності, погіршення якості продукції та неефективного використання ресурсів.

Підживлення рослин є одним із найважливіших агротехнічних заходів, що забезпечує їх нормальний ріст, розвиток та формування врожаю. Для повноцінного функціонування рослини потребують постійного надходження макро- та мікроелементів, таких як азот, фосфор, калій, магній, кальцій, залізо та інші поживні речовини. Ці елементи беруть участь у процесах фотосинтезу, формуванні кореневої системи, розвитку листя, цвітінні та плодоношенні. За нестачі хоча б одного з необхідних компонентів порушуються фізіологічні процеси, що негативно впливає на стан рослин та їх продуктивність.

У природних умовах запаси поживних речовин у ґрунті поступово виснажуються внаслідок росту рослин, вимивання мінералів водою та інших природних процесів. Особливо актуальною проблемою дефіциту поживних речовин є при інтенсивному вирощуванні сільськогосподарських культур, у тепличних господарствах, а також у системах домашнього рослинництва. Для компенсації таких втрат застосовують різноманітні види добрив і поживних розчинів, які забезпечують рослини необхідними елементами живлення.

Своєчасне та правильно дозоване підживлення сприяє підвищенню врожайності, покращенню якості плодів і декоративних властивостей рослин, збільшенню стійкості до захворювань, шкідників та несприятливих факторів навколишнього середовища. Крім того, оптимальне живлення дозволяє рослинам ефективніше використовувати воду, що є особливо важливим в умовах змін клімату та обмежених природних ресурсів.

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Традиційні методи внесення добрив часто потребують значних трудових затрат і не забезпечують необхідної точності дозування. У зв'язку з цим актуальним завданням є створення сучасних технічних засобів, які дозволять удосконалити процес підживлення рослин, забезпечити оптимальне використання добрив та мінімізувати людський фактор.

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНИЙ

1.1. Способи і технології внесення добрив у ґрунт, класифікація машин для внесення добрив

Збереження та відтворення родючості ґрунтового покриву детерміновано раціональним та науково обґрунтованим застосуванням добрив. Зазначені субстрати акумулюють базові макроелементи (азот, фосфор, калій), а також сполуки, що пролонговано трансформують фізико-хімічні та біологічні характеристики едафотопу. Агрохімікати класифікують на мінеральні та органічні. Поряд із цим, з метою корекції властивостей кислих та солонцюватих ґрунтів реалізують хімічну меліорацію шляхом інкорпорації вапнякових та гіпсових матеріалів відповідно.

Сучасне промислове виробництво постачає мінеральні туки у гранульованій (фракцією 1–5 мм), кристалічній, порошкоподібній та рідкій формах. Полікомпонентні рідкі суміші, що містять диференційований спектр нутрієнтів, дефініціюють як комплексні рідкі добрива.

Органічний сегмент представлений субстанціями ендегенного біогенного походження, зокрема гноєм різного ступеня консистенції та деструкції, гноївкою, торфом, компостами, сапропелями, а також сидеральною біомасою.

Методологія аплікації добрив регламентується агротехнічними вимогами конкретної агроценози. За часовим критерієм виокремлюють передпосівний (основний), припосівний та післяпосівний (підживлення) етапи. Передпосівний метод орієнтований на дифузне суцільне введення переважного обсягу туків, меліорантів та органіки з подальшим загортанням у ґрунтовий профіль на глибину 10–20 см за допомогою плугів або культиваторів. Припосівне підживлення інтегроване безпосередньо у процес сівби та передбачає локалізацію поживних речовин у насінневу ложі або суміжних зонах. Післяпосівне внесення (підживлення) здійснюється

					КРБ.133ГМБд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

паралельно з міжрядним обробітком. Для культур суцільного висіву операцію реалізують шляхом використання наземних технічних засобів із залученням технологічної колії, а за умов критичного зволоження чи дефіциту прохідності — за допомогою засобів авіації [1, 2].

Ефективна механізація всього операційного циклу забезпечується формуванням спеціалізованих технологічних комплексів. Профільне обладнання систематизують за такими базовими ознаками:

- функціональне призначення: технічні засоби для підготовки, логістики та навантаження; агрегати для дистрибуції твердих, пилоподібних, рідких мінеральних, а також твердих і рідких органічних добрив;
- спосіб агрегування: самохідні, причіпні, начіпні та напівначіпні модулі.
- за кількістю виконуваних операцій: вузькоспеціалізовані машини та комбіновані багатоопераційні агрегати.

1.2 Машини для внесення мінеральних добрив

Дистрибуція твердих мінеральних добрив реалізується за прямоочною або перевантажувальною технологічними схемами із застосуванням відцентрових (зокрема моделей МВУ-6, МВУ-8, МВУ-16, ІРМГ-4, МХА-7, МВУ-0,5А, МВУ-30, АМП-5) та пневматичних (ССТ-10, РУМ-5-03, ААП-5) розподільників. Диференційоване внутрішньогрунтове локально-стрічкове введення базових доз агрохімікатів здійснюється за допомогою комбінованого агрегату МКП-4 [3].

Машина МВУ-5 (рис. 1.1) спеціалізована для суцільного поверхневого розкидання мінеральних туків, полікомпонентних тукосумішей, а також хімічних меліорантів (кальційвмісних матеріалів та гіпсу).

Технологічний процес функціонування МВУ-5 відбувається у такий спосіб: під час поступального руху агрегату за умови активації вала відбору потужності (ВВП) трактора ініціюється обертальний рух розсіювальних

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дисків. Транспортер, кінематично пов'язаний із лівим опорно-приводним колесом машини, здійснює переміщення робочої маси через регульоване дозувальне вікно заслінки до туконапрячника, який розподіляє потік безпосередньо на робочі органи.

Лопатки розсіювальних дисків надають часткам добрив кінетичної енергії, забезпечуючи їх віялоподібну евакуацію та рівномірний розподіл по поверхні ґрунтового профілю. Програмна норма внесення субстрату підлягає регулюванню шляхом зміни робочої щілини дозувальної заслінки на задній панелі кузова, а також варіації кутової швидкості транспортера за допомогою трансформації передавального відношення ланцюгового приводу (встановленням змінних зірочок із кількістю зубів ($z = 12$) і ($z = 45$) або ($z = 28$) і ($z = 33$)).

Рисунок 1.1 – Схема роботи машини МВУ-6:

1 – кузов; 2 – транспортер; 3 – дозувальна заслінка; 4 – привод робочих органів; 5 – туконапрячник; 6 – розсіювальні диски; 7 – ходова система; 8 – карданний вал; 9 – дишель; 10 – опора

Сучасний парк техніки для суцільного поверхневого внесення в ґрунт мінеральних добрив, а також вапнякових і гіпсомістких матеріалів представлений серією спеціалізованих машин, що відрізняються конструктивним виконанням, місткістю та особливостями агрегування.

Машина МВУ-12. Призначена для транспортування та суцільного розподілу мінеральних туків і меліорантів. Конструктивна схема включає

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кузов із рамою, балансирний візок, ходову систему, конвеєр-живильник, дозувальний пристрій, туконапрячник, розсіювальні диски, а також пневматичну, механічну ручну гальмівні та гідравлічну системи й електрообладнання. Активація робочих органів забезпечується від вала відбору потужності (ВВП) трактора класу ХТЗ-150К через систему карданної передачі, редукторів і ланцюгових передач. Дистанційне керування технологічним процесом реалізовано безпосередньо з кабіни енергетичного засобу. Регулювання норми висіву здійснюється за допомогою дозувальної заслінки із зовнішнім штурвалом керування, розташованим з лівого боку рами. Технологічне обслуговування виконується одним трактористом.

Машина МВУ-16. Використовує аналогічний функціональний підхід для суцільного поверхневого внесення добрив і хімічних меліорантів, проте адаптована для агрегування з більш потужними тракторами класу 3,0. Основними вузлами є рама з кузовом, ходова система, зчпний і дозувальний механізми, транспортер, розсіювальні диски, привідні пристрої, гальмівні системи та електрообладнання. Особливістю робочих органів є наявність лопаток С-подібного перерізу, приклепаних до розсіювальних дисків і відігнутих у напрямку їхнього обертання, що оптимізує геометрію розкидання. Привід робочих елементів – механічний. Процес контролює один оператор (тракторист).

Машина 1РМГ-4Б. Являє собою одновісний причіпний агрегат, що забезпечує поверхневе внесення всієї номенклатури мінеральних добрив та вапнякових матеріалів. До складу конструкції входять рама, кузов, ходова частина, транспортер із приводом та відцентрові розсіювальні диски. Кількісне дозування матеріалу регулюється двома параметрами: зміною висоти щілини між днищем і заслінкою (контролюється за лінійкою на задньому борті) та варіюванням робочої швидкості руху агрегату. Машина функціонує в тандемі з тракторами класу 1,4 під керуванням тракториста.

Машина МВУ-0,5А. Спеціалізована конічна тукорозкидальна машина, що застосовується для поверхневого розподілу гранульованих і кристалічних

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мінеральних добрив, а також для сівби сидератів (рис. 1.2). Технологічна схема складається з конічного бункера із запобіжною сіткою, ротаційного розпушувача склепінь, скребкового подавального пристрою, донного дозувального механізму, відцентрового пневмомеханічного тукорозсівного апарата та механізму приводу. Робочий орган виконано у вигляді лопатевого диска з конусом-розсічкою по центру, перекритим кришкою з центральним завантажувальним отвором. Скребки подавального пристрою здійснюють обертальний рух паралельно дозувальним заслінкам. Керування нормою внесення забезпечується зміною положення заслінок та робочої швидкості руху. Конструкція має високу універсальність та агрегатується з тракторами класів 0,6; 1,4 та 2.

Рисунок 1.2 – Схема начіпного розкидача мінеральних добрив МВУ-0,5А:

1 – бункер; 2 – регулятор висіву; 3 – поворотний клапан; 4 – карданний вал; 5 і 6 – редуктори; 7 – розкидальний диск; 8 – дозувальна пластина; 9 – ворушилка

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Туковисівний апарат АТП-2 (рис. 1.3) є функціональним вузлом, що інтегрується до конструктивної схеми сівалок або культиваторів за допомогою опорного кронштейна 4.

Основними конструктивними елементами апарата є технологічний бункер 1 із герметичною кришкою 3, випускні лійки 11, вал 5 із пружинним висівним механізмом, а також механічний показчик рівня добрив 14.

Геометрія та елементи бункера. Корпус бункера 1 має комбіновану геометрію: прямокутну форму у верхній частині із переходом у звужений зрізаний профіль знизу. Верхній завантажувальний отвір перекривається кришкою 3, яка змонтована шарнірно, оснащена показчиком рівня добрив 14 і фіксується у робочому положенні за допомогою пружинної засочки. Розвантаження матеріалу здійснюється через торцеві вікна у нижній частині корпусу, які безпосередньо сполучені з випускними лійками 11. Для запобігання гравітаційному самопросипанню добрив у лійки, всередині бункера над робочими органами встановлено захисні козирки. Технологічне очищення ємності забезпечується через два донних люки, які перекриваються піддонами 10 із затискними замками.

Механізм дозування та висіву. Основу пружинного висівного механізму становить приводний вал 5, на якому симетрично закріплені два спіральні шнеки 8 із протилежним (лівим та правим) напрямком навивання. Кінематичний зв'язок між приводним валом та робочими органами реалізовано у середній частині вала за допомогою пазової втулки 9, в яку встановлюються кінцеві зачепи пружинних шнеків. Протилежні кінці спіралей жорстко зафіксовані у технологічних отворах вала, що забезпечує стабільність крутного моменту та рівномірність подачі робочого матеріалу.

Одним із провідних виробників технічних засобів для поверхневого розподілу твердих мінеральних добрив на ринку України є німецька компанія Amazone. Сучасний модельний ряд компанії класифікується за способом агрегатування, місткістю технологічних ємностей та шириною робочого захвату.

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рисунок 1.3 – Схема туковисівного апарата АТП-2:

1 – бункер; 2 і 3 – кришки; 4 – кронштейн; 5 – вал; 6, 9 і 12 – втулки; 7 – розсіювач; 8 – шнек; 10 – піддон; 11 – лійка; 13 – козирок; 14 – показчик рівня добрив

Начіпні розкидачі серій ZA-X та ZA-X Perfect. Лінійка початкового та середнього класів представлена моделями ZA-XW Perfect 502 (місткість бункера 500 л), ZA-X Perfect 602 (600 л), ZA-X Perfect 902 (900 л) та ZA-X Perfect 1402 (1400 л). Дані модифікації забезпечують ширину захвату в діапазоні від 10 до 18 м [4].

Начіпні розкидачі серій ZA-M та ZA-M profiS. Вищий технологічний сегмент охоплює машини ZA-M 900 (об'єм 900 л), ZA-M 1200 (1200 л), ZA-M 1500 (1450 л) та ZA-M profiS (1450 л). Конструктивні особливості цих моделей дозволяють варіювати ширину робочої смуги від 10 до 36 м. До широкозахватних високопродуктивних засобів начіпного типу належить також модифікація ZA-M ultra (рис. 1.4а), корисний об'єм бункера якої становить від 3000 до 4200 л.

Причіпні розкидачі серії ZG-B ultra. Для масштабних польових робіт застосовують причіпні машини ZG-B ultra (рис. 1.4б), що характеризуються місткістю бункера від 5500 до 8200 л та максимальною шириною захвату від 15 до 52 м.

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технологічний процес дозування та регулювання норми внесення добрив у машинах серії ZG-B повністю автоматизовано. Стабільність норми висіву незалежно від флуктуацій швидкості руху машино-тракторного агрегату забезпечується електрогідравлічним керуванням донного стрічкового транспортера. Контроль та коригування параметрів здійснюються за допомогою бортового комп'ютера AMATRON+. Завдяки архітектурі системи керування передбачено інтеграцію модулів спутникової навігації (GPS) та оптичних азотних сенсорів (N-сенсорів), що дозволяє реалізувати диференційоване внесення добрив у межах концепції точного землеробства.

а

б

Рисунок 1.4 – Начіпний розкидач ZA-M:
ultra (а) і причіпний розкидач ZG-B ultra (б)

На сучасному ринку сільськогосподарської техніки України сегмент високоефективних начіпних розподільників представлений, зокрема, лінійкою машин Axis 20.1, 30.1 та 40.1 виробництва компанії Kuhn (рис. 1.5). Зазначені модифікації характеризуються регульованою шириною робочого захвату в діапазоні від 12 до 36 м та місткістю технологічних бункерів від 1000 до 3000 л [5].

Базове налаштування дозувальних органів дискових розподільників здійснюється за емпіричними таблицями заводських інструкцій, які визначають положення заслінки залежно від регламентованої дози. Оскільки номінальні табличні параметри (робоча швидкість, ширина захвату, об'ємна

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

маса хімікатів) у виробничих умовах часто зазнають флуктуацій, виникає потреба в розрахунку скоригованого табличного показника норми внесення. У цьому випадку табличний показник норми внесення Q_m , кг/га, за яким встановлюють дозувальний пристрій, визначають за формулою [3]:

$$Q_m = \frac{Q_z \cdot V_p \cdot B_p \cdot \gamma_p}{V_m \cdot B_m \cdot \gamma_m} \quad (1.1)$$

де Q_z – задана норма внесення добрив, кг/га; V_p – робоча швидкість агрегату, км/год; V_m – номінальна швидкість агрегату, км/год; B_p – дійсна ширина захвату, м; B_m – таблична ширина захвату, м; γ_p – фактична об’ємна маса добрив, що висіваються, кг/дм³; γ_m – довідкова об’ємна маса, вказана в таблиці, кг/дм³.

Рисунок 1.5 – Начіпний розкидач компанії Kuhn Axis 40.1

Після попереднього встановлення робочих органів машини МВУ-0,5 відповідно до розрахованого значення, здійснюють експериментальну верифікацію витрати матеріалу. Технологічний алгоритм стаціонарного тарування передбачає кінематичне відключення розсіювальних дисків, встановлення під дозувальним пристроєм контрольної місткості (тари), активацію вала відбору потужності (ВВП) енергетичного засобу та збір добрив упродовж фіксованого інтервалу часу (1...2 хвилин).

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Масу добрив q , кг, яка має бути висіяна за вказаний проміжок часу t , хв, розраховують за формулою:

$$q = \frac{Q_z \cdot B_p \cdot V_p \cdot t}{600} \quad (1.2)$$

Для експрес-контролю та інструментальної перевірки фактичної питомої витрати добрив у виробничих умовах застосовують метод контрольної ділянки. Технологічний алгоритм передбачає завантаження в робочу місткість (бункер) розподільника будь-якої конструктивної схеми попередньо зваженої порції матеріалу. Після завершення технологічного циклу розсіювання здійснюють інструментальний замір площі обробленого масиву з наступним аналітичним розрахунком фактичної норми внесення за залежністю маси туків до площі їхнього розподілу.

При реалізації інтенсивних технологій вирощування зернових колосових культур для виконання операцій із прикореневого та позакореневого підживлення обґрунтовано застосування відцентрових розподільників МВУ-0,5А та Axis 40.1. Схема просторової адаптації ходових систем машино-тракторних агрегатів (МТА) визначається параметрами сформованої колії. Для колії шириною 1350 мм (з шириною ходових доріжок 300 мм) доцільно використовувати розподільник МВУ-0,5А. При цьому рушії базового енергетичного засобу (наприклад, трактора класу ПМЗ-6) необхідно комплектувати спеціалізованими вузькопрофільними шинами типорозміру 9,5-42 (9,4-42) задніх коліс для мінімізації механічного пошкодження посівів. Для колії шириною 1800 мм (з шириною ходових доріжок 450 мм) допускається експлуатація енергетичних засобів, оснащених широкопрофільними колісними рушіями базової (стандартної) комплектації.

З метою інтенсифікації робочих параметрів розподільних пристроїв — збільшення ефективної ширини захвату до 15-18 м та зниження коефіцієнта нерівномірності висіву – розроблено комплекс конструктивних заходів щодо модернізації вузлів машини: збільшення зовнішнього діаметра відцентрових дисків до 700 мм шляхом периферійного наварювання додаткового кільцевого

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сегмента; для оптимізації траєкторії польоту часток кільце відгинають вгору під кутом нахилу твірної в межах 10...12°; інтеграція двох напрямних коробів у піддисковому просторі безпосередньо під скатною дошкою ведучих зірочок конвеєра-живильника; встановлення спеціалізованого відбивального екрана (відбивача) позаду дискових апаратів для стабілізації епюри розподілу добрив за шириною захвату.

У сучасній практиці агрохімічного забезпечення сільськогосподарського виробництва використовується широка номенклатура рідких мінеральних добрив. До основних видів належать водний аміак (аміачна вода), безводний (рідкий) аміак, вуглеаміакати та рідкі комплексні добрива

Транспортування, перевантаження та безпосередній розподіл безводного аміаку потребують застосування спеціалізованого комплексу машин з урахуванням специфіки фізико-хімічних властивостей речовини.

Логістичні операції та доставку матеріалу до поля здійснюють за допомогою автомобільних цистерн-заправників МЖА-6 і ЦТА-10-5410, а також тракторних заправних агрегатів ЗТА-3, ЗБА-3,2-817 і ЦТА-10-761.

Для безпосереднього заробляння безводного аміаку в ґрунт застосовують спеціалізовані агрегати серій АБА-0,5, АБА-0,5М, АБА-1 та АША-2.

Внесення аміачної води забезпечується шляхом експлуатації підживлювача ПОМ-630.2.

Експлуатація технічних засобів серій АБА та АША диференціюється залежно від структури агротехнічних заходів і періоду проведення робіт: Агрегати АБА-0,5, АБА-0,5М, АБА-1 і АША-2 інтегрують у технологічний процес передпосівної культивування (для суцільного підкіркового внесення), а також використовують для поверхнево-щільного підживлення природних і культурних сіножатей та пасовищ. Модифікації АБА-0,5 та АБА-0,5М адаптовані для міжрядного обробітку та одночасного підживлення просапних культур.

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Агрегат АБА-1 конструктивно пристосований для суміщення процесу підживлення з основним обробітком ґрунту (оранкою).

Рідкі комплексні добрива постачаються у вигляді промислових базисних розчинів із бінарним складом поживних елементів (азот і фосфор). Основними затребуваними марками є 8:24:0, 10:34:0 та 11:37:0. Спосіб розподілу РКД визначає конструктивну комплектацію та тип використовуваних машин. Внутрішньогрунтове заробляння реалізується за допомогою машин ПЖУ-2,5, ПЖУ-5, МГУС-2,5 і МВУ-2000. При цьому зазначені технічні засоби агрегують із культиваторами, що оснащені підживлювальними робочими органами, або спеціалізованим шлейф-пристроєм АШ-10. Поверхневий розподіл здійснюється машинами ПЖУ-9 та ОП-3200. Для забезпечення дрібнокрапельного або суцільнопотокового покриття площі поля ці машини обов'язково комплектують штанговими розподільними робочими органами.

Монтований підживлювач-обприскувач ПОМ-630 (рис. 1.6) та його спеціалізовані модифікації ПОМ-630-1 (для цукрових буряків) і ПОМ-630-2 (для овочевих культур) є багатофункціональними технічними засобами, призначеними для реалізації хімічних та агрохімічних заходів у рослинництві.

Конструктивні особливості машин серії ПОМ-630 дозволяють адаптувати їх для виконання двох базових технологічних процесів:

- внесення рідких агрохімікатів;
- внутрішньогрунтове заробляння водного аміаку та інших видів рідких мінеральних добрив у режимах суцільної передпосівної культивації, міжрядного обробітку просапних культур, а також при поверхнево-щілинному підживленні лук і пасовищ.

Суцільний поверхневий розподіл робочих розчинів пестицидів по площі поля або вегетуючих рослинах, а також передпосівне внесення гербіцидів з одночасним їх зароблянням у ґрунт робочими органами базових ґрунтообробних знарядь. Дистанційне переведення штангового механізму з транспортного положення в робоче (і навпаки) здійснюється безпосередньо з кабіни енергетичного засобу за допомогою гідророзподільника.

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Конструкція підживлювача-обприскувача інтегрується на раму трактора за допомогою опорних кронштейнів і включає такі основні вузли та системи:

Місткості та арматура: Два паралельно з'єднані технологічні резервуари 1, укомплектовані гідравлічними мішалками струминного типу 6, візуальним рівнеміром 4, триходовим краном розподілу потоків 3, запобіжним клапаном 5 та обмежувачем максимального рівня заповнення.

Гідродинамічна комунікація: Комплекс з'єднувальних, всмоктувальних, напірних та переливних магістралей (трубопроводів). Нагнітальний та керуючий комплекс: Шестеренний гідронасос 15 та центральний пульт керування. До складу пульта інтегровано регулятор витрати робочої рідини 12, контрольний манометр 13, гідроциліндр 14, а також запобіжний 10 і переливний 11 клапани.

Допоміжне та робоче обладнання: Пневматичний ежектор самозаправки 2 (активація та відключення якого реалізовані через механічний тяговий привід на лівому резервуарі), а також замінні робочі органи — підживлювальний пристрій для внутрішньогрунтового заробляння або штанговий апарат для суцільного поверхневого обприскування.

Рисунок 1.6 – Схема роботи підживлювача-обприскувача ПОМ-630:

1 – резервуари; 2 – пневматичний ежектор; 3, 17 – триходові крани; 4 – рівнемір; 5 – запобіжний клапан; 6 – гідромішалки; 7 – штанга; 8 – фільтр; 9 – запірний вентиль; 10 – запобіжний клапан; 11 – переливний клапан; 12 – регулятор витрати рідини; 13 – манометр; 14 – гідроциліндр; 15 –

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

шестеренний насос; 16 – фільтр; 18 – заправний рукав з фільтром і зворотним клапаном; 19 – заправний рукав з фільтром; 20 – кран

Встановлюють ПОМ-630 на тракторах класу 1,4 і 3,0 в одному агрегаті разом з плугами, культиваторами або сівалками.

Для налаштування підживлювача на необхідну норму витрати робочої рідини визначають відповідну ширину робочого захвату і швидкість руху агрегату. З цією метою розраховують хвилинну витрату робочої рідини за такою наступною формулою:

$$q = \frac{Q \cdot B \cdot V}{600}, \quad (1.3)$$

де q – витрата рідини, л/хв; Q – норма внесення рідини, л/га; B – ширина робочого захвату, м; v – швидкість руху агрегату, км/год.

Агрегат АБА-0,5М (рис. 1.7) є спеціалізованим технічним засобом, призначеним для дозованого внутрішньогрунтового заробляння безводного аміаку. Конструкція машини дозволяє поєднувати процес хімічної меліорації (або підживлення) з основними агротехнічними заходами – суцільною передпосівною культивацією або міжрядним обробітком просапних культур. Діапазон регламентованої норми внесення діючої речовини становить від 50 до 200 кг/га.

Технологічна архітектура агрегату інтегрована на базове шасі 15 і складається з таких функціональних систем та елементів:

1. Резервуар та гідродинамічна комунікація: Технологічна місткість (резервуар) 5, яка сполучена з іншими вузлами за допомогою всмоктувальної 2 та напірної 7 магістральних комунікацій.

2. Дозувально-розподільний комплекс: Дозування зрідженого газу забезпечується поршнеvim насосом-дозатором 1. Подальший розподіл потоку робочої рідини до робочих органів здійснюється через систему розподільників 9 та комплект підживлювальних трубок 10.

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

3. Механічний привід та начіпна система: Передача крутного моменту на робочі елементи насоса реалізована за допомогою механізму передач 13. Для агрегування з трактором та іншими знаряддями конструкцією передбачена начіпка 6.

4. Грунтообробна частина: Культиватор 8, укомплектований набором розпушувальних робочих органів (лап) 11, що фіксується безпосередньо на несучому шасі 15 машини.

Рисунок 1.7 – Схема роботи агрегату АБА-0,5М:

1 – насос-дозатор; 2 – всмоктувальна комунікація; 3 – вентиль; 4 – горловина з контрольними приладами; 5 – резервуар; 6 – начіпка; 7 – напірна магістраль; 8 – культиватор; 9 – розподільник; 10 – підживлювальна трубка; 11 – розпушувальна лапа; 12 – колесо; 13 – механізм передач; 14 – куліса; 15 – шасі

Регулювання глибини загортання здійснюється шляхом переміщення робочих органів (лап 11) у тримачах. На легких за гранулометричним складом ґрунтах оптимальна глибина загортання аміаку становить 14...16 см, тоді як на важких — 10...12 см.

Місткість резервуара базового агрегату становить 927 л, що забезпечує місткість 525 кг аміаку. Технологічний комплекс АБА-0,5М агрегується з технічними засобами тягового класу 1,4.

Підживлювач рідкими добривами ПЖУ-5 (рис. 1.8) конструктивно виконаний у вигляді шасі з балансирним візком та механізмом задньої

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

начіпної системи. До складу його основних функціональних вузлів входять: модульна місткість 10, обладнана рівнеміром 12, відцентровий насос 1 із редуктором, всмоктувальна і напірна комунікації, пульт керування, розподільна штанга 9 із дефлекторними розпилювачами 8, підживлювальний пристрій та пінний маркер. Процес самозавантаження машини ПЖУ-5 реалізується за допомогою забірної рукава зі швидкознімними муфтами. При цьому видалення повітря здійснюється через клапан на фільтрі насоса, а після завершення заправки забірний рукав продувається стисненим повітрям від ресивера.

Рисунок 1.8 – Схема роботи ПЖУ-5:

1 – насос; 2, 3, 13, 14, 15, 16 – запірні клапани; 4 – гідроклапан; 5, 6 – трубопроводи; 7 – струменевий насос; 8 – розпилювачі; 9 – штанга; 10 – місткість; 11 – гідромішалка; 12 – рівнемір

Модифікації ПЖУ-2,5 та ПЖУ-9 мають ідентичну конструктивно-технологічну схему та аналогічний принцип роботи гідравлічної системи.

Машина МГУС-2,5 призначена для глибокого внутрішньогрунтового внесення рідких мінеральних добрив у садах та підживлення багаторічних насаджень дво- і трикомпонентними розчинами. Конструкція виконана у вигляді одновісного напівпричепа, що включає шасі, бак із гідравлічною мішалкою, насосний агрегат із редуктором, регулятор тиску, триточкову начіпну систему та карданну передачу. Функція самозаправлення забезпечується власним насосом через заправний рукав, підключений до всмоктувальної комунікації. Налаштування машини на задану норму вилливу

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

робочого розчину здійснюється шляхом підбору втулок торцевого ущільнення та регулювання тиску в напірній магістралі. Даний технічний засіб за своїми тягово-зчіпними характеристиками адаптований для роботи з тракторами класу 1,4.

Машина МВУ-2600 призначена для внутрішньогрунтового внесення рідких комплексних добрив у промислових насадженнях винограду з шириною міжрядь до 5 м. Експлуатація агрегату допускається на ділянках із поздовжніми та поперечними схилами крутістю до 8°, за винятком масивів із високим ступенем кам'янистості ґрунту. Конструктивно-технологічна схема машини складається з шасі, бака, обладнаного гідравлічною мішалкою, насосного агрегату, регулятора тиску, карданної передачі, заправного рукава та робочих органів для глибокого внесення рідких мінеральних добрив. Налаштування підживлювача на задану норму виливу робочого розчину здійснюється шляхом фіксації втулки торцевого ущільнення в певному положенні, регулювання тиску в напірній системі, а також встановлення дозувальних шайб відповідного діаметра. За своїми тягово-зчіпними характеристиками машина адаптована для роботи в складі машино-тракторного агрегату з тракторами класу 1,4.

1.3 Мета за завдання роботи

Метою даного дипломного проєкту є розробка пристрою для підживлення рослин, який забезпечуватиме подачу поживних речовин відповідно до заданих параметрів. Реалізація такого пристрою сприятиме підвищенню ефективності догляду за рослинами, зменшенню витрат на обслуговування та покращенню умов їх вирощування.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати існуючі методи та засоби підживлення рослин;
- дослідити сучасні технічні рішення в галузі автоматизації процесів рослинництва;

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- розробити структурну та принципову схеми пристрою;
- обґрунтувати вибір елементної бази;
- розробити алгоритм роботи пристрою;
- провести розрахунки основних параметрів системи;
- оцінити ефективність запропонованого технічного рішення.

Об'єктом дослідження є процес підживлення рослин у контрольованих умовах вирощування.

Предметом дослідження є пристрій внесення поживних речовин для забезпечення оптимальних умов росту та розвитку рослин.

Практичне значення роботи полягає у створенні пристрою, який може бути використаний у фермерських та інших господарствах в системах вирощування рослин для процесу підживлення та підвищення ефективності використання добрив.

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

2.1 Технологічна схема виготовлення крану-розподільника

Технологічний процес виготовлення крану-розподільника складається з комплексу заготівельних, механічних, складальних та контрольних операцій, які забезпечують отримання виробу необхідної якості та надійності [6, 7]. Схема технологічного процесу представлена на рис.2.1.

Першим етапом є заготівельне виробництво. Для виготовлення корпусу, кришки, золотника та штуцерів використовують сталевий прокат відповідних марок. Заготовки отримують шляхом різання круглої або листової сталі на стрічкочильних верстатах з урахуванням припусків на механічну обробку.

На другому етапі виконують механічну обробку корпусу. Заготовку встановлюють на токарний верстат, де здійснюють обточування зовнішніх поверхонь, підрізання торців та розточування внутрішньої порожнини. Після токарної обробки на фрезерному верстаті обробляють привалювальні поверхні. Далі виконують свердління отворів під штуцери та кріпильні елементи, а також нарізання різьб відповідно до вимог креслення.

Наступним етапом є виготовлення золотника. Заготовку обробляють на токарному верстаті, виконуючи зовнішнє точіння, проточування канавок та формування посадкових поверхонь. Для забезпечення необхідної точності та шорсткості робочі поверхні золотника піддають шліфуванню.

Паралельно виготовляють штуцери та інші допоміжні деталі. На токарних верстатах виконують обробку зовнішніх поверхонь, свердління внутрішніх каналів і нарізання зовнішніх різьб. Після механічної обробки всі деталі проходять слюсарну доводку із видаленням задирок та гострих кромок.

Після завершення механічної обробки деталі піддають промиванню та очищенню від стружки, мастил і абразивних частинок. Потім проводять міжопераційний контроль розмірів, перевіряючи відповідність деталей вимогам конструкторської документації [8, 9].

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рисунок 2.1 – Технологічна схема виготовлення крану-розподільника

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Складальний процес починається з установаження золотника в корпус крану-розподільника. Далі монтують ущільнювальні елементи, кришку, штуцери та інші складові вузла. Після складання виконують регулювання механізму керування, забезпечуючи необхідну плавність перемикання каналів.

Заключним етапом є випробування готового виробу. Кран-розподільник встановлюють на гідравлічний стенд і перевіряють на герметичність та працездатність під робочим тиском 18 МПа. У разі позитивних результатів проводять остаточний контроль, маркування, консервацію та пакування виробу [10].

2.2 Маршрутна карта виготовлення виробу «Кран-розподільник»

За кресленням (рис 3.2) виробу «Кран-розподільник» складаємо маршрутну карту технологічного процесу виготовлення (табл. 2.1). Оскільки креслення є складальним, маршрутна карта включатиме виготовлення основних деталей, їх механічну обробку, складання та контроль [11-18].

Основними матеріалами виготовлення є: корпус і кришка – сталь 45; золотник — сталь 40Х; штуцери – сталь 20; ущільнення – гума маслостійка; кріпильні елементи – стандартні вироби.

Таблиця 2.1 – Маршрутна карта виготовлення виробу «Кран-розподільник»

№ операції	Найменування та зміст операції	Обладнання	Оснастка	Трудомісткість, нормо-год
005	Заготівельна. Розкрій прокату на заготовки корпусу, кришки, золотника, штуцерів	Стрічкопильний верстат Pilous ARG 260	Стрічкова пилка, рулетка	0,35

№ операції	Найменування та зміст операції	Обладнання	Оснастка	Трудомісткість, нормо-год
010	Токарна. Обточування зовнішніх поверхонь корпусу, підрізання торців	Верстат 16К20	Токарний патрон, прохідний різець	1,20
015	Токарна. Розточування внутрішньої порожнини корпусу	Верстат 16К20	Розточувальний різець	0,90
020	Фрезерна. Обробка привалювальних площин корпусу	Вертикально-фрезерний 6P12	Машинні лещата, торцева фреза	0,75
025	Свердлильна. Свердління отворів під штуцери	Вертикально-свердлильний 2Н135	Кондуктор, свердла	0,80
030	Різьбонарізна. Нарізання різьбових отворів згідно креслення	2Н135	Комплект мітчиків	0,60
035	Токарна. Виготовлення золотника (обточування, підрізання торців,	Верстат 16К20	Прохідні та канавкові різці	1,50

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ

Аркуш

30

№ операції	Найменування та зміст операції	Обладнання	Оснастка	Трудомісткість, нормо-год
	проточування канавок)			
040	Шліфувальна. Шліфування робочих поверхонь золотника	Круглошліфувальний 3У10А	Шліфувальний круг	0,70
045	Токарна. Виготовлення штуцерів	Верстат 16К20	Прохідні різці, плашки	1,10
050	Свердлильна. Свердління та зенкування отворів кришки	Верстат 2Н135	Свердла, зенківки	0,55
055	Слюсарна. Зняття задирок, зачищення поверхонь	Слюсарний верстак	Напилки, шабери	0,40
060	Мийна. Очищення деталей перед складанням	Мийна установка	Мийний розчин	0,20
065	Контрольна. Перевірка основних розмірів деталей	Контрольний пост	Штангенциркуль, мікрометр, калібри	0,35
070	Складальна. Монтаж золотника в корпус	Складальний стенд	Монтажний інструмент	0,80

№ операції	Найменування та зміст операції	Обладнання	Оснастка	Трудомісткість, нормо-год
075	Складальна. Встановлення ущільнень, штуцерів, кришки	Складальний стенд	Комплект ключів	0,60
080	Регулювальна. Налаштування механізму керування	Складальний стенд	Спеціальний ключ	0,45
085	Випробувальна. Перевірка герметичності при тиску 18 МПа	Гідравлічний стенд	Манометр, насос	0,60
090	Контрольна. Остаточний контроль виробу	ВТК	Контрольно - вимірювальний інструмент	0,25
095	Консервація та пакування	Робоче місце пакувальника	Консерваційне мастило, тара	0,20

Отже, загальна трудомісткість виготовлення виробу складає 11,30 год.

При виготовленні виробу необхідно контролювати: геометричні розміри корпусу та золотника; співвісність отворів; якість різьбових з'єднань; герметичність при робочому тиску 18 МПа; плавність переміщення золотника.

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

2.3. Технологічний процес виготовлення корпусу крану-розподільника

Корпус крану-розподільника є базовою деталлю виробу, яка забезпечує розміщення та взаємне розташування всіх елементів конструкції, герметичність внутрішніх каналів і сприйняття навантажень від робочого тиску гідросистеми. Від точності виготовлення корпусу значною мірою залежить надійність та довговічність роботи крану-розподільника.

Корпус являє собою деталь типу «тіло обертання» з центральною розточкою під золотник, системою радіально розташованих отворів для встановлення штуцерів, отворами для кріплення кришки та посадковими поверхнями під ущільнювальні елементи.

Основними технологічними базами під час обробки є:

- зовнішня циліндрична поверхня корпусу;
- торцева поверхня корпусу;
- центральний отвір під золотник.

До найбільш відповідальних поверхонь належать:

- отвір під золотник;
- посадкові поверхні ущільнень;
- привалювальна площа кришки;
- різьбові отвори для під'єднання гідроліній.

Для виготовлення корпусу доцільно використовувати сталеву поковку або круглий гарячекатаний прокат зі сталі 45. Такий матеріал забезпечує достатню міцність, технологічність обробки різанням та стійкість до дії робочого тиску до 18 МПа.

Заготовку отримують різанням круглого прокату на стрічкопильному верстаті з припуском 3–5 мм на кожну сторону для подальшої механічної обробки.

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 – Маршрутна карта виготовлення корпусу крану-розподільника

№ операції	Найменування та зміст операції	Обладнання	Оснастка
005	Заготівельна. Відрізати заготовку із круглого прокату відповідного діаметра на стрічкопильному верстаті.	стрічкопильний верстат	стрічкова пилка
010	Токарна чорнова. Виконати: обточування зовнішньої поверхні; підрізання торців; центрування заготовки.	токарно-гвинторізний верстат 16К20	прохідні та підрізні різці з твёрдосплавними пластинами
015	Токарна чистова. Виконати: чистове точіння зовнішнього діаметра; остаточне підрізання торців; формування посадкових поверхонь.	токарно-гвинторізний верстат 16К20	прохідні та підрізні різці з твёрдосплавними пластинами
020	Розточувальна. Виконати: свердління центрального отвору; розточування посадочного отвору під золотник; обробку внутрішніх уступів.	токарний верстат 16К20	спіральні свердла, розточувальні різці

№ операції	Найменування та зміст операції	Обладнання	Оснастка
025	Фрезерна. Обробити привалювальну поверхню під кришку та інші плоскі поверхні корпусу.	вертикально-фрезерний верстат 6P12	торцева фреза
030	Свердлильна. Виконати свердління кріпильних отворів та отворів під штуцери відповідно до креслення.	вертикально-свердлильний верстат 2Н135	спіральні свердла, центрувальні свердла, зенкери
035	Різьбонарізна. Нарізати внутрішні різьби в отворах для встановлення штуцерів і кріпильних елементів.	свердлильний верстат 2Н135	комплект мітчиків
040	Слюсарна. Виконати: видалення задирок; притуплення гострих кромок; очищення різьбових поверхонь.	слюсарний верстак	напилки, шабери, шліфувальна шкурка.
045	Контрольна. Перевірити: зовнішні розміри корпусу; співвісність отворів; діаметр посадкового отвору; якість різьб; шорсткість відповідальних поверхонь.		Контроль виконують за допомогою штангенциркуля, мікрометра, нутроміра та різьбових калібрів.

№ операції	Найменування та зміст операції	Обладнання	Оснастка
050	Мийна. Корпус промивають у спеціальній мийній установці для видалення залишків стружки, мастила та абразивних частинок.		

Після завершення механічної обробки корпус повинен відповідати таким вимогам:

- відхилення геометричних розмірів не повинні перевищувати допусків, установлених кресленням;
- неспіввісність отвору під золотник та зовнішньої поверхні корпусу не повинна перевищувати 0,05 мм;
- шорсткість посадкових поверхонь повинна бути не гірше Ra 1,6;
- різьбові отвори повинні забезпечувати надійне та герметичне з'єднання штуцерів;
- поверхні корпусу не повинні мати тріщин, задирок та інших дефектів.

Виготовлений корпус після проходження контролю передається на складальну ділянку для монтажу золотника, штуцерів та інших елементів крану-розподільника.

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

3.1 Необхідність конструкторської розробки

Добрива є одними з найефективніших і найшвидших заходів для підвищення врожайності пшениці та поліпшення якості зерна. Значний позитивний вплив добрив на врожайність пшениці пояснюється тим, що поживні речовини в ґрунті знаходяться у важкорозчинній формі, а фізіологічна активність кореневої системи недостатньо висока. Тому внесення добрив під пшеницю на всіх типах ґрунтів призводить до значного підвищення врожайності. Короткостеблові сорти пшениці особливо добре реагують на внесення добрив; у цьому випадку приріст врожайності завдяки добривам може становити від 1,0 до 1,6 т/га і більше.

Мінеральні добрива найкраще вносити відповідно до запланованої врожайності. При цьому особливу увагу слід приділяти забезпеченню пшениці азотом, щоб рослини протягом усього вегетаційного періоду отримували достатню кількість цього елемента.

Одним із способів подальшого підвищення врожайності озимої пшениці є оптимальне внесення добрив та підживлення коренів у встановлені агротехнічні терміни.

Головним чинником, що визначає вміст білка та глютену в зерні, є забезпечення рослин азотом. Дефіцит азоту в останні роки призвів до того, що навіть у чорної пшениці вміст глютену в зерні часто становить лише 20–22 %.

Дефіцит азоту в ґрунті посилюється через високе споживання азоту бур'янами та активність нітрифікуючих бактерій. Вони мінералізують органічну речовину бур'янів, поживних залишків та побічних продуктів рослинництва, які після скорочення поголів'я худоби все частіше залишаються на полі.

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Осіньне внесення азотних добрив (крім зазначених вище цілей) служить для збільшення довжини колосової стеблини та кількості колоскових горбків. Внесення здійснюється за допомогою розкидача добрив ПОМ-630.

У цьому дипломному проекті пропонується провести осіннє внесення аміачної води за допомогою переобладнаного дискового луцильника ЛДГ-10.

Цей переобладнаний луцильник має низку переваг:

1. Рідке азотне добриво потрапляє безпосередньо в зону коренів, завдяки чому краще й швидше досягає рослини.

2. Завдяки великій робочій ширині агрегат є високопродуктивним і забезпечує швидке внесення добрив.

3. На відміну від обприскувачів для внесення добрив, кількість азотних добрив можна легко регулювати.

4. Після внесення добрив агрегат можна швидко переобладнати для використання за прямим призначенням.

5. Використання переобладнаного культиватора для внесення добрив подовжує термін експлуатації обприскувача.

3.2 Будова та робота пристрою

На базі луцильника ЛДГ-10 встановлюємо обладнання для осіннього підживлення (аркуш графічної частини –1).

Обладнання складається із: кріплення для резервуару – 12, резервуар – 1, трубопроводів – 13, вентиля – 2, крана-розподільника – 4, механізму регулювання норми внесення – 9, з'єднувальних патрубків – 11, робочих секцій – 5, хомутів для кріплення трубопроводів – 14.

Робоча секція в свою чергу складається із зварювальної рами – 10, поводків – 15, сошників (з сівалки СЗ-3,6) – 7. Робоча секція по кріпленню ідентична робочим секціям луцильника, що полегшує заміну одних робочих органів іншими.

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

По мірі спрацювання сошників, вони легко замінюються на нові, без будь-якої доробки.

Принцип роботи даного пристрою такий. В ємність заливається аміачна вода. Перед початком роботи тракторист-машиніст встановлює на механізмі регулювання норму внесення аміачної води. Встановивши норму внесення відкриваємо вентиль, аміачна вода потрапляє в кран-розподільник.

Перед початком руху необхідно перевірити норму внесення дослідним шляхом. Підставимо під шланги, які підходять до сошників, місткість і відкриємо розподільний кран, засікаючи час. Знаючи кількість рідини, яка витекла зі шлангів і час, підрахуємо норму внесення.

Перед початком руху агрегату, пристій опускають в робоче положення. При цьому важіль розподільника становлять в положення "Опускання". Так як гідро циліндри піднімання луцильника і закриття крана-розподільника діють від одного шлангу високого тиску, то спочатку спрацює гідро циліндр на опускання секцій пристрою і аміачна вода буде поступати в сошники після виходу їх в землю. Це сприяє тому, що менше аміачної води потрапляє на поверхню ґрунту.

При закінченні роботи агрегату все відбувається навпаки, спочатку перекивається подача добрив, потім піднімаються робочі секції. Трубопровід використовується ще й як довантажувач робочих секцій.

Розподільчий кран (аркуш графічної частини – 2) призначений для подачі рівної кількості аміачної води в усі сошники луцильника, а також для одночасного припинення подачі.

Шланг призначений для підведення добрив від крана-розподільника до сошників. Вони виконанні однакової довжини.

Механізм регулювання норми внесення кріпиться як і розподільний кран на трубопроводі.

При переході агрегату в транспортне положення необхідно зафіксувати в верхньому положенні спеціальний пристрій, який знаходиться в механізмі піднімання сошників.

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для зручного переведення в транспортне положення, резервуар з трубопроводами з'єднаний гумовими патрубками.

3.3 Розрахунки пристрою

Виконаємо розрахунок на міцність важеля керування краном розподільника. Кран приводиться в дію гідроциліндром ЦС-25.

Визначаємо зусилля, яке розвиває гідроциліндр при приводі маслом гідронасоса НШ-8.

При прямому ході штока гідроциліндра, внаслідок тиску масла в магістралі, зусилля визначається за формулою:

$$F = P \cdot S, \quad (3.1)$$

де P – тиск масла в магістралі, ($P = 80 \text{ МПа}$);

S – площа поршня гідроциліндра, мм^2 .

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4}, \quad (3.2)$$

де D – діаметр гідроциліндра, мм .

$$S = \frac{3,14 \cdot 25^2}{4} = 490,6 \text{ мм}^2.$$

$$F = 80 \cdot 490,6 = 39250 \text{ Н}.$$

Для забезпечення необхідної міцності важеля при крайніх фіксованих положеннях важеля, де він буде витримувати навантаження, яке розвиває гідроциліндр.

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При роботі важеля виникає напруження згину, які мають максимальне значення в місці кріплення важеля на осі диска (рис. 3.1).

Рисунок 3.1 – Схема навантаження важеля керування краном-розподільником

Максимальне напруження згину визначаємо по формулі [19]:

$$\sigma_{з.мах} = \frac{M_{з}}{W} \leq [\sigma]_{з}, \quad (3.3)$$

де W – момент опору згину перерізу важеля, мм^2 ;

$M_{з}$ – згинальний момент, $\text{Н}\cdot\text{м}$;

$[\sigma]_{з}$ – допустимі напруження згину, для сталі 45 $[\sigma] = 0,8 \cdot \sigma_{\sigma}$;

σ_{σ} – межа витривалості матеріалу [20].

$$[\sigma]_{з} = 0,8 \cdot 598 = 478,4 \text{ МПа.}$$

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згинальний момент дорівнює:

$$M_x = F \cdot l, \quad (3.4)$$

$$M_x = 39250 \cdot 1 = 39250 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Для прямокутного перерізу момент опору знаходиться (рис 3.1).

$$W = \frac{a \cdot b^2}{6}, \quad (3.5)$$

де a – товщина важеля, мм;

b – ширина важеля, мм.

$$W = \frac{10 \cdot 18^2}{6} = 540 \text{ мм}^2.$$

Підставимо у вихідну формулу отримані значення і визначимо напруження згину

$$\sigma_{z, \max} = \frac{39250}{540} = 73 \text{ МПа} \leq 478,4 \text{ МПа}.$$

$$\sigma_{z, \max} < [\sigma]_{z2}.$$

Таким чином міцність важеля при його розмірах ($a = 10$ мм, $b = 18$ мм) забезпечується.

Розрахуємо міцність болта М6 кріплення важеля на осі відсікача (рис. 3.2)

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рисунок 3.2 – Схема болтового з'єднання

Тіло болта витримує допустимі напруження

$$\tau = \frac{F'}{S} \leq [\tau], \quad (3.6)$$

де F' – сила, що діє на болт, Н;

S – площа перерізу болта, мм²;

$[\tau]$ – допустимі дотичні напруження.

Рисунок 3.3 – Схема дії сил

Знаходимо згинаючий момент

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

$$T = F \cdot l = \frac{F' \cdot d}{2}, \quad (3.7)$$

де d – діаметр вала відсікача, мм.

$$F' = \frac{2 \cdot T}{d} = \frac{2 \cdot 39250 \cdot 100}{24} = 327 \text{ Н/мм}^2.$$

$$F' = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 4,918^2}{4} = 18,99 \text{ мм}^2.$$

$$\text{Маємо, } \tau = \frac{4 \cdot 327}{18,99} = 68,9 \text{ Н/мм}^2 \leq 119,6 \text{ Н/мм}^2.$$

Отже, $\tau \leq [\tau]$.

Таким чином по допустимим напруженням, міцність болта забезпечується.

Розрахунок зварного з'єднання.

Зварний шов буде витримувати дотичні напруження, які дорівнюють [19]

$$\tau = \frac{F}{0,7 \cdot k \cdot l} \leq [\tau], \quad (3.8)$$

де $0,7 \cdot k$ – висота катета шва, мм;

l – довжина шва, мм;

$[\tau]$ – дотичне напруження, $[\tau] = 45,7 \text{ МПа}$.

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\tau = \frac{39250}{0,7 \cdot 100 \cdot 20} = 28 \text{ МПа} \leq [45,7].$$

Таким чином діючі дотичні напруження менші допустимих, що гарантує необхідну міцність.

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Економічна ефективність конструкторської розробки

Знаходимо затрати праці на виготовлення пристрою. Для виготовлення пристрою необхідно: один слюсар, один зварювальник і один токарь, які працюють чотири зміни. Тоді затрати праці складатимуть:

$$Z_T = 3 \cdot 4 \cdot 7 = 84 \text{ год.}$$

Знайдемо вартість виготовлення пристрою [21]

$$C_{\text{вк}} = C_M + C_P + C_D, \quad (4.1)$$

де C_M – вартість використаних матеріалів, грн.;

C_P – вартість робіт по виготовленню, грн.;

C_D – вартість вузлів і виробів, що купуються, грн.

Основою для виготовлення пристрою будуть являтися списані лушильник, сошники (40 штук), труби, резервуар.

Тому вартість матеріалу дорівнює:

$$C_M = G_M \cdot C_M, \quad (4.2)$$

де G_M – маса металу лушильника, сошників, труб, резервуару, кг;

C_M – ціна металобрухту; $C_M = 4,5$ грн/кг.

$$C_M = 3000 \cdot 4,5 = 13500 \text{ грн.}$$

Крім того, необхідно придбати шланги довжиною 2,6 м, кількістю 40 штук.

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Їх вартість становитиме

$$C_D = 40 \cdot 117 = 4680 \text{ грн.}$$

Знайдемо вартість робіт по виготовленню

$$C_P = \sum Z_G \cdot Z_T, \quad (4.3)$$

де Z_T – тарифні годинні ставки робітників, грн.;

Z_G – затрати праці, год.

$$C_P = (156 + 164 + 175) \cdot 84 = 41580 \text{ грн.}$$

Тоді, $C_{\text{вк}} = 13500 + 4680 + 41580 = 59760$ грн.

Річний економічний ефект від використання пристрою отримуємо за рахунок збільшення продуктивності агрегату.

Він розраховується по формулі [22]:

$$E_P = \left[Z_0 \cdot \frac{W_1}{W_0} - Z_1 \right] \cdot A, \quad (4.4)$$

де E_P – річний економічний ефект, грн;

Z_0, Z_1 – річні приведені витрати відповідно базового і запропонованого варіантів, грн.;

$\frac{W_1}{W_0}$ – коефіцієнт врахування росту продуктивності нового агрегату в

порівнянні з базовим;

A – річний об'єм завантаження, шт.

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вихідні дані потрібні для розрахунків приведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Техніко-економічні дані

Найменування показників	Базовий варіант	Запропонований варіант
1	2	3
Балансова вартість: трактора ХТЗ-181, C_T , грн.	2273500	2273500
ПОМ-630, C_c , грн.	9089	–
пристрій, C_l , грн.	–	59760
Річне нормативне завантаження: трактора ХТЗ-181, T_T , год.	1300	1300
ПОМ-630, T_c , год.	120	–
пристрою, T_l , год.	–	130
Обслуговуючий персонал: механізатори, чол.	1	1
допоміжні робітники, чол.	–	–
Продуктивність: годинна, W_c , га/год.	5	8,5
річна W_p , га	600	1105
Витрата палива, кг/га	2,6	2,7
Вартість ПММ, грн./га	208	216
Норма амортизаційних відрахувань: на трактор, A_m , %	16,5	16,5
на ПОМ-630, A_c , %	20	–
на пристрій, A_l , %	–	–
Норма відрахувань на ПР і ТО: на трактор, P_m , %	22	22
на ПОМ-630, P_c , %	11	–
на пристрій, P_l , %	–	16

Річні приведені витрати знаходимо по формулі:

$$Z = (C + E_n \cdot K_{np}) \cdot W_p, \quad (4.5)$$

де C – змінна частина поточних витрат, грн/га;

E_n – нормативний коефіцієнт капіталовкладень;

K_{np} – питомі капіталовкладення, грн/га;

W_p – річна продуктивність агрегату, га.

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C = Z_{II} + C_{II} + A + T_P, \quad (4.6)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн/га;

T_P – витрати на поточний ремонт, грн/га.

$$A = \frac{1}{100 \cdot W_2} \cdot \left(\frac{C_T \cdot A_T}{T_T} + \frac{C_C \cdot A_C}{T_C} + \frac{C_{II} \cdot A_{II}}{T_{II}} \right), \quad (4.7)$$

$$T_P = \frac{1}{100 \cdot W_2} \cdot \left(\frac{C_T \cdot P_T}{T_T} + \frac{C_C \cdot P_C}{T_C} + \frac{C_{II} \cdot P_{II}}{T_{II}} \right). \quad (4.8)$$

Розрахунок питомих капіталовкладень

$$K_{np} = \frac{1}{W_2} \cdot \left(\frac{C_T}{T_T} + \frac{C_C}{T_C} + \frac{C_{II}}{T_{II}} \right). \quad (4.9)$$

Введемо індекси: 0 – базовий варіант,

1 – запропонований варіант

$$A_0 = \frac{1}{100 \cdot 5} \cdot \left(\frac{22273500 \cdot 16,5}{1300} + \frac{55000 \cdot 20}{120} \right) = 76,04 \text{ грн/га.}$$

$$A_1 = \frac{1}{100 \cdot 8,5} \cdot \left(\frac{22273500 \cdot 16,5}{1300} + \frac{59760 \cdot 20}{130} \right) = 34,50 \text{ грн/га.}$$

$$T_P^0 = \frac{1}{100 \cdot 5} \cdot \left(\frac{22273500 \cdot 22}{1300} + \frac{55000 \cdot 11}{120} \right) = 87,03 \text{ грн/га.}$$

$$T_P^1 = \frac{1}{100 \cdot 8,5} \cdot \left(\frac{22273500 \cdot 22}{1300} + \frac{59760 \cdot 16}{130} \right) = 51,21 \text{ грн/га.}$$

$$C_0 = 176 + 208 + 76,04 + 87,03 = 547,07 \text{ грн/га;}$$

$$C_1 = 176 + 216 + 34,50 + 51,21 = 477,71 \text{ грн/га.}$$

$$K_{np0} = \frac{1}{5} \cdot \left(\frac{22273500}{1300} + \frac{55000}{120} \right) = 441,44 \text{ грн/га. ;}$$

					КРБ.133ГМБд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{\text{пр1}} = \frac{1}{8,5} \cdot \left(\frac{22273500}{1300} + \frac{59760}{130} \right) = 259,8 \text{ грн/га.}$$

Річні приведені витрати становитимуть

$$Z_0 = (547,07 + 0,15 \cdot 441,44) \cdot 600 = 367971,2 \text{ грн.};$$

$$Z_1 = (477,71 + 0,15 \cdot 259,8) \cdot 1105 = 570936,1 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект від збільшення продуктивності агрегату

$$E_p = \left[367971,2 \cdot \frac{8,5}{5} - 570936,1 \right] = 54615 \text{ грн.}$$

Знаходимо термін окупності

$$T = \frac{\Delta K}{E_p}, \quad (4.10)$$

де ΔK – допоміжні капіталовкладення, грн.

$$T = \frac{59760}{54615} = 1,09 \text{ років}$$

4.2 Охорона праці

Охорона праці є важливою складовою виробничої діяльності, спрямованою на збереження життя, здоров'я та працездатності працівників у процесі виконання трудових обов'язків. Під час виготовлення, ремонту та експлуатації пристрою для підживлення рослин необхідно забезпечити безпечні умови праці відповідно до вимог Закону України «Про охорону праці», Кодексу законів про працю України та чинних нормативно-правових актів [23, 24].

Пристрій для підживлення рослин використовується в складі машинно-тракторного агрегату для внесення мінеральних добрив у ґрунт. Основними небезпечними факторами під час його експлуатації є рухомі частини машин, підвищений рівень шуму і вібрації, запиленість повітря, можливість контакту

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

з агресивними хімічними речовинами та ризик травмування під час технічного обслуговування.

Під час роботи з пристроєм на працівника можуть впливати такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- рухомі та обертові частини машин і механізмів;
- можливість захоплення одягу робочими органами;
- підвищена запиленість повітря мінеральними добривами;
- підвищений рівень шуму від роботи трактора та висівних механізмів;
- вібрації, що передаються через органи керування;
- несприятливі метеорологічні умови під час польових робіт;
- контакт шкіри та органів дихання з мінеральними добривами;
- небезпека виникнення пожежі через несправність електрообладнання або паливної системи трактора.

Для зниження впливу зазначених факторів необхідно застосовувати комплекс організаційних та технічних заходів безпеки.

До роботи з пристроєм допускаються особи, які пройшли медичний огляд, вступний та первинний інструктажі з охорони праці, навчання безпечним методам роботи та перевірку знань з питань охорони праці.

Перед початком роботи необхідно: перевірити технічний стан агрегату; переконатися в надійності кріплення вузлів і механізмів; перевірити справність гідросистеми та електрообладнання; оглянути захисні кожухи і огороження; перевірити роботу висівних апаратів та приводу.

Під час роботи забороняється [25]:

- проводити очищення або ремонт механізмів при працюючому двигуні;
- перебувати в зоні руху агрегату;
- виконувати регулювання робочих органів під час руху машини;
- працювати без засобів індивідуального захисту.

Під час обслуговування та ремонту двигун трактора повинен бути зупинений, а агрегат надійно зафіксований від самовільного переміщення.

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Працівники, які обслуговують пристрій для підживлення рослин, повинні бути забезпечені: спеціальним одягом; захисним взуттям; рукавицями; захисними окулярами; респіраторами для захисту органів дихання від пилу добрив.

Використання засобів індивідуального захисту дозволяє зменшити негативний вплив шкідливих виробничих факторів на організм працівника.

Під час роботи з мінеральними добривами необхідно дотримуватися правил особистої гігієни. Забороняється приймати їжу, палити та зберігати харчові продукти в місцях роботи з добривами.

Після завершення робіт працівники повинні ретельно вимити руки та обличчя теплою водою з милом. При потраплянні добрив на шкіру або в очі необхідно негайно промити уражені ділянки великою кількістю води та звернутися за медичною допомогою.

Під час експлуатації машинно-тракторного агрегату необхідно дотримуватися вимог пожежної безпеки. Основними причинами виникнення пожеж можуть бути:

- несправності електропроводки;
- витікання пального або мастильних матеріалів;
- порушення правил користування відкритим вогнем;
- перегрівання вузлів машин.

Для запобігання пожежам необхідно:

- регулярно перевіряти технічний стан електрообладнання;
- не допускати витікання паливно-мастильних матеріалів;
- утримувати машину в чистоті;
- забезпечити агрегат вогнегасником порошкового типу;
- проводити своєчасне технічне обслуговування.

У разі виникнення пожежі необхідно зупинити двигун, повідомити відповідні служби та приступити до гасіння первинними засобами пожежогасіння.

У розділі проведено аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, що можуть виникати під час виготовлення та експлуатації пристрою для підживлення рослин. Розроблено комплекс заходів щодо забезпечення безпечних умов праці, виробничої санітарії та пожежної безпеки.

4.3 Охорона навколишнього середовища

Охорона навколишнього середовища є одним із пріоритетних напрямів розвитку сучасного сільськогосподарського виробництва. Інтенсивне використання мінеральних добрив, засобів захисту рослин та енергетичних ресурсів може негативно впливати на стан ґрунтів, водних об'єктів, атмосферного повітря та біологічного різноманіття [26].

Основним завданням екологічно безпечного землеробства є забезпечення високої продуктивності сільськогосподарських культур при одночасному збереженні родючості ґрунтів та мінімізації негативного впливу виробничої діяльності на навколишнє природне середовище.

Розроблений пристрій для підживлення рослин призначений для локального внесення мінеральних добрив у прикореневу зону рослин. Такий спосіб внесення дозволяє підвищити коефіцієнт використання поживних речовин та зменшити втрати добрив у навколишнє середовище.

Під час вирощування сільськогосподарських культур значна частина добрив може втрачатися внаслідок вимивання, випаровування або поверхневого стоку. Це призводить до забруднення природних екосистем та зниження ефективності використання добрив.

Основними екологічними наслідками нераціонального внесення добрив є: накопичення нітратів у ґрунті та рослинній продукції; забруднення поверхневих і підземних вод сполуками азоту; порушення біологічної рівноваги ґрунтових екосистем; погіршення структури ґрунту; викиди аміаку в атмосферу; розвиток процесів евтрофікації водойм.

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При поверхневому розкиданні добрив частина поживних речовин не засвоюється рослинами та потрапляє до навколишнього середовища. Тому одним із перспективних напрямів підвищення екологічної безпеки є локальне внесення добрив безпосередньо в кореневу зону рослин.

Запропонований пристрій для підживлення рослин забезпечує локальне внесення добрив у ґрунт на задану глибину. Завдяки цьому досягаються такі екологічні переваги:

- зменшення втрат поживних речовин від випаровування та змивання;
- підвищення коефіцієнта використання добрив рослинами;
- зниження забруднення поверхневих вод нітратами;
- скорочення витрат мінеральних добрив;
- зменшення кількості проходів техніки по полю;
- зниження ущільнення ґрунту;
- зменшення витрат палива та викидів шкідливих речовин.

Локальне внесення добрив дозволяє підвищити ефективність їх використання на 15–25 %, що сприяє зменшенню загальної норми внесення без зниження врожайності сільськогосподарських культур.

Ґрунт є основним засобом виробництва у сільському господарстві, тому його охорона має першочергове значення.

Для запобігання деградації ґрунтів необхідно: дотримуватися науково обґрунтованих норм внесення добрив; застосовувати локальне внесення поживних речовин; контролювати кислотність ґрунту; впроваджувати сівозміни; використовувати ґрунтозахисні технології обробітку; не допускати переущільнення ґрунту важкою технікою; проводити агрохімічний моніторинг земель [27].

Використання розробленого пристрою дозволяє зменшити механічний вплив на ґрунт за рахунок скорочення кількості технологічних операцій.

Забруднення водних ресурсів нітратами та фосфатами є однією з найважливіших екологічних проблем сучасного землеробства.

Для захисту водних об'єктів необхідно: не вносити добрива поблизу відкритих водойм; створювати захисні прибережні смуги; уникати внесення добрив перед сильними опадами; дотримуватися рекомендованих норм внесення; використовувати справні дозувальні пристрої; здійснювати постійний контроль за герметичністю бункерів і тукопроводів.

Локальне внесення добрив значно зменшує ризик вимивання поживних речовин у поверхневі та підземні води.

Під час виконання польових робіт основними джерелами забруднення атмосферного повітря є вихлопні гази тракторних двигунів та пил, що утворюється при роботі з мінеральними добривами.

Для зменшення негативного впливу необхідно: підтримувати двигуни у технічно справному стані; використовувати якісне паливо; своєчасно проводити технічне обслуговування паливної апаратури; мінімізувати кількість проходів агрегатів по полю; застосовувати сучасні технології локального внесення добрив.

Використання розробленого пристрою дозволяє поєднувати декілька технологічних операцій в одному проході агрегату, що сприяє скороченню споживання палива та зменшенню викидів шкідливих речовин.

Під час виготовлення, ремонту та експлуатації пристрою утворюються металеві відходи, відпрацьовані мастильні матеріали, пакувальні матеріали та зношені деталі.

Для мінімізації негативного впливу на довкілля необхідно: здійснювати сортування відходів; передавати металобрухт на перероблення; збирати відпрацьовані мастила в спеціальні герметичні ємності; не допускати потрапляння нафтопродуктів у ґрунт та водойми; використовувати повторно придатні комплектуючі та матеріали.

Усі відходи повинні утилізуватися відповідно до чинних екологічних норм та вимог.

Використання пристрою для підживлення рослин забезпечує не лише агротехнічний, але й екологічний ефект. Завдяки локальному внесенню добрив

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підвищується ефективність використання поживних речовин, зменшується їх потрапляння у навколишнє середовище та скорочуються витрати матеріальних ресурсів.

Основними екологічними результатами впровадження пристрою є:

- зменшення втрат добрив;
- скорочення забруднення водних ресурсів;
- зниження антропогенного навантаження на ґрунти;
- зменшення витрат палива;
- скорочення викидів шкідливих речовин у атмосферу;
- підвищення екологічної безпеки технології вирощування сільськогосподарських культур.

У розділі розглянуто основні екологічні аспекти використання пристрою для підживлення рослин. Встановлено, що застосування локального внесення добрив сприяє підвищенню ефективності використання поживних речовин та зменшенню негативного впливу на навколишнє природне середовище. Реалізація запропонованих природоохоронних заходів забезпечує збереження родючості ґрунтів, захист водних ресурсів і атмосферного повітря, а також підвищує екологічну безпеку сільськогосподарського виробництва.

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

ВИСНОВКИ

Згідно до отриманого завдання на кваліфікаційну роботу та за результатами її виконання зроблені наступні висновки.

1. Проаналізовані існуючі конструкції машин для внесення добрив. Встановлено, що застосування локального внесення добрив сприяє підвищенню ефективності використання поживних речовин та зменшенню негативного впливу на навколишнє природне середовище.

2. Пропонується провести осіннє внесення аміачної води за допомогою переобладнаного дискового лушильника ЛДГ-10. Як конструкторська розробка, запропонований розподільчий кран, який призначений для подачі рівної кількості аміачної води в усі сошники лушильника, а також для одночасного припинення подачі.

3. Технологічна схема виготовлення крану-розподільника має такий вигляд: отримання заготовок → різання металу → токарна обробка корпусу → фрезерна обробка → свердління та нарізання різьб → виготовлення золотника → шліфування золотника → виготовлення штуцерів → слюсарна доводка → промивання деталей → контроль розмірів → складання вузла → регулювання → гідравлічні випробування → остаточний контроль → консервація → пакування. Загальна трудомісткість виготовлення крану-розподільника складає 11,3 год.

4. Виконаний розрахунок економічної ефективності конструкторської розробки. Річний економічний ефект складає 54615 грн., термін окупності – 1 рік.

5. У графічній частині роботи наведено складальні кресленики агрегату для внесення добрив, крану-розподільника, кресленики окремих деталей крану-розподільника.

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Войтюк Д. Г., Гаврилук Г. Р. Сільськогосподарські машини. Київ: «Каравела», 2-е видання, 2021. 552 с.
2. Сало В., Лещенко С., Лузан П., Сало Л. Машини для сівби, садіння та догляду за посівами: навчальний посібник. Кропивницький: Видавець Лисенко В.Ф. 2022. 220 с.
3. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва : навч. посіб. у 2 томах: Т. 1. Сільськогосподарські машини та машиновикористання в рослинництві / А.С. Кобець, Г.В. Теслюк, А.М. Пугач, О.В. Золотовська, Є.І. Лепеть, В.Б. Бойко. Дніпро: ДДАЕУ, 2025. 259 с.
4. Цизь І.Є. Конструювання і розрахунок сільськогосподарських машин: Навчальний посібник. Луцьк: Ред.-вид. відділ Луцького НТУ, 2016. – 172 с.
5. Хайліс Г.А., Коновалюк Д.М. Основи проектування і дослідження сільськогосподарських машин: Навчальний посібник. Київ : Вища школа, 1993. 320с.
6. Яковенко І. Е., Пермяков О. А., Фесенко А. В. Технологічні основи машинобудування: навчальний посібник для студентів спеціальностей 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування. Харків : НТУ «ХП», 2022. 421с.
7. Яковенко І. Е., Пермяков О. А. Технологічні основи машинобудування. Лабораторний практикум для студентів спеціальностей 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування. Харків : НТУ «ХП», 2024. 211с.
8. Добрянський С.С., Малафєєв Ю.М. Технологічні основи машинобудування: підручник для студентів спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування». Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 379 с.

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

9. Веселовська Н. Р., Руткевич В. С., Шаргородський С. А. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування: Навчальний посібник. Вінниця : ВНАУ, 2019. 283 с.

10. Захаркін О.У. Технологічні основи машинобудування. Суми : СумДУ, 2004. 98 с.

11. Горбатюк Є.О., Мазур М.П., Зенкін А.С., Каразей В.Д. Технологія машинобудування. Львів : Новий Світ – 2000, 2012. 358 с.

12 Черевко О.І., Михайлов В.М., Бабкіна І.В. Технологічні основи машинобудування. Харків : ХДУХТ, 2005. 82с.

13. Олійник С. Ю., Онищук С. Г., Тулупов В. І. Технологічні основи машинобудування : конспект лекцій для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» всіх форм навчання. Краматорськ : ДДМА, 2020. 155 с.

14. Фролов Є.А., Кравченко С.І., Попов С.В., Гнітько С.М. Технологічне забезпечення якості продукції машинобудування: монографія. Полтава : Технологічний Центр, 2019. 204 с.

15. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: Навчальний посібник. Київ : Вища школа, 1993. 414 с.

16. Олійник С. Ю. Механоскладальні дільниці та цехи в машинобудуванні : навчальний посібник. Краматорськ : ДДМА, 2021. 260 с.

17. Когут М. С. Механоскладальні цехи та дільниці у машинобудуванні: Підручник. Львів : Видавництво Державного університету «Львівська політехніка», 2000. 352 с.

18. Ткачов Ю. В., Джур Є. О., Ніколенко Є. Ю. Технологічні основи вибору обладнання машинобудівних цехів. Дніпропетровськ : РВВ ДНУ, 2006. 136 с.

19. Деревенько І.А., Сивак Р.І. Короткий курс опору матеріалів: Вінниця: ВНАУ, 2020. 308 с.

20. Скребцов А.А., Штанько П.К., Омельченко О.С. Опір матеріалів: Навчальний посібник для студентів інженерних спеціальностей: Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2022. 452 с.

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

21. Доберчак Н.І. Економіка виробництва : навч. посібник. Львів: Новий світ-2000, 2020. 230с.

22. Петленко Ю.В. Економіка підприємства : навч. посібник. Київ : Кондор, 2024. 295 с.

23. Безпека життєдіяльності та охорона праці: підручник / В.В. Сокурєнко, О.М. Бандурка, С.М. Бортник та ін. за заг. ред. В.В. Сокурєнка; Харків. нац. ун-т внутр. справ. Харків: ХНУВС, 2021. 30 с.

24. Кошель В.І., Сав'юк Г.П., Дзундза Б.С. Основи охорони праці: навч. посіб. Івано-Франківськ: НАІР, 2020, 182 с.

25. Мелєх Л.В. Безпека життєдіяльності та охорона праці: навч. посіб. Львів: Львівський державний університет внутрішніх справ, 2022. 219 с.

26. Волошина Н.О. Екологічна експертиза: навч. посібник. Київ : НПУ імені М.П. Драгоманова, 2017. 107 с.

27. Екологічна експертиза : навч. посіб. / М. І. Федючка та ін. 2-ге вид., доп. перероб. Херсон : Олді-плюс, 2019. 144 с.

					КРБ.133ГМбд_41.24.00.00.000 ПЗ	Аркуш
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

КРБ 0337МВБ.4124.04.02.005

1 Невказані зразочні відхилення розмірів вказів Н 14, отворів Н 14, інші — IT/2.
2 Гострі країшки притупити

КРБ 0337МВБ.4124.04.02.005

Зад. Дир.	В. Давид	Л. Давид	В. Давид
Проект.	М. Давид	Л. Давид	В. Давид
Листів	1	1	1
Титул	Відсічок	Лист 1	1
Матеріал	Сталь 45	ДСТУ 7809-2015	Лист 1

КРБ 0337МВБ.4124.04.01.000

1 Невказані зразочні відхилення розмірів вказів Н 14, отворів Н 14, інші — IT/2

КРБ 0337МВБ.4124.04.01.000

Зад. Дир.	В. Давид	Л. Давид	В. Давид
Проект.	М. Давид	Л. Давид	В. Давид
Листів	1	1	1
Титул	Валик	Лист 1	1
Матеріал	Сталь 45	ДСТУ 7809-2015	Лист 1

КРБ 0337МВБ.4124.04.00.000

1 Невказані зразочні відхилення розмірів вказів Н 14, отворів Н 14, інші — IT/2.
2 округлені нахили по ГОСТ 3212-80
3 - Розміри для довідки

КРБ 0337МВБ.4124.04.00.000

Зад. Дир.	В. Давид	Л. Давид	В. Давид
Проект.	М. Давид	Л. Давид	В. Давид
Листів	1	1	1
Титул	Втулка	Лист 1	1
Матеріал	Сталь 45	ДСТУ 7809-2015	Лист 1

КРБ 0337МВБ.4124.04.02.000

1 Невказані зразочні відхилення розмірів вказів Н 14, отворів Н 14, інші — IT/2.
2 - Розміри для довідки

КРБ 0337МВБ.4124.04.02.000

Зад. Дир.	В. Давид	Л. Давид	В. Давид
Проект.	М. Давид	Л. Давид	В. Давид
Листів	1	1	1
Титул	Корпус	Лист 1	1
Матеріал	Сталь 45	ДСТУ 7809-2015	Лист 1

КРБ 0337МВБ.4124.04.00.001

1 Невказані зразочні відхилення розмірів вказів Н 14, отворів Н 14, інші — IT/2.
2 - Розміри для довідки

КРБ 0337МВБ.4124.04.00.001

Зад. Дир.	В. Давид	Л. Давид	В. Давид
Проект.	М. Давид	Л. Давид	В. Давид
Листів	1	1	1
Титул	Кришка	Лист 1	1
Матеріал	Сталь 45	ДСТУ 7809-2015	Лист 1

КРБ 0337МВБ.4124.04.00.006

1 Невказані зразочні відхилення розмірів вказів Н 14, отворів Н 14, інші — IT/2

КРБ 0337МВБ.4124.04.00.006

Зад. Дир.	В. Давид	Л. Давид	В. Давид
Проект.	М. Давид	Л. Давид	В. Давид
Листів	1	1	1
Титул	Штифт	Лист 1	1
Матеріал	Сталь 45	ДСТУ 7809-2015	Лист 1