

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМ. ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: „Підвищення ефективності процесу подрібнення
післязбиральних решток у ФГ «Шанс» Сокальського району Львівської
області з удосконаленням конструкції подрібнювача ПР-4,5”

Виконав: студент ІV курсу групи Аін-41

Спеціальності 208 „Агроінженерія”
(шифр і назва)

Пазина Ярослав Михайлович
(Прізвище та ініціали)

Керівник: д.т.н., доц. Кузьмінський Р.Д.
(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМ. ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Зав. кафедри _____
(підпис)
к.т.н., доцент А.О. Шарибура
“ ____ ” _____ 2023 р.

З А В Д А Н Н Я
на дипломний проєкт студенту
Пазині Ярославу Михайловичу

1. Тема роботи: **„Підвищення ефективності процесу подрібнення післязбиральних решток у ФГ «Шанс» Сокальського району Львівської області з удосконаленням конструкції подрібнювача ПР-4,5”**

Керівник роботи: Кузьмінський Роман Данилович, д.т.н., доцент
Затверджена наказом по університету 27.11.2023 року № 641/К-С

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 7.06.2024 року.

3. Вихідні дані: _____

3.1. Звіти господарської діяльності ФГ «Шанс»;

3.2. Методика розрахунку операційної системи;

3.3. Методика обґрунтування параметрів конструкції;

3.4. Методика визначення економічної ефективності.

4. Перелік питань, які необхідно розробити

Вступ

4.1. Характеристика і аналіз діяльності господарства.

4.2. Організація процесу подрібнення післязбиральних решток;

4.3. Удосконалена конструкція подрібнювача;

4.4. Охорона праці.

4.5. Економічна ефективність.

Висновки та пропозиції

Бібліографічний список

5. Перелік ілюстраційного матеріалу:

5.1. Операційно-технологічна карта;

5.2. Кінематична схема подрібнювача ПР-4,5;

5.3. Гідравлічна схема (складальне креслення);

5.4. Робочі креслення деталей запропонованої конструкції;

5.5. Оцінення експлуатаційних витрат.

6. Консультанти розділів проєкту:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3, 5	Кузьмінський Р.Д., д.т.н., доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу ім. професора Олександра Семковича			
4				

7. Дата видачі завдання: 27.11.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Відмітка про виконання
1.	<i>Написання розділу: «Характеристика і аналіз діяльності господарства»</i>	<i>27.11.23-20.01.24</i>	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Організація процесу подрібнення післязбиральних решток»</i>	<i>21.01.24-20.02.24</i>	
3.	<i>Виконання третього розділу: «Удосконалена конструкція подрібнювача»</i>	<i>21.02.24-21.04.24</i>	
4.	<i>Написання розділу: «Охорона праці»</i>	<i>22.04.24-30.04.24</i>	
5.	<i>Виконання розділу: «Економічна ефективність»</i>	<i>31.04.24-6.05.24</i>	
6.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки.</i>	<i>11.05.24-25.05.24</i>	
7.	<i>Завершення роботи в цілому</i>	<i>26.05.24-07.06.24</i>	

Студент _____ Пазина Я.М.
(підпис)

Керівник проєкту _____ Кузьмінський Р.Д.

УДК 631.171...633.521

Пазина Я.М. Підвищення ефективності процесу подрібнення післязбиральних решток у ФГ «Шанс» Сокальського району Львівської області з удосконаленням конструкції подрібнювача ПР-4,5.

Дипломний проєкт. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024.

60 с. текст. част., 16 рис., 10 табл., 5 арк. ілюстр. матер., А1, 20 бібліогр. джерел.

Охарактеризовано становище ФГ «Шанс» яке знаходиться у Сокальському районі Львівської області. Зокрема, подано загальну інформацію про господарство, проаналізовано технічний стан МТП, проаналізовано матеріально-виробничу базу підприємства.

Розглянуто організаційно-технічні аспекти проектування організаційного середовища подрібнення післязбиральних решток для забезпечення максимальної ефективності процесу та наведено загальні принципи його організації.

Розроблена операційна карта, яка дозволяє організувати та здійснити процес подрібнення післязбиральних решток у господарстві якісно та максимально ефективно, відповідно до встановлених агротехнічних умов.

Запропоноване удосконалення конструкції подрібнювача має багато переваг перед існуючими аналогами, а саме: удосконалення дає змогу збільшити дорожній просвіт та підвищити прохідність машини, а також покращити якість різання та подрібнення після подрібнення за рахунок дотримання паралельності ротора з ґрунтом. Наведено розрахунки елементів конструкції подрібнювача на міцність.

Запропоновано заходи з охорони праці під час подрібнення післязбиральних решток.

Проведено техніко-економічну оцінку показників ефективності.

ЗМІСТ

Вступ	6
1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ	7
1.1. Загальні відомості про господарство	7
1.2. Землекористування та структура посівних площ	8
1.3. Загальна характеристика машинно-тракторного парку	11
1.4. Обґрунтування теми проекту	14
2. ПРОЕКТУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ОБСТАВИН ПОДРІБНЕННЯ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНИХ РЕШТОК	16
2.1. Підготовка агрегату до роботи	16
2.2. Агротехнічні вимоги до технологічного процесу мульчування	20
2.3. Технологічні особливості процесу	21
2.4. Проектування операційної карти технологічного процесу подрібнення післязбиральних решток	24
2.5. Контроль і оцінка якості роботи подрібнювача	32
3. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПОДРІБНЮВАЧА ПІСЛЯЗБИРАЛЬНИХ РЕШТОК	33
3.1. Аналіз існуючих конструкцій подрібнювачів післязбиральних решток	33
3.2. Будова, принцип роботи та обґрунтування необхідності удосконалення конструкції	41
3.3. Розрахунок зварного з'єднання кронштейна колісного ходу	44
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	47
4.1. Структурно-функціональний аналіз механізованих робіт та моделювання травмонебезпечних ситуацій	47
4.2. Заходи з охорони праці під час виконання технологічної операції ..	49
4.3. Розрахунок блискавкозахисту гаражів	51

5. ВАРТІСНЕ ОЦІНЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИТРАТ НА ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ ПОДРІБНЕННЯ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНИХ РЕШТОК	55
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	55
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	59

Вступ

Однією з важливих умов успішного землеробства є оптимізація газового і температурного режиму, а також вологості ґрунту. Для цього використовуються такі технічні операції, як накладання. Зменшує випаровування води, знищує бур'яни, регулює температуру верхніх шарів ґрунту, запобігає утворенню ґрунтової кірки, покращує фізичні властивості та підсилює мікробні процеси в ґрунті. Недаремно мульчування іноді називають «сухим поливом». Застосування мульчі після посіву дозволяє підвищити польову схожість насіння і сприяти появі сходів, тим самим значно підвищуючи врожайність і врожайність.

Мульчування ґрунту – простий спосіб запобігти швидкому випаровуванню ґрунтової вологи. Навіть при постійному джерелі води не завжди можна приділити належну увагу поливу. Це може коштувати багато часу та грошей. Мульчування ґрунту сприяє зниженню температури ґрунту та створює сприятливий клімат для росту рослин. Ґрунт, покритий мульчуючим матеріалом, розпушувати не потрібно. Один із найпростіших способів придушити ріст бур'янів – це мульчування ґрунту. Гниюча мульча удобрює землю.

Крім того, до основних переваг покриття можна віднести:

- підвищення продуктивності комбайна до 50%;
- кількість грибкових захворювань зменшується втричі;
- ефективний проти стеблових метеликів;
- безперебійна робота ґрунтообробної техніки;
- швидке подрібнення значної кількості зеленої маси.

В Україні пропагуються нові раціональні способи поверхневого обробітку ґрунту з використанням залишків рослин-попередників для формування мульчі, чому й присвячена наша робота.

1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

1.1. Загальні відомості про господарство

Сокальський район розташований у крайній північній частині Львівської області, на півночі межує з Володимир-Волинським районом, на північному сході та сході – з Луцьким районом Волинської області. На заході Сокальський район межує з Люблінським воєводством Республіки Польща. ФГ «Шанс» знаходиться в селі Скоморохи Сокальського району Львівської області. Знаходиться за 7 кілометрів на північний схід від міста Сокаль. Біля західної сторони господарства проходить залізниця Львів – Новоград-Волинський, на південь від господарства шосе Червоноград-Рава-Руська, а на північ господарства магістраль Луцьк-Устилуг.

Враховуючи вищевикладене, можна зробити висновок, що географічне розташування господарства є дуже вигідним з точки зору економічних відносин з іншими господарствами, підприємствами та іноземними партнерами.

Клімат помірно-континентальний, м'який з високою вологістю. Характеризується частим сніготаненням, похмурою погодою, сильними дощами взимку. Переміщення повітряних мас і особливості рельєфу із заходу пом'якшують континентальний клімат. Певний вплив на температурний режим і стан атмосферних опадів має забруднення атмосфери внаслідок викидів в атмосферу шкідливих газів, а також відходів вугільних шахт у вигляді підземних порід (таких як кар'єри, сміттєзвалища тощо). Останні кілька років. Середні температури січня по області $-4,2...-4,4^{\circ}\text{C}$, липня $+18,0...+18,4^{\circ}\text{C}$. Період коли температура вище 10°C , становить 155-160 днів. Середньорічна кількість опадів 560-640 мм. Опади концентруються в теплу пору року. Розташований у вологому і теплому агрокліматичному поясі та агрокліматичному підзоні з достатнім зволоженням ґрунту.

Найпоширенішими ґрунтами в господарствах є чорноземи та сірі опідзолени.

Найхолодніший місяць року – січень із середніми температурами

Мороз $3,6^{\circ}\text{C}$, а найспекотнішим місяцем є липень із середньою температурою $17,8^{\circ}\text{C}$.

Середня тривалість безморозного періоду 185 днів. Середньорічна кількість опадів за вегетаційний період становить 757 мм, а за період вегетації – 558 мм.

Згідно з багаторічними спостереженнями, зима триває до середини березня після 0°C температура змінюється. Від 0°C до плюсової температури. Середня тривалість зими 102 дні.

Глибина промерзання ґрунту в середньому становить 20...30 см, а найнижча температура ґрунту на глибині вузла кущів може досягати $6-9^{\circ}\text{C}$ у найхолоднішу зиму в окремі роки. Відновлення вегетації озимих культур відбувається наприкінці березня – на початку квітня і спостерігається при зміні середньодобової температури на 5°C .

1.2. Землекористування та структура посівних площ

До земель ФГ «Шань» належать:

- землі, передані із земель резерву фермерському господарству у приватну власність і користування, засвідчені Державним актом про право приватної власності на землю та виданий на ім'я власника фермерського господарства;
- земельні частки (паї), одержані засновниками та членами фермерського господарства при виході з господарства, що підтверджуються сертифікатами на право на земельні частки (паї);
- земля в оренді у фізичних та юридичних осіб будь-якої форми власності.

Таблиця 1.1 – Землекористування ФГ «Шанс»

Найменування показника	Площа, га
Всього сільськогосподарських угідь:	395
у тому числі:	
– рілля	373
– сінокоси та пасовища	18
– багаторічні насадження	3
– водойма	1

Оренда земельної ділянки оформляється договором оренди: за наявності акта на право постійного користування землею (державного акта) з фізичною особою укладається договір оренди. Договір оренди землі може бути розірвано орендодавцем або орендарем за власним бажанням у порядку, встановленому законодавством, але лише після закінчення сільськогосподарських робіт та збору врожаю. За договором оренди землі одна сторона повинна завчасно попередити другу сторону.

Розмір і черговість орендної плати за землю визначаються договором. Орендна плата може бути у грошовій або речовій формі. У господарстві впроваджується комплекс заходів із збереження земель. Земля має бути повернута орендодавцю в належному стані та не гіршої якості, ніж до початку дії договору оренди.

Ґрунт господарства трав'янисто-бурий, легкосуглинистий, помірно кислий, придатний для вирощування зернових продовольчих культур (пшениці, вівса), овочів, картоплі та кормових культур. При використанні, крім мінеральних добрив, органічних добрив і регулярного внесення вапна (1 раз на 4 роки), можна висаджувати також ярий ячмінь і кукурудзу. Вміст азоту і фосфору слабкий, тому при вирощуванні сільськогосподарських культур особливо важливо внесення фосфорних добрив і його збалансованість з калійними. При внесенні 7-10 тонн вапнякових добрив на

гектар кислотність ґрунту знижується до слабокислої, значно покращується засвоєння ґрунтом поживних речовин, особливо фосфору, якого в кислих ґрунтах майже немає.

Зараз підприємство має 395 га оброблених земель. ФГ «Надія» вирощує зернові, технічні та кормові культури. (рис. 1.1).

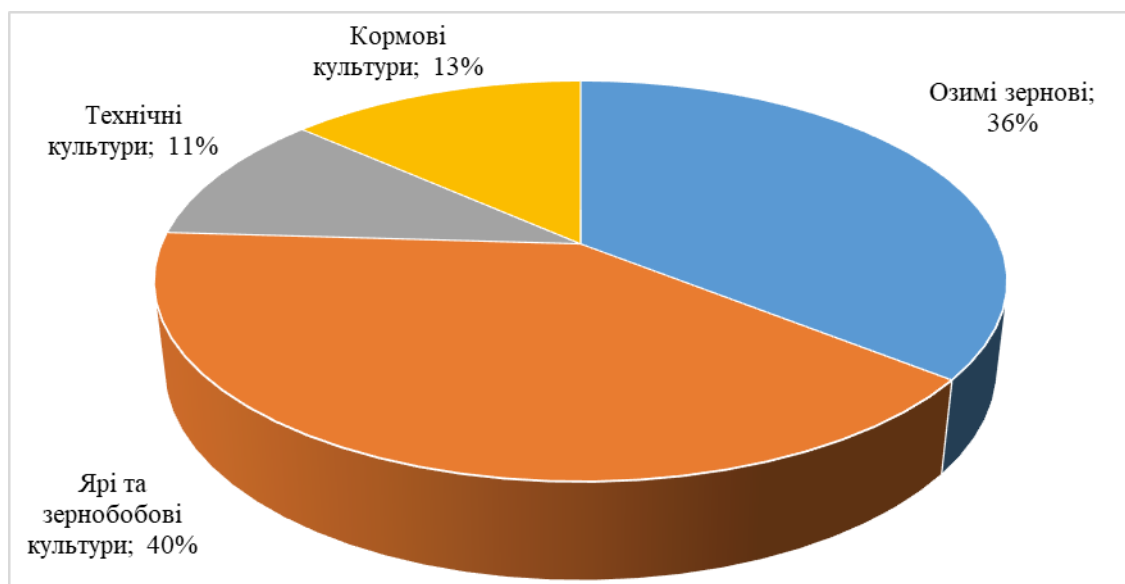


Рисунок 1.1 – Спеціалізація галузі рослинництва у ФГ «Шанс»

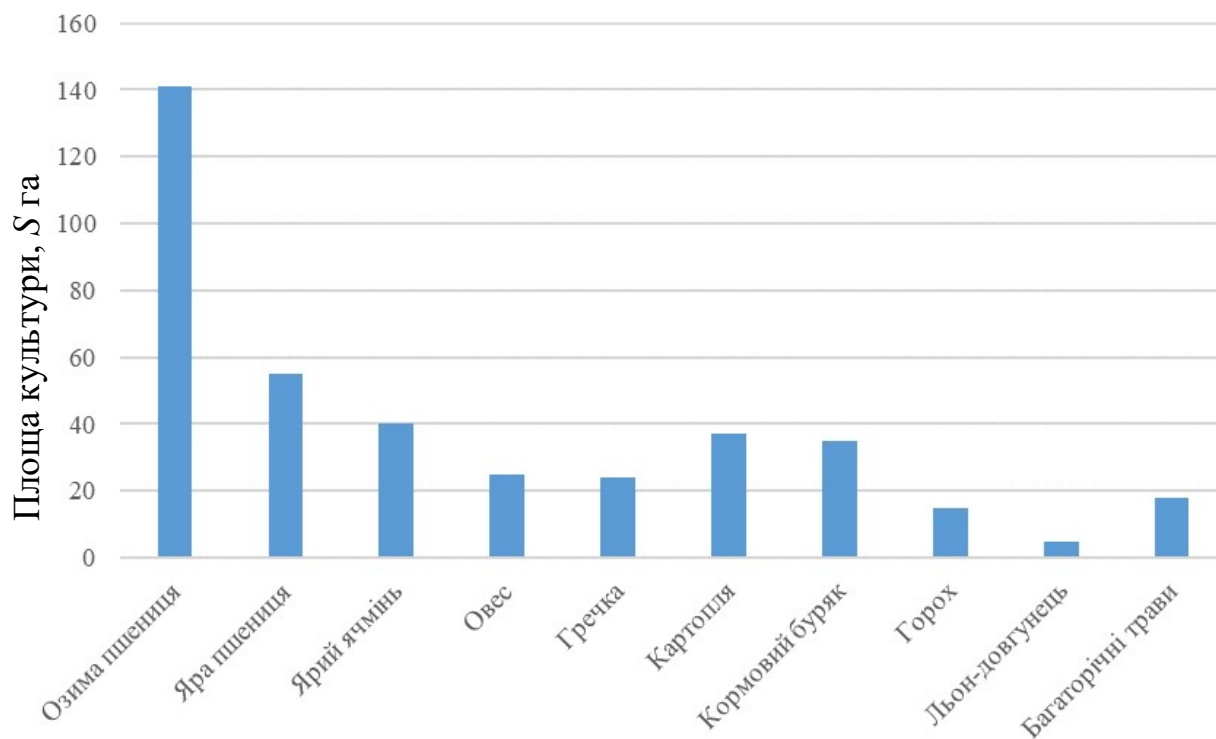


Рисунок 1.2 – Структура посівних площ ФГ «Шанс»

Врожайність ґрунтується на доступній площі землекористування ферми. Це видно з рис. 1.1. У структурі посівних площ переважають зернові та зерно-бобові культури. Аналіз питомої ваги кожної культури в структурі посівних земель (рис. 1.2), уможливив визначити площу, яку вони займають (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Структура посівних площ ФГ «Шанс»

№ з/п	Назва культури	Площа, га	Питома вага в структурі, %
1	2	3	4
1	Озима пшениця	141	35,70
2	Яра пшениця	55	13,92
3	Ярий ячмінь	40	10,13
4	Овес	25	6,33
5	Гречка	24	6,08
6	Картопля	37	9,37
7	Кормовий буряк	35	8,86
8	Горох	15	3,80
9	Льон-довгунець	5	1,27
10	Багаторічні трави	18	4,56
	Всього	395	100,00

Як видно із табл. 1.2, ФГ «Шанс» спеціалізується на вирощуванні зернових культур, загальна площа ярих становить – 76 %.

1.3. Загальна характеристика машинно-тракторного парку

Машино-тракторний парк фермерського господарства «Шанс» сформовано з урахуванням місцевих ґрунтово-кліматичних умов, специфіки виробництва та структури сільськогосподарських угідь. Хоча техніка не є

новою, вона цілком відповідає вимогам для виконання всіх необхідних агротехнічних операцій з вирощування культур (табл. 1.3, 1,4).

Таблиця 1.3 – Склад авто-тракторного парку ФГ «Шанс»

№ з/п	Назва і марка машини	Кількість, од	Рік випуску
Автомобілі:			
1	САЗ – 3502	1	1994
2	САЗ – 3502	1	1998
3	MAN TGL	1	2016
4	КрАЗ-6510	1	2008
Трактори:			
5	ХТЗ-150К-09	1	2003
6	ЮМЗ-6Л	1	1992
7	ЮМЗ-6АКЛ	1	2001
8	МТЗ-892	1	2016
9	МТЗ-82	1	1998

Таблиця 1.4 – Склад парку сільськогосподарських машин ФГ «Шанс»

Назва машини	Марка	Кількість
1	2	3
Плуги	ПЛН-3-35	4
	ПЛН-4-35	3
	ПЛН-5-35	2
	ПОН-5-35	2
Культиватори	КПС-4	4
	КРН-4.2	2
Борони	БДМ-3	5
	БДСТ-2.5	2
	БД-10	2
	БЗСС-1	70
Сівалки	СЗ-3,6А	4

Продовження табл. 1.4

1	2	3
Сівалки	СЗ-3,6Т	2
	ССТ-12А	1
	СПЧ-6М	2
Косарка-сіна	КС-2,1	2
Оприскувачі	ОМ-400	2
	ОП-1600	2
Косарка	КТП-6	2
	КИР-1,5	2
Граблі тракторні	ГВР-6	2
Волокуші	ВНШ-3	3
Стогомет	СКУ-0,5	1
Прес-підбирач	ПРП-1,6	2
Зерноочисні машини	ОВП-20	1
	ОСМ-34	1
Зерноавантажувачі	ЗСП-60	2
Гичкоочисна манина	БМ-6	1
Жатки	ЖВН-6	2
	ЖВР-10	1
Зернозбиральні	СК-5	3
	Claas Dominator 106	1
Кормозбиральні	КСК-100	1
Кормозбиральні	Е-281	2
Кукурудзозбиральні	КСКУ-6	2

Вся наявна техніка знаходиться в справному стані, хоча і не є новою, але повністю відповідає вимогам для виконання необхідних агротехнічних операцій з вирощування культур. Додаткову сільськогосподарську техніку господарство орендує за потреби.

1.4. Обґрунтування теми проекту

Під час жнив кожна година має велике значення, особливо за несприятливої погоди та нестачі комбайнів. Підняття жатки до висоти 25-30 см для збирання пшениці, ячменю та жита підвищує продуктивність комбайна на 20-50%. Кожен сантиметр піднятої стерні збільшує продуктивність комбайна на 1,5-2%. Піднімати жатку вище 30 см недоцільно, оскільки це порушує автоматичне копіювання поверхні. Зменшення кількості соломи, що проходить через комбайн, підвищує його продуктивність і зменшує зношування деталей. Найвологіша частина стебла залишається нескошеною, що дозволяє розпочинати обмолот раніше та закінчувати пізніше. Це також зменшує витрати пального на тонну збіжжя і витрати на досушування зерна. Подальше мульчування стерні забезпечує дрібне подрібнення та рівномірне розподілення маси по всій поверхні, що важко досягти комбайном з великою шириною захвату жатки. Мульчування особливо важливе при вирощуванні кукурудзи та соняшнику. Велика кількість соломи, якщо її не встигнути спалити, створює додаткові труднощі з оранкою та культивацією.

Підвищити якість ґрунтів без органічних добрив, особливо в умовах постійного здорожчання мінеральних добрив, практично неможливо. Найбільш економічним і простим варіантом є вирощування сидератів та використання рослинних решток з подальшим їх подрібненням та внесенням у ґрунт. Просте мульчування, окрім підвищення продуктивності комбайна, також дозволяє:

- ✓ Ефективно боротися з кукурудзяним стебловим метеликом, оскільки личинки цього шкідника зазвичай зимують у нижніх міжвузлях стебла, які залишаються непошкодженими після жатки, а значна їх частина – навіть після дискування поля.
- ✓ Завдяки швидкій мінералізації, зменшувати поширення фузаріозу.

Узагальнюючи вищесказане, можна виділити такі основні переваги мульчування:

- збільшення продуктивності комбайна до 50%;
- зменшення кількості грибкових захворювань у три рази;
- ефективна боротьба зі стебловим метеликом;
- безперебійна робота ґрунтообробної техніки;
- швидке подрібнення великої кількості сирової маси без забивання.

Для забезпечення якісного мульчування ґрунту необхідно, щоб рослини були якісно подрібнені та рівномірно розподілені по поверхні поля. Наразі спеціальних серійних машин, здатних виконувати ці функції для високорослих зелених рослин (сидератів), не існує. Тому ми пропонуємо впровадити в даному господарстві технологічну операцію мульчування. З огляду на те, що для якісного мульчування рослини повинні бути подрібнені та рівномірно розподілені по полю, ми пропонуємо розробити конструкцію подрібнювача рослин.

2. ПРОЕКТУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ОБСТАВИН ПОДРІБНЕННЯ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНИХ РЕШТОК

2.1. Підготовка агрегату до роботи

Технологічну наладку та регулювання машин виконують майстри-наладчики зі спеціалізованої команди, до якої входять найкваліфікованіші механіки та оператори. У процесі налаштування агрегатів також бере участь оператор трактора.

Регулювання машин здійснюють [1, 19, 20]:

- при підготовці до експлуатації та агрегуванні машинно-тракторного агрегату;
- при зниженні якості виконання технологічної операцій (норми висіву чи внесення, глибини обробку, і т. п.);
- після складання (ТО або ремонту);

Програма налагодження встановлюється згідно з відповідною таблицею (схемою технологічного процесу):

- перевірити технічний стан і правильність складання;
- технічне налаштування;
- налагодження та регулювання;
- контроль якості роботи.

За необхідності можуть бути додані додаткові таблиці для налаштування машини на різні режими роботи; склад агрегатів, норми висіву та введення технічних матеріалів тощо.

Підготовка агрегатів до роботи [1, 19, 20].

1. Підготовку агрегату до роботи, включно з підготовкою трактора, складанням агрегату, регулюванням робочих органів на майданчику і обкатку машини, проводить тракторист, що обслуговує агрегат, під керівництвом механіка.

1. Підготовку агрегату до роботи, включаючи підготовку трактора, складання агрегату, налагодження робочих органів машини та її обкатку,

проводить оператор, який здійснює ТО агрегату під керівництвом досвідченого механіка.

Підготовка трактора.

2. Встановлюють тиск в шинах коліс: задніх – 0,1 Мпа;

передніх – 0,17 МПа.

3. Встановити ширину рушіїв енергетичного засобу 1680...1860 мм, симетрично відносно поздовжньої його осі.

4. Установіть навіску на трактор та відрегулюйте висоту тягового скоби в положення на 100...150 мм нижче осі карданного вала.

Складання агрегату.

5. Приєднайте подрібнювач до трактора.

6. Під'єднайте шланг гідроциліндра безпосередньо до з'єднувального отвору виносного гідроциліндра трактора.

7. Перевірте роботоздатність та справність гідросистеми. Під час випробування гідравлічної системи перевірте чи достатній в ній є рівень оливи, а також чи наявність підтікань в шлангах та з'єднаннях.

Перелік операцій, які виконуються на регулювальній ділянці, наведено в таблицях 2.1 та 2.2 [1, 19, 20].

Таблиця 2.1 – Перевірка технічного стану і правильності складання

№ з/п	Перевіряються параметри	Необхідні показники і допустимі відхилення
1	2	3
1	Комплектність	Повна: ротори укомплектовані ножами у відповідності з розстановкою робочих органів (табл. 2.2), наявність всіх елементів приводу від ВВП трактора
2	Кут заточування леза ножів	15-20° комбінованого заточування
3	Товщина леза ножів	0,3-0,4 мм
4	Скоби і вибоїни леза	Не допускаються
5	Вигин ножів поперечний	Не допускається
6	Обертання ножових роторів	Вільне без люфтів, заїдань і торкання ножів за корпус
7	Биття роторів торцеве і радіальне	Не більше 0,5 мм

Продовження табл. 2.1

1	2	3
8	Крутний момент запобіжника подрібнювальної секції	200-245 Н·м (20-25 кгс·м)
9	Люфт опорних коліс	Не більше 0,2 мм
10	Тиск в шинах	0,24 МПа (2,5 ± 0,1 кгс/см ²)

Таблиця 2.2 – Технологічна наладка

№ з/п	Операції наладки і регулювання	Як виконати
1	Виконати операції табл. 2.1	Перевірити параметри і усунути відхилення від передбачених показників
2	Встановлення рами подрібнювача горизонтально	На спеціальній підставці або при навішування на трактор регулюванням довжини верхньої тяги навісного пристрою
3	Встановлення висоти зрізу	Підйомом або опусканням коліс гідравлічним механізмом, за рахунок переміщення по сектору та зміни висоти опорних коліс; підйомом або опускання гідроциліндру механізму навіски. Обмежувачі натискних штанг секцій опускаються в нижнє положення до упору і фіксуються
4	Встановлення ширини захвату секції подрібнювача	Піднімання або опускання секції або діаметром роторів подрібнювача.

Основні налагодження різака-мульчувача в полі наведені в таблиці 3.3 [1, 19, 20].

Таблиця 2.3 – Регулювання і налагодження в полі

№ з/п	Операції наладки і регулювання	Невідповідність вимогам	Способи усунення
1	2	3	4
1	Роторні барабани виглубляються в ґрунт	Недостатня висота зрізу. Несправність зливного клапана гідравлічної системи.	Гідравлічним механізмом підняти опорні колеса або механізм навіски трактора. Замінити зворотній клапан гідравлічної системи

Продовження табл. 2.3

1	2	3	4
2	Висота зрізу	Не відповідає заданій.	Регулюванням опорних коліс по висоті, переміщенням по сектору установки опорних катків секцій
3	Наявність грудок ґрунту на обробленій ділянці	Недостатня висота зрізу.	Гідравлічним механізмом підняти опорні колеса або механізм навіски трактора. Замінити зворотній клапан гідравлічної системи
4	Пробуксовування роторів	Завелика поступальна швидкість руху. Недостатній момент запобіжної муфти.	Зменшити швидкість. Очистити робочі органи чистиком. Замінити запасним. Збільшити момент спрацьовування муфти.
5	Підвищений шум в приводі подрібнювача	Заклинило ротор. Недостатня жорсткість пружини або подпружинника	Натягнути ланцюг ексцентриком Долити масло в редуктор
6	Один з роторів обертається «від руки»	Велика швидкість руху обрив в приводі.	Усунути несправність

При регулюванні подрібнювача на місці використовуйте наступні пристрої, пристосування та інструменти: набір ключів (рожкових та накижних), лінійку металеву 1м, метр металевий складаний, штангенциркуль ШЦ-1-125, канат діаметром 3 мм довжиною 6 м, рулетка 10 м, дерев'яний набір накладок, розмічальний шаблон (довжина дошки 5 м), засіб для чищення (КФС -00.604), спеціальний щуп (КФС 00.606). Під час експлуатації подрібнювача також необхідно використовувати експлуатаційною документацією на конічні передачі та карданні вали, якими оснащений подрібнювач.

2.2. Агротехнічні вимоги до технологічного процесу мульчування

Подрібнювач може працювати в діапазоні температур від $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$, вологість ґрунту повинна становити не більше 25%, твердість ґрунту при цьому не менше 2,0 МПа. Якщо подрібнювач буде застосовуватися в технологічному процесі вирощування інших сільськогосподарських культур, відповідно і можуть змінюватися агротехнічні умови табл 2.4 [1, 19, 20].

Таблиця 2.4 – Показники параметрів агротехнічних вимог в залежності від умов роботи агрегату

№ з/п	Параметри	Розмірність	Значення параметрів				
			4	5	6	7	8
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Врожайність рослинної маси	кг/м ²	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
2	Діаметр стеблини	мм	5	10	15	20	25
3	Мінімальна довжина різки	м	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10
4	Середнє питоме зусилля різання рослин	кН/м	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
5	Коефіцієнт тертя рослин по сталі		0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
6	Модуль пружності стеблин різаної маси	ГПа	0,02	0,4	0,8	1,2	1,6
7	Мінімальна ширина ножа	м	27	30	35	40	45

Значення параметрів агротехнічних вимог залежать від поля, на якому працює подрібнювач. Вони повинні бути очищені від каменів та чагарників, мати рівний мікрорельєф і контури, допустимий ухил в умовах експлуатації не більше 100.

2.3. Технологічні особливості процесу

Мульчування ґрунту – це агротехнічний прийом, під час якого ділянки ґрунту повністю покривають або засипають міжряддя пухким шаром органічного матеріалу. Для мульчування використовують органічні добрива, компост, торф, соломку, рослинні залишки тощо.

Під дією вітру, дощу, палючого сонця структура оголеного ґрунту руйнується, збільшується випаровування води, виникає небезпека пересихання, що значно гальмує розвиток рослин.

Мульча захищає ґрунт від перегріву і «жорсткого» проникнення сонячної радіації, регулюючи його теплові властивості. Темна мульча, нанесена на поверхню ґрунту, притягує сонячні промені та швидко поглинає тепло, сприяючи прогріванню ґрунту та швидкому таненню снігу навесні. Натомість світлий шар мульчі збільшує здатність поверхні ґрунту відбивати сонячні промені, тим самим запобігаючи перегріванню ґрунту та тим самим захищаючи коріння рослин від непотрібного тепла.

Оптимальна кількість мульчі підвищує зимові температури, знижує їх влітку, врівноважує позитивні та негативні температурні піки, створює оптимальні умови для діяльності ґрунтових біологічних комплексів. [19, 20].

Мульча утримує вологу в ґрунті та сповільнює її випаровування, сприяє рівномірному розподілу вологи по поверхні та нижніх шарах, підвищує вологість кореневого шару в середньому на 3-6%. Мульчування покращує структуру ґрунту, запобігає виникненню процесів ерозії, захищає ґрунт від розмивання. Завдяки мульчуванню можна майже повністю уникнути прополки, оскільки мульча перешкоджає росту бур'янів і особливо ефективна на чистих рослинах.

За даними науково-дослідних установ, у випадку якщо наявності просапних культур в сівозміні цукрових буряків досягає 28% і є в ній багаторічні травостої, для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу необхідно внести 8-10 т/га органіки та 120 кг/га сівозміни діючої речовини га

мінеральних добрив. За відсутності багаторічного травостою кількість органіки необхідно збільшити на 2-3 т/га.

В інтенсивних сівозмінах з 50% насиченням просапних культур для досягнення безгумусного балансу необхідно внести 10-14 т/га органіки на полях з багаторічними травами і 14-17 т/га при їх відсутності.

Останніми роками в усьому світі зростає тенденція до використання біотехнологій у рослинництві. Якщо сівозміна дуже проста і вузька, то в неї включають максимальну кількість проміжних культур сидерати, що покращує фітосанітарний стан сівозміни та основної культури.

Розширення посівних площ зернових культур призвело до збільшення виробництва соломи. Раніше його використовували майже виключно як корм. Зменшення чисельності тварин і перехід до інтенсивних методів розведення з невеликою кількістю соломи в раціоні дали можливість широко використовувати її для інших цілей. Зокрема, одним із найважливіших способів повернення органічних речовин у ґрунт є удобрення полів соломою.

Солома є енергетичним матеріалом для культивування ґрунтознавства і її необхідно закопувати в ґрунт. Це дає змогу замкнути малий біологічний кругообіг речовин, який порушується внаслідок системного відчуження більшості біологічних продуктів рослин.

Додавання соломи підвищує вміст гумусу, покращує структуру ґрунту, зменшує схильність до ерозії, стимулює процеси азотфіксації. Це джерело поживних речовин для ґрунтових мікроорганізмів, без яких доступність окремих поживних речовин була б обмежена. Водно-повітряні умови та поглинаюча здатність ґрунту також покращуються.

Ефективність мульчування післяжнивних решток (соломи) залежить від якості подрібнення, розкидання та рівномірності їх закладення в ґрунт. Щоб переконатися, що ці вимоги дотримані, під час збирання необхідно дотримуватися наступних вимог [1, 19, 20]:

- висота скошування не повинна перевищувати 20 см;

- 75% подрібненої соломи не має перевищувати довжину 10 см, а 5% не має перевищувати довжину 15 см;
- солома повинна бути нанесена рівномірно і не повинна утворювати нашарувань;
- солону заробляють відразу після збирання культури на глибину до 12 см;
- аміачну селітру необхідно внести перед зароблянням соломи в ґрунт з розрахунку N 10/т соломи (приблизно 1 ц селітри на 1га).

За прямого комбайнування висота стерні може досягати 30...40 см. Отже, майже половина соломи залишається на полі і рівномірно розподіляється. Після збирання залишки обробляються за допомогою подрібнювача.

Нехтування таким агрозаходом, як внесення азоту, є великою помилкою. Закладення соломи без додавання азотних добрив призводить до тривалого процесу мінералізації, різкого зниження вмісту мінерального азоту і, як наслідок, зниження врожайності наступних культур. Внесення соломи в кількості 35-40 ц/га з компенсацією азоту (з розрахунку на тону соломи) прирівнюється до внесення 18-20 т/га органічних добрив. Фосфор вносять з розрахунку P8 на кожен тону соломи, що особливо необхідно на ґрунтах з низьким вмістом фосфору.

Співвідношення зерен і соломи в озимій пшениці може варіюватися від 1:1,0 до 1:1,5 залежно від сорту і техніки вирощування. При врожайності зерна 40 ц/га на 1 га залишається 40-60 ц соломи. Якщо припустити, що солома містить 0,5% азоту, 0,2% фосфору, 1% калію, 0,3% кальцію, 0,15% магнію та 0,15% сірки, то при такій врожайності приблизно [2, 8, 16]:

- азоту (N) повертається в ґрунт 20...30 кг,
- фосфору (P) – 8...12 кг,
- калію (K) – 40...60 кг,
- кальцію (Ca) – 12...18 кг,

- магнію (Mg) – 6...9 кг,
- сірки (S) – 6...9 кг.

Розрахунок зроблений тільки по соломі, але ще частина органіки залишається у вигляді стерні та кореневої системи рослин. Найкращі результати одержують у разі об'єднання внесення соломи та посіву сидератів. Сидерати висівають після закладення соломи в ґрунт. Найчастіше як сидерати використовують рослини сімейства Хрестоцвіті. У такому випадку ґрунт поповнюється органікою з двох джерел: соломи та зеленої маси. Крім цього, сидерати сприяють мінералізації соломи й прискорюють цей процес. Пізно восени всю масу заорюють.

За умови раннього збирання та достатньої кількості вологи в ґрунті, редька олійна чи гірчиця біла, посіяні з 20 липня по 10 серпня, формують хороший урожай зеленої маси аж до 20-30 вересня. Тому таку систему удобрення соломою й зеленою масою можна застосовувати і під озимі культури [2, 8, 16].

2.4. Проектування операційної карти технологічного процесу подрібнення післязбиральних решток

Технологічну операцію подрібнення післязбиральних решток проводять згідно агротехнічних термінів.

Для забезпечення якісного мульчування ґрунту рослини мають бути, по-перше, якісно подрібнені і, по друге, рівномірно розподілені по поверхні поля.

Спосіб руху агрегату – човниковий. Під час обробітку періодично перевіряється якість виконання роботи.

Вибираємо трактор Т-150К (маса $G_{mp}=75350$ Н) і удосконалений подрібнювач ПР-4,5 (маса $G_M=21582$ Н); коефіцієнт опору коченню $f=0,1$, для якого питомий опір ґрунту на полі становить $K_o = 1,2$ кН/м², при

$V_0 = 5$ км/год, величина підйому поля $i = 0,03$, питома потужність на приведення в дію робочих органів ПР-4,5 $N_n = 2,2$ кВт·с/кг.

Обґрунтування складу агрегату виконуємо в такій послідовності [3, 4, 6, 17]:

1. Вибираємо діапазон агротехнічної швидкості 8.. 10 км/год.

2. Згідно з агротехнічною швидкістю вибираємо передачу трактора. Це буде перша передача, на якій теоретична швидкість $V_m = 8,53$ км/год і третя передача, на якій теоретична швидкість $V_m = 10,08$ км/год. Розрахунок будемо проводити для двох передач.

Визначаємо тягове зусилля трактора на відповідній передачі

$$P_{зак} = \frac{10^4 \cdot N_e \cdot i_m \cdot \eta_{mp}}{n \cdot r} - G_{mp} \cdot (f + i). \quad (2.1)$$

де N_e – ефективна потужність двигуна ($N_e = 121,4$ кВт);

i_m – передаточне число трансмісії на відповідній передачі ($i_m^I = 59,4$;

$i_m^{II} = 50,3$);

η_{mp} – механічний ККД трансмісії ($\eta_{mp} = 0,92$);

n – номінальна частота обертання колінчастого вала, хв.⁻¹
($n = 2100$ хв.⁻¹);

r – радіус ведучих коліс, м ($r = 0,64$ м);

G_{mp} – маса трактора, кН;

f – коефіцієнт опору коченню ($f = 0,1$);

i – величина підйому ($i = 0,03$).

Тягове зусилля трактора на кожній з передач визначаємо з урахуванням конкретних умов [3, 4, 6, 17]:

для першої передачі

$$P_{гак}^I = \frac{10^4 \cdot 121,4 \cdot 59,4 \cdot 0,92}{2100 \cdot 0,64} - 75,35 \cdot (0,1 + 0,03) = 49352,31 = 49,35 \text{ кН};$$

для другої передачі

$$P_{гак}^{II} = \frac{10^4 \cdot 121,4 \cdot 50,3 \cdot 0,92}{2100 \cdot 0,64} - 75,35 \cdot (0,1 + 0,03) = 41790,1 = 41,79 \text{ кН};$$

3. Визначаємо робочу швидкість руху агрегату, враховуючи буксування

$$V_p = V_m \cdot \left(1 - \frac{\delta}{100}\right); \text{ км/год,} \quad (2.2)$$

де V_m – теоретична швидкість, км/год;

δ – коефіцієнт буксування ($\delta = 6 \dots 20\%$ для колісних тракторів; у нашому прикладі при мульчуванні $\delta = 8\%$) [3, 4, 6, 17].

Отже, для першої передачі

$$V_p^I = 8,53 \cdot \left(1 - \frac{8}{100}\right) = 7,85 \text{ км/год};$$

для другої передачі

$$V_p^{II} = 10,08 \cdot \left(1 - \frac{8}{100}\right) = 9,27 \text{ км/год.}$$

4. Для роботи агрегату потрібно забезпечити таку умову [3, 4, 6, 17]:

$$N_{np} \leq N_{ввп}, \quad (2.3)$$

де N_{np} – потужність для приведення в дію механізмів машини, кВт;

$N_{ввп}$ – потужність яка може передаватись через ВВП при русі агрегату, кВт.

Необхідна потужність для приведення в дію механізмів машини визначається за формулою [3, 4, 6, 17]:

$$N_{np} = N_n \cdot g; \quad (2.4)$$

де N_n – питома потужність для приведення в дію робочих органів,
кВт·с/кг ($N_n = 2,2$ кВт·с/кг);

g – секундна подача маси в машину, кг/с.

$$g = B_p \cdot U \cdot \frac{V_p}{3,6}, \text{ кг/с}; \quad (2.5)$$

де B_p – робоча ширина захвату агрегату, м;

U – врожайність соломи, кг/м².

Отже, для першої передачі

$$g^I = 4,5 \cdot 2,7 \cdot \frac{7,85}{3,6} = 26,49 \text{ кг/с};$$

для другої передачі

$$g^{II} = 4,5 \cdot 2,7 \cdot \frac{9,27}{3,6} = 31,3 \text{ кг/с}.$$

Тоді, згідно з рівнянням (2.4) необхідна потужність для приведення в дію механізмів машини становить:

для першої передачі

$$N_{np}^I = 2,2 \cdot 26,49 = 58,27 \text{ кВт};$$

для другої передачі

$$N_{np}^{II} = 2,2 \cdot 31,3 = 68,86 \text{ кВт}.$$

Потужність при русі агрегату, яка може передаватись через ВВП, визначаємо за формулою [3, 4, 6, 17]:

$$N_{ввп} = N_e \cdot \eta_{ввп} - \frac{(R_{коч.тр} + R_{коч.м}) \cdot V_p \cdot \eta_{ввп}}{3,6 \cdot \eta_{тр} \cdot \eta_{\sigma}}, \quad (2.6)$$

де N_e – ефективна потужність двигуна, кВт;

$\eta_{ввп}$ – ККД трансмісії ВВП ($\eta_{ввп} = 0,95$);

V_p – робоча швидкість агрегату, км/год;

$\eta_{тр}$ – ККД трансмісії трактора;

η_{δ} – коефіцієнт буксування ($\eta_{\delta} = 0,8$);

$R_{\text{коч.тр}}$ – опір на пересування трактора, кН;

$R_{\text{коч.м}}$ – опір на пересування сільськогосподарської машини, кН.

Опір на пересування трактора та сільськогосподарської машини визначають за формулою [3, 4, 6, 17]:

$$R_{\text{коч.тр}} = G_{\text{тр}} \cdot (f + i); \quad (2.7)$$

$$R_{\text{коч.м}} = G_{\text{м}} \cdot (f + i).$$

де $G_{\text{тр}}, G_{\text{м}}$ – маса трактора і маса сільськогосподарської машини, кН;

f – коефіцієнт опору перекочуванню ($f=0,1$);

i – величина підйому ($i=0,03$).

Отже,

$$R_{\text{коч.тр}} = 75,35 \cdot (0,1 + 0,03) = 9,8 \text{ кН};$$

$$R_{\text{коч.м}} = 21,58 \cdot (0,1 + 0,03) = 2,81 \text{ кН}.$$

Отже, підставивши дані у формулу 2.6 отримаємо:

для першої передачі

$$N_{\text{ввп}}^I = 121,4 \cdot 0,95 - \frac{(9,8 + 2,81) \cdot 7,85 \cdot 0,95}{3,6 \cdot 0,92 \cdot 0,8} = 83,08 \text{ кВт};$$

для другої передачі

$$N_{\text{ввп}}^{II} = 121,4 \cdot 0,95 - \frac{(9,8 + 2,81) \cdot 9,27 \cdot 0,95}{3,6 \cdot 0,92 \cdot 0,8} = 77,22 \text{ кВт}$$

Перевірка отриманих даних за умовою 2.3 показала, що при русі на першій передачі $58,27 \text{ кВт} < 83,08 \text{ кВт}$, а на другій $68,86 \text{ кВт} < 77,22 \text{ кВт}$. Отже, у двох випадках вона виконується, і укомплектований агрегат буде працювати нормально.

5. Для оцінки раціонального комплектування агрегату необхідно визначити коефіцієнт використання тягового зусилля трактора [3, 4, 6, 17]

$$\eta_{m.з} = \frac{R_{agr}}{P_{н.зак}}. \quad (2.8)$$

де R_{agr} - загальний опір агрегату, кН;

$P_{н.зак}$ - тягове зусилля трактора відповідної передачі, кН.

$$R_{agr} = R_{коч} + R_{нід} + R_{\delta}. \quad (2.9)$$

де $R_{коч}$ - опір перекочуванню машини, кН;

$R_{нід}$ - опір підйому машини, кН;

R_{δ} - додатковий опір, який чинять робочі органи, що приводяться в дію ВВП.

Опір перекочуванню машини визначаємо за формулою [3, 4, 6, 17]:

$$R_{коч} = G_m \cdot f. \quad (2.10)$$

Отже,

$$R_{коч} = 21580 \cdot 0,1 = 2,16 \text{ кН.}$$

Опір підйому машини визначаємо за формулою [3, 4, 6, 17]:

$$R_{нід} = G_m \cdot i. \quad (2.11)$$

Отже,

$$R_{нід} = 21580 \cdot 0,03 = 0,65 \text{ кН.}$$

Визначаємо за формулою додатковий опір, який чинять робочі органи, що приводяться в дію ВВП

$$R_{\delta} = \frac{3600 \cdot N_{np} \cdot \eta_{mp}}{V_p \cdot \eta_{\delta}} \quad (2.12)$$

Отже,

$$R_{\delta} = \frac{3600 \cdot 58,27 \cdot 0,93}{9,8 \cdot 0,87} = 28573,45 = 28,57 \text{ кН.}$$

Підставивши значення у формулу (2.9) отримаємо:

$$R_{agr} = 2,16 + 0,65 + 28,57 = 31,38 \text{ кН.}$$

Підставивши значення у формулу (2.8) отримаємо:

для першої передачі

$$\eta_{m.з}^I = \frac{31,38}{49,35} = 0,636;$$

для другої передачі

$$\eta_{m.з}^{II} = \frac{31,38}{41,79} = 0,751.$$

Отже, можна зробити висновок, що коефіцієнт використання тягового зусилля трактора (оцінка раціонального комплектування агрегату) є вищим на другій передачі. Тоді всі наступні розрахунки будемо проводити для агрегату який рухається на другій передачі.

6. Визначаємо зміну продуктивність агрегату за формулою [3, 4, 6, 17]:

$$W_{зм} = 0,1B_p \cdot V_p \cdot T_p \text{ га/зм.} \quad (2.13)$$

де B_p – робоча ширина захвату агрегату, м;

T_p – робочий час зміни.

Робочу ширину захвату агрегату визначають за формулою:

$$B_p = B_k \cdot \beta \quad (2.14)$$

де B_k – конструктивна ширина захвату машини, м ($B_k=4,5$ м);

β – коефіцієнт використання ширини захвату (для подрібнювача післязбиральних решток $\beta=0,96$);

Отже,

$$B_p = 4,5 \cdot 0,96 = 4,32 \text{ м.}$$

Робочий час зміни визначають за формулою:

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau, \quad (2.15)$$

де $T_{зм}$ – час зміни ($T_{зм}=7$ год.);

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

Отже,

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

Підставивши отримані значення в формулу (3.12) отримаємо:

$$W_{зм} = 0,1 \cdot 4,32 \cdot 9,27 \cdot 5,6 = 22,43 \text{ га/зм.}$$

7. Розрахунок витрати палива визначаємо за формулою [3, 4, 6, 17]:

$$Q_{за} = \frac{Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot T_x + Q_z \cdot T_z}{W_{зм}} \text{ кг/га}, \quad (2.9)$$

де Q_p ; Q_x ; Q_z – відповідно годинна витрата палива за час робочих ходів, холостих і на зупинках з працюючим двигуном, кг/год. [3, 4, 6, 17];

T_p ; T_x ; T_z – відповідно затрачений час на робочі і холості ходи та на зупинки з працюючим двигуном.

Для розрахунків беремо $T_x = T_z$, тоді

$$T_x = T_z = \frac{T_{зм} - T_p}{2} \text{ год.} \quad (2.10)$$

Отже,

$$T_x = T_z = \frac{7 - 5,6}{2} = 0,7 \text{ год.}$$

Якщо $\eta_{м.з} = 0,96$ – це буде робота на другій передачі, тоді для даної марки трактора беремо $Q_p = 30$ кг/год; $Q_x = 17,5$ кг/год; $Q_z = 4,1$ кг/год [3, 4].

$$Q_{за}^{II} = \frac{30 \cdot 5,6 + 17,5 \cdot 0,7 + 4,1 \cdot 0,7}{22,43} = 6,13 \text{ кг/га.}$$

Із розрахунків видно, що агрегат у складі трактора Т-150К і подрібнювача післязбиральних решток ПР-4,5 при роботі на другій передачі

матиме продуктивність 22,43 га/зм і витрату палива 6,13 кг/га (7,21 л/га). На випадок різкого збільшення опору додатковою передачею буде перша.

Таким чином, ефективно агрегат буде використовуватись на другій передачі. Розрахунки показують, що скомплектований агрегат працюватиме ефективно.

2.5. Контроль і оцінка якості роботи подрібнювача

Якість проведених робіт в полі контролюють за по діагоналі ділянки, де проводять виміри в 10 точках (за винятком особливо обумовлених випадків), а також здійснюють візуальне спостереження табл. 2.5 [3, 4, 6, 17].

Таблиця 2.5 – Критерії оцінки якості роботи агрегату

№ з/п	Контрольовані параметри	Як перевіряється	Чим перевіряється	Допустимі відхилення
1	Висота зрізу рослинних решток	Для всіх роторів в 3 - 4 точках на довжині 50 м	Лінійка	50...200 мм
2	Максимальна довжина подрібнених частин			150 мм ± 10 мм
3	Рівномірність подрібнення маси			± 1 см
4	Рівномірне розподілення по площі	Для всіх секцій на довжині 10 м підрахунком числа рослин	Рулетка	Не менше 98%
5	Пропуски і огріхи	По діагоналі поля	Візуально	Не допускаються

Оцінку роботи машинно-тракторного агрегату (ХТЗ-150К-09та подрібнювача ПР-4,5) також проводять з урахуванням якості подрібнення рослин та рівномірного розподілення їх по поверхні поля [3, 4, 6, 17].

3. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПОДРІБНЮВАЧА ПІСЛЯЗБИРАЛЬНИХ РЕШТОК

3.1. Аналіз існуючих конструкцій подрібнювачів післязбиральних решток

Сучасні машини для скошування та подрібнення рослинних решток, а також для рівномірного розподілення подрібненої маси по полю можна поділити на дві основні групи: з горизонтальними робочими органами і вертикальними. Ці машини на даний час не мають сталої назви і називаються подрібнювачами, подрібнювачами-розподілювачами, мульчувачами та іншими.

Машини з горизонтальними робочими органами (див. рис. 3.1) схожі на роторні косарки, наприклад, модель КИР-1,5А, які широко використовувались в колишньому союзі для скошування, подрібнення та завантаження зелених кормів, особливо кукурудзи на корм для худоби.



Рисунок 3.1 – Машина з горизонтальним робочим органом RM 610 фірми Kuhn (Франція) з шириною захвату 6,1 м

Робочим органом такої машини є різальний барабан, який виглядає як трубчастий вал з горизонтальною віссю. Цей вал має цапфи, які закріплені у

шарикопідшипниках, а корпуси підшипників в свою чергу закріплені до рами машини. Г-подібні ножі прикріплені шарнірно до кронштейнів трубчастого вала (див. рис. 3.2). В більшості випадків ці ножі виготовляються як одне ціле, але у деяких машинах, наприклад, у моделі ІМТ-618.059 від сербської фірми Standart, різальні пластини є змінними.

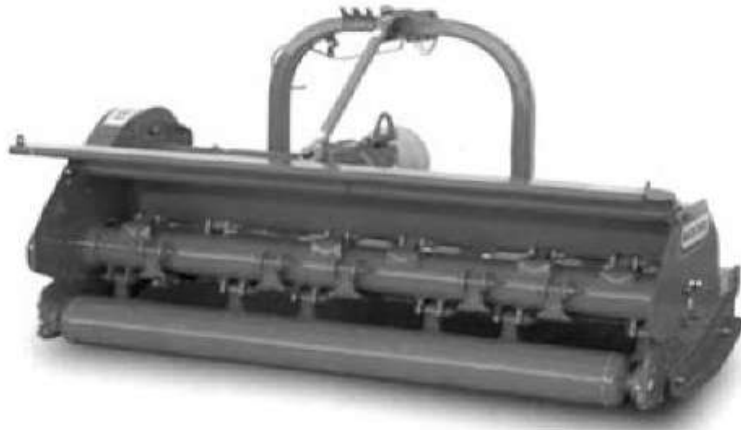


Рисунок 3.2 – Машина з горизонтальним робочим органом BARBI 160 фірми Maschio (Італія) з Г-подібними ножами, розміщеними у 4 ряди і опорним валиком

Такі ножі або різальні пластини виготовляються з високоякісної (вольфрамової) сталі і піддаються термічній обробці для підвищення стійкості проти зносу. Однак термічна обробка повинна бути налаштована таким чином, щоб не призводити до крихкості ножа. При співударі ножа з предметом високої твердості, наприклад, камінцем, різальна кромка має затуплюватись, але не відламуватись.

Для зменшення ударного навантаження на різальний барабан ножі можуть бути закріплені до трубчастого вала у трьох або чотирьох рядах (див. рис. 3.2) або за гвинтовою лінією (див. рис. 3.3). При цьому для забезпечення повного зрізу рослин проекції траєкторій кінців сусідніх різальних кромки на горизонтальній площині повинні перекриватись одна одною.

Діаметр ріжучого барабана цих машин (вимірний по різальній кромці його різця в робочому положенні) становить 600-700 мм, а його робоча довжина (виміряна між крайніми траєкторіями ріжучої кромки різця барабана) 950...4100 мм, кількість ножів на барабані варіюється від 12 до 272 в залежності від його довжини.



Рисунок 3.3 – Різальний барабан машин серії RM фірми Kuhn (Франція) з розміщенням ножів по гвинтовій лінії

Подрібнювальний барабан приводиться в рух силовим валом трактора (ВВП) через карданний вал, конічний редуктор із вбудованою обгінною муфтою, трансмісійний вал і багатовісний (3...5 рядів) клиновий ремінь, паралельний вісь барабана (рис. 3.4). Коли ширина машини досягає 4,1 м, корпус подрібнювача приймає один ролик. Коли ширина машини стає більшою, корпус подрібнювача приймає форму двох коаксіальних роликів. Крім того, коли ширина ручки машини досягає 3 м, подрібнюючий корпус приводиться в рух з одного кінця, а коли вона перевищує 3 м, він приводиться в рух з обох кінців.



Рисунок 3.4 – Привод різального барабана машини TIGRE 300 фірми Maschio (Італія)

У нашій країні також випускаються машини з горизонтальними робочими механізмами. Зокрема, компанія «Білоцерків-МАЗ» розробила навісні машини типу ПН-2М та ПН-4 із шириною захвату 2 м та 4 м відповідно.

Машини з вертикальним механізмом роботи схожі за конструкцією з роторними газонокосарками, наприклад, газонокосарка радянського виробництва КРН-2.1А, головна відмінність яких полягає в тому, що робочий механізм цих машин розміщений всередині корпусу. Тому зрізані рослини або їх залишки не викидаються робочим органом, а залишаються в оболонці і додатково подрібнюються ножем.

Робочим органом цих верстатів є вертикальний вал, верхній кінець якого з'єднаний з приводним механізмом обертального руху, а нижній кінець закріплений на ріжучому робочому органі у верстаті XRM 235 італійської фірми Del Morino Компанія виготовлена з цілісного шматка сталеві смуги з ріжучою кромкою, тобто гострою (рис. 3.5).



Рисунок 3.5 – Різальні органи машини XRM 235 фірми Del Morino (Італія) з шириною захвату 2,35 м

Крім того, до верстатів з вертикальними робочими механізмами пред'являються такі ж вимоги до якості різальних інструментів, як і до горизонтальних. Для забезпечення такої якості ці ножі також виготовлені з високоякісної та дорогої сталі та пройшли термічну обробку. У той же час слід зазначити, що в процесі роботи ріжучі інструменти часто стикаються з предметами з більшою твердістю, пошкоджуються і потребують заміни.

Тому ріжучий інструмент, що випускається переважною більшістю компаній, складається з двох частин: рукоятки, яка виготовляється зі звичайної конструкційної сталі і закріплюється на валу, і короткого ножа, який виготовляється з високоякісної сталі і шарнірно кріпиться на ручці. Таке технічне рішення зменшує силу удару ножа об предмет високої твердості та зменшує ударне навантаження на привод робочого органу, оскільки в момент удару ніж за рахунок шарнірного кріплення відхиляється від предмета. Крім того, якщо він прийде в непридатність, буде замінено лише один ніж, а решта деталей продовжуватимуть використовувати.

Фіксатор може бути виконаний у вигляді пластини (рис. 3.6а), трилопатевого (рис. 3.6б) або чотирилопатевого (рис. 3.6в) ротора або у вигляді диска (рис. 3.7), з 2-4 прикріпленими ножами.

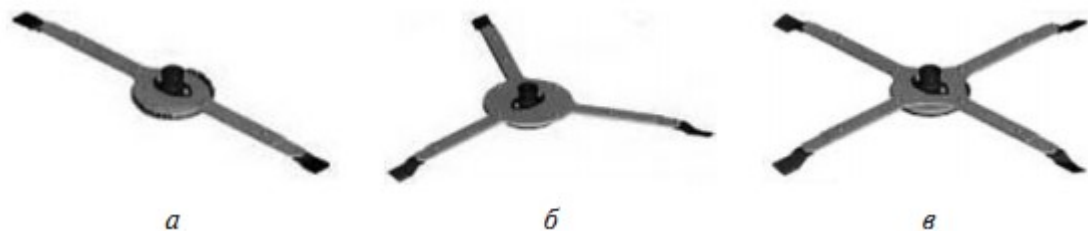


Рисунок 3.6 – Різальні робочі органи машин серії TR фірми Joskin (Бельгія): *а* – пластинчастий; *б* – трилопатевий; *в* – чотирилопатевий

Ніж виготовляється з пластини і може бути плоским (рис. 3.6а) або мати два вигини так, щоб кінці ножа були паралельні один одному, але зміщені по вертикалі на певну відстань (рис. 3.6в). Завдяки цьому вигину ножа під час роботи машини, коли висота зрізання рослин однакова, відстань між тримачем ножа та головкою фіксованого валу ножа до поверхні ґрунту буде більшою, ніж при використанні плоского ножа, зменшуючи взаємодію між рукоятку ножа, головку деревка та землю та можливість їх пошкодження. Однак цей вид ножа складний у виготовленні, має велику масу і під час роботи буде виробляти згинальний момент, пропорційний вертикальному переміщенню його кінця. Цей крутний момент передається на головку

шпинделя і викликає прискорення сполучених поверхонь інструмента та головки болта. Тому більшого поширення набули плоскі ножі.

У сучасних машинах з вертикальними робочими органами використовується від одного (рис. 3.8) до семи (рис. 3.9) робочих органів, а діаметр різального робочого органу, виміряний по траєкторії торця інструмента, коливається в межах 0,45. Довжиною до 2,2 м є машина Jolly 120 італійської фірми Maschio (рис. 3.10) і машина TR/220/C1 бельгійської фірми Joskin (рис. 3.9). Крім того, якщо на машині використовується більше одного робочого органу, осі валів суміжних робочих органів переміщуються вперед або назад на відстань один від одного відносно вертикальної площини, що проходить перпендикулярно до напрямку руху машини. Відстань між вертикальними площинами робочого органу над віссю, паралельною напрямку руху верстата, менша за діаметр інструмента (рис. 3.5), або для забезпечення синхронної роботи суміжних робочих органів, різальні інструменти яких зміщені. від поздовжньої осі суміжного робочого органу половина кута між ними, а відстань між осями суміжних робочих органів менше діаметра ріжучого робочого органу машина працює, робочі траєкторії ріжучих робочих органів перекривають одна одну на 12-17 см, навіть якщо Навіть при невисокій прямолінійності машини можна забезпечити повне скошування рослин. Рух порушується.



Рисунок 3.7 – Машина з вертикальними робочими органами з дисковими тримачами FX 742 фірми Schulte (Канада) шириною захвату 12,8 м (в транспортному положенні)

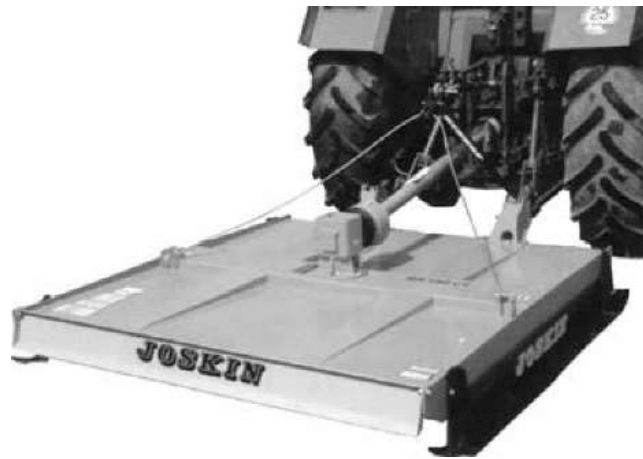


Рисунок 3.8 – Машина з вертикальним робочим органом BR/220/C1 фірми Joskin (Бельгія) шириною захвату 2,2 м



Рисунок 3.9 – Машина з вертикальними робочими органами FX 742 фірми Schulte (Канада) шириною захвату 12,8 м



Рисунок 3.10 – Машина з вертикальними робочими органами JOLLY 120 фірми Maschio (Італія) з діаметром різального робочого органу 0,45 м і шириною захвату 1,2 м

З порівняльного аналізу видно, що при майже однаковій робочій швидкості, мінімальній висоті різання обладнання та питомій металоємності машина з вертикальним робочим механізмом споживає на 40% менше енергії та зменшує ширину захвату майже на 30% на метр. разів. і простіші ножі.

Враховуючи скрутне фінансове становище сільськогосподарських підприємств нашої країни, високі ціни на паливо та сильну засміченість полів об'єктами підвищеної твердості, керівникам наших господарств слід віддати перевагу при виборі косарно-подрібнювальної техніки та відходів від них на ринку сільськогосподарської техніки. вертикальні робочі механізми, оскільки їх використання економить до 40% палива та коштів на дорогі інструменти, які часто виходять з ладу через засмічення інструментів, порівняно з машинами з горизонтальними робочими механізмами. поле.

Враховуючи беззаперечні переваги косарно-піскозбирального обладнання з вертикальним робочим механізмом, в ННЦ Інституті механіки та автоматики агропромислового виробництва Національної академії аграрних наук розроблено напівпричіпну машину даного типу, яка успішно пройшла державні приймальні випробування та отримала допуск до ВАТ «Красилівський машинобудівний завод». виробництва. – «Будівельна фабрика» під маркою ПР-4,5 (рис. 3.11).



Рисунок 3.11 – Машина з вертикальними робочими органами ПР-4,5 шириною захвату 4,5 м, розроблена в ННЦ ІМА АПВ НААН, виготовляється ВАТ "Красилівський машинобудівний завод"

Машина ПР-4,5 складається з рами, яка спирається на два ходових колеса і оснащена сницею для зчеплення з трактором класу 3,0. Центральна частина корпусу з'єднана з рамою, до якої шарнірно з'єднані два крила, обладнані гідроциліндрами для підйому їх у транспортне положення та

опорними колесами. Крім того, ходові колеса і опорні колеса крила оснащені гвинтовими механізмами, за допомогою яких можна досягти високого ходу. Передня і задня сторони корпусу виконані у вигляді зварних ланок, тобто перфоровані, а бічні стінки виготовлені з листової сталі.

Ріжучий робочий механізм верстата складається з рукоятки інструменту, яка складається з двох сталевих стрижнів, розташованих вгору і вниз, з прокладками, встановленими на обох кінцях, і плоских ножів, шарнірно закріплених на обох кінцях.

Завдяки встановленню чотирьох фрикційних запобіжних муфт виключається не тільки можливість пошкодження ріжучих робочих органів верстата при взаємодії з великими предметами підвищеної твердості, але й можливість пошкодження розподільного редуктора, наприклад, при роз'єднанні і заклинюванні одного із карданних валів приводу конічних редукторів.

Особливістю технологічного процесу машини ПР-4,5 є те, що забезпечується подрібнення рослинних решток на частинки заданої довжини, тобто покращується якість подрібнених рослинних решток, завдяки встановленню прокладок біля кінця робітника.

3.2. Будова, принцип роботи та обґрунтування необхідності удосконалення конструкції

Дробарка ПР-4,5 призначена для подрібнення рослинних залишків, що залишилися на полі після збирання врожаю, та рівномірного розподілу їх по поверхні поля.

Напівнавісні подрібнювачі в агрегаті з тракторами 3-5 класу придатні для використання в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України.

Незважаючи на конструктивні переваги подрібнювача ПР-4,5 перед іншими аналогічними подрібнювачами, він має і певні недоліки, а саме те, що переведення з транспортного положення в робоче і навпаки, а також

висота зрізу здійснюється з допомогою навіски трактора. Це створює додаткове навантаження на неї та негативно впливає на її ресурс, а також на якість зрізу після збиральних решток. Тому нами запропоновано удосконалити конструкцію подрібнювача ПР-4,5 шляхом встановлення гідроциліндра, що дасть змогу переміщувати у вертикальній площині колісний хід. Таке удосконалення дає змогу збільшити дорожній просвіт при транспортуванні та підвищити прохідність машини, а також підвищити якість зрізу та подрібнення після збиральних решток за рахунок збереження паралельності роторів із ґрунтом.

Удосконалена конструкція подрібнювача (рис. 3.12) являє собою напівпричіпну машину, яка складається з основних складальних одиниць: рами - 1, колісного ходу - 2, сниці - 3, тяг - 4, платформи правої - 5, платформи лівої - 6, стояночної опори - 7, трансмісії - 8, роторів - 9, протиризів - 10, гідроциліндрів платформ - 11, гідроциліндра колісного ходу - 12, габаритів - 13.

Подрібнювач приєднується до гідрогака трактора за зчіпку сниці, гідросистема машини через роз'ємні муфти з'єднується з гідросистемою трактора, а трансмісія машини з валом відбору потужності трактора.

Це дає можливість з кабіни трактора переводити подрібнювач з робочого положення в транспортне і навпаки, піднімати на необхідну висоту бокові платформи при розворотах, керувати технологічним процесом.

Колісний хід див. рис. 3.1 шарнірно кріпиться до рами на кронштейнах пальцями, а в середній частині з'єднаний зі штоком гідроциліндра за рахунок чого колеса підкочуються під раму подрібнювача і піднімають її на необхідну висоту при регулюванні висоти різання або при переводі в транспортне положення. Для синхронного підйому всієї платформи (горизонтально до поверхні поля) рама колісного ходу з'єднана двома тягами із сницею.

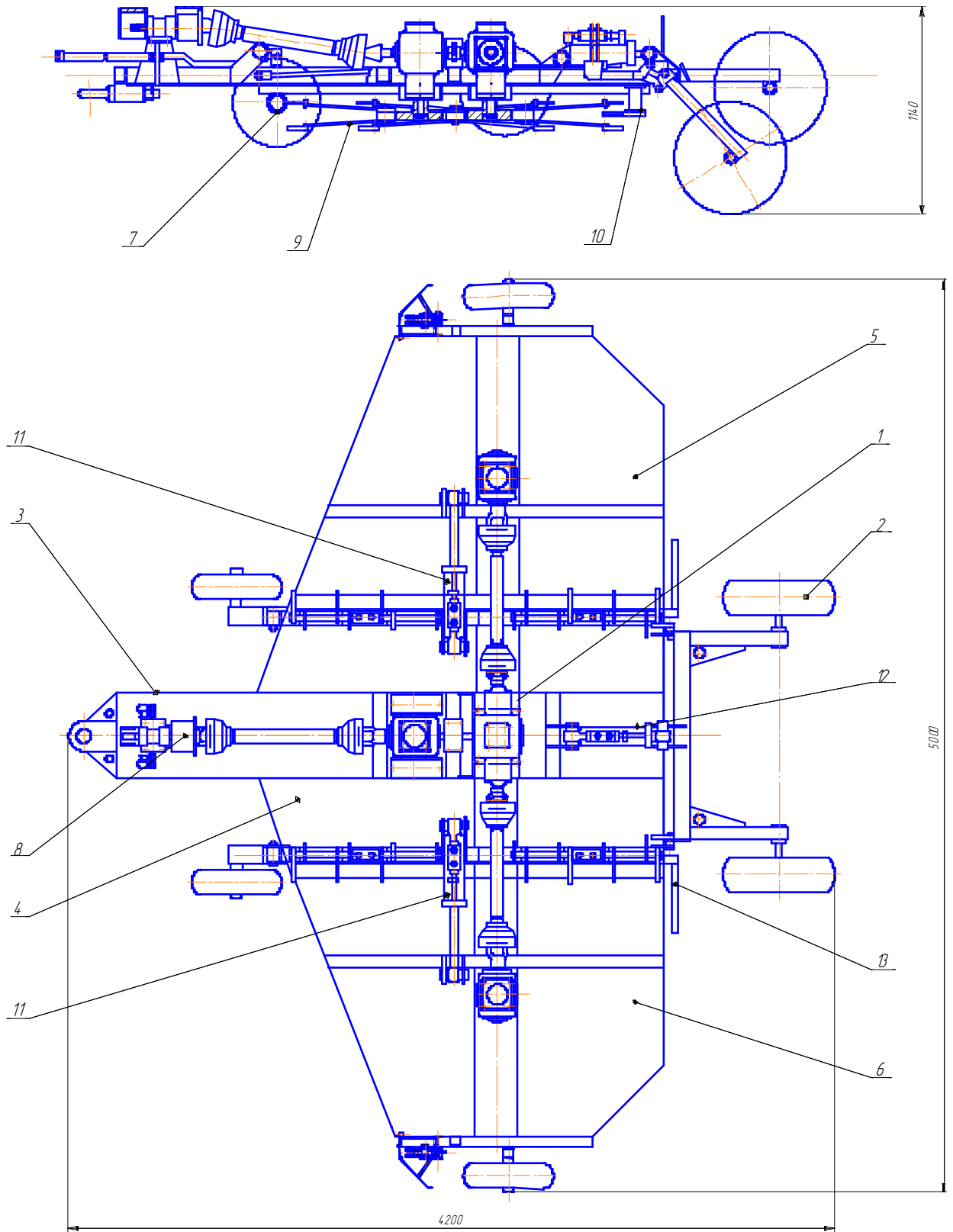


Рисунок 3.12 – Удосконалена конструкція подрібнювача післязбиральних решток ПР-4,5

Рама 1 колісного ходу має П – подібну форму і зварена із труб квадратного перерізу (100x100 мм). Вісі коліс 3 за допомогою стопорних гвинтів 4 встановлені на рамі.

Колеса діаметром 760 мм на пневматичних шинах 6,5-16 типу Д-66. Тиск в шинах 310 кПа.

Вісі коліс встановлені на конічних підшипниках 5, зазор в підшипниках регулюється корончатою гайкою 6.

Гідравлічна система призначена для роботи з тракторами класу 3 і 5. У зв'язку з цим роз'єднувальні муфти 1 передбачені для цього класу тракторів на різьбу М20 і М27. В гідравлічну систему входить: система трубопроводів 2, гідроциліндри підйому правої 3 і лівої платформи 4 та гідроциліндр управління колісним ходом 5. Всі три гідроциліндра мають діаметр циліндра 80 мм і оснащені гідрозамками. Це дозволяє забезпечити їх фіксацію в будь-якому положенні, що необхідно для фіксації висоти зрізання пожнивних решток, установки платформ в піднятому положенні при розворотах агрегату та установці подрібнювача в транспортне положення. Гідросистема випробовується на герметичність тиском 25 МПа. Роботоздатність гідросистеми забезпечується тиском масла 12 МПа.

При переведенні подрібнювача з робочого положення в транспортне повинна бути передбачена, окрім гідравлічної (гідрозамки), механічна фіксація колісного ходу.

3.3. Розрахунок зварного з'єднання кронштейна колісного ходу

Зварний шов кріплення кронштейна гідроциліндра колісного ходу піддається напруженню розтягу. Розрахункова схема відповідного з'єднання наведена на рис. 3.13. Для кріплення кронштейна колісного ходу Використаємо електродугове зварювання з використанням електродів типу Е46 таких марок ОЗС-4, АНО-3, МР-1. Ці електроди мають тимчасовий опір

розриву не менше 46 кгс/мм² (451 МПа), що забезпечує необхідну міцність зварного з'єднання.

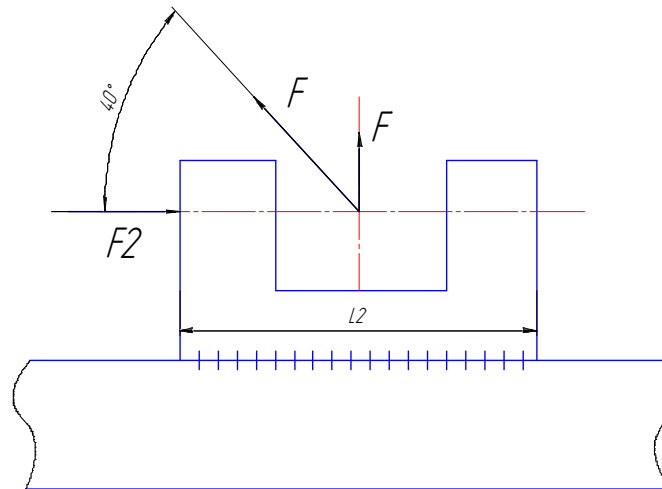


Рисунок 3.13 – Розрахункова схема зварного шва кронштейна гідроциліндра колісного ходу

Умова міцності даного шва визначається за формулою [7, 13, 15]:

$$\sigma_p = \frac{F_2}{A} \leq [\sigma]_{\text{рш}}, \quad (3.1)$$

де F_2 – сила, яка діє на кронштейн, Н;

A – площа зрізу зварного шва, м².

Знаходимо силу F_2

$$F_2 = F \cdot \cos \alpha, \quad \text{Н}, \quad (3.2)$$

де F – сила, яка діє на регулювальну планку, Н, $F = 20601$ Н;

α – кут на який опускається регулювальна планка, град, $\alpha = 40^\circ$.

Підставивши значення отримаємо:

$$F_2 = 20601 \cdot \cos 40^\circ = 15781,3 \text{ Н}.$$

Площа зрізу зварного шва визначається за формулою:

$$A = 0,7 \cdot k \cdot L_2, \quad \text{м}^2, \quad (3.3)$$

де k – катет зварного шва, м, $k = 0,004$ м;

L_2 – довжина зварного шва (сумарна), м.

Сумарна довжина зварного шва буде рівна [7, 13, 15]:

$$L_2 = L \cdot n, \quad \text{м}, \quad (3.4)$$

де L – довжина одного відрізка шва, м, $L = 0,08$ м;

n – кількість відрізків зварного шва.

Підставивши значення отримаємо:

$$L_2 = 0,08 \cdot 2 = 0,16 \text{ м.}$$

Таким чином матимемо:

$$A = 0,7 \cdot 0,004 \cdot 0,16 = 0,45 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2.$$

Підставивши значення сили і площі зрізу отримаємо:

$$\sigma_p = \frac{15781,3}{0,45 \cdot 10^{-3}} = 35,2 \text{ МПа.}$$

Допустиме напруження на розтяг для зварного шва визначається в залежності від допустимого напруження металу, яке приводить за формулою [7, 13, 15]:

$$[\sigma]_{рш} = 0,9[\sigma]_p, \quad (3.5)$$

де $[\sigma]_{рш}$ - допустиме напруження розтягу зварного шва, МПа;

$[\sigma]_p$ - допустиме напруження розтягу, МПа,

$[\sigma]_p = 90$ МПа, для ст 3 [7, 13, 15].

Підставивши значення, отримаємо:

$$[\sigma]_{рш} = 0,9 \cdot 90 = 81 \text{ МПа.}$$

Умова міцності 3.5 виконується так, як

$$\sigma_p \leq [\sigma]_{рш},$$

$$35,2 \leq 81 \text{ МПа.}$$

Так, запропоноване конструктивне вдосконалення дозволяє підвищити надійність кріплення кронштейна гідроциліндра колісного ходу. Це в свою чергу сприяє підвищенню загальної надійності роботи подрібнювача. Міцність і надійність зварного з'єднання, забезпечені за допомогою використання відповідних електродів і технологій зварювання, є ключовими аспектами в удосконаленні конструкції та забезпеченні тривалої та ефективної експлуатації обладнання.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Структурно-функціональний аналіз механізованих робіт та моделювання травмонебезпечних ситуацій

Процеси формування та виникнення аварій, а також виробничих травм є випадковими подіями (явищами), що утворюють конкретну аварійну або травмонебезпечну ситуацію і пов'язані між собою причинно-наслідковими зв'язками. В них є початкові, проміжні та кінцеві події [5, 14]. Усі початкові події (небезпечні умови, небезпечні дії) слід виявляти у процесі обстеження об'єктів виробництва, а проміжні та кінцеві на основі логічного аналізу можливих варіантів перебігу подій.

Поняття «початкові події» введено умовно, бо насправді цим подіям можуть передувати інші. Але вони першими помічаються при обстеженні робочих місць та інших об'єктів виробництва. Якщо на схемах, що зображують процеси перебігу випадкових подій, починаючи з початкових і закінчуючи кінцевими, показати причинно-наслідкові зв'язки, то ми одержимо логічні моделі процесів, що вивчаються.

Логічна модель процесу формування та виникнення небезпечної або аварійної ситуації (табл. 4.1) складається з певної кількості випадкових подій, які між собою можуть бути статистичне залежними або незалежними. Статистичне залежні події – це такі, коли поява наступної події неможлива без виникнення попередньої. Якщо кожна з двох подій, що входять до однієї моделі, можуть з'являтися незалежно одна від одної, то такі події є статистичне незалежними. Як правило, у таких моделях незалежні випадкові події одна відносно одної розміщуються паралельно, а залежні - послідовно.

Причинно-наслідкові зв'язки зображені стрілками, які, крім того, ще показують напрямок протікання (перебігу) подій. Шляхом дослідження небезпечних ситуацій, які можуть виникати при експлуатації виробничого обладнання в галузях сільського господарства, описані і побудовані логічні

Таблиця 4.1 – Моделювання травмонебезпечних і аварійних ситуацій [5, 14]

Вид робіт	Виробнича небезпека			Можливі наслідки	Заходи запобігання небезпечній ситуації
	Небезпечна умова (НУ)	Небезпечна дія (НД)	Небезпечна ситуація (НС)		
Агрегування трактора з причіпними с.-г. машинами, причепами	З'єднання трактора з причіпною машиною здійснюється за допомогою ручних операцій НУ	Можливий рух трактора без команди причіплювача НД	Можливий наїзд трактора на причіплювач НС	Травма, аварія	Трактори повинні мати спеціальні пристрої для автоматичного агрегування причіпних машин
<p style="text-align: right;">Модель процесу</p>					
Ремонт чи регулювання агрегату	Неналежний технічний стан інструменту НУ	Зривання ключа з граней кріпильних елементів НД	Удар кистю руки об елементи агрегату НС	Травма	Використання справного інструменту
<p style="text-align: right;">Модель процесу</p>					

моделі різні за формою і характером подій. Це дало можливість перейти до побудови більш складних моделей аварій, травм і катастроф, які потрібні для встановлення причин виникнення потенційних небезпек, без чого неможливо вжити обґрунтованих профілактичних заходів.

Метод логічного моделювання потенційних аварій, травм і катастроф відкриває можливість розробити досконалу систему управління безпекою життєдіяльності виробництва, яка базується на оперативному пошуку виробничих небезпек, їх глибокому логічному (при необхідності і математичному) аналізі й терміновому прийнятті заходів для усунення потенційних небезпек ще до виникнення травмонебезпечних та катастрофічних ситуацій. Процес пошуку потенційних небезпек на виробництві ґрунтується на більш точному і ефективному проведенні існуючого оперативного контролю, який також повинен бути відповідно удосконалений [5, 14].

Аналізуючи кожен з побудованих логічних моделей процесів формування та можливого виникнення травмонебезпечних та аварійних ситуацій, завжди можна знайти подію, з якої починається небезпечний процес і до виникнення небезпечних наслідків (табл. 4.1). Якщо дослідження логічних зв'язків провести у зворотному напрямку, то обов'язково можна знайти ту подію (явище), що є причиною (однієї з причин) формування досліджуваного процесу. Метод логічного моделювання травмонебезпечних аварійних та інших ситуацій значно полегшує пошук причин аварій, виробничих травм і дорожньо-транспортних пригод при їх розслідуванні.

4.2. Заходи з охорони праці під час виконання технологічної операції

Загальні вимоги безпеки.

До роботи на машинах допускають осіб віком не молодше 18 років, що пройшли навчання та інструктаж на робочому місці з техніки безпеки, а

також оволоділи практичними навиками безпечного виконання робіт. Працівників забезпечують спецодягом та іншими засобами індивідуального захисту [5, 14].

Вимоги безпеки перед початком роботи.

Перед початком роботи необхідно перевірити справність і комплектність агрегату, а також начіпної системи трактора. В з'єднаннях гідравлічної системи не допускається підтікання масла. Шланги потрібно закріпити так, щоб вони не торкались рухомих деталей трактора. На рівному горизонтальному майданчику відрегулювати барабанно-ножовий ротор на задану глибину оранки, підтягнути гайки кріплення ротора, а також гвинової тяги, механізм регулювання висоти розташування рами, шарнірів з кулісою та інші різьбові з'єднання.

Для безпечного приєднання трактора до сільськогосподарської машини необхідно під'їхати заднім ходом так, щоб шарові втулки нижніх тяг розмістилися напроти відповідних пальців на рамі різачка-мульчувача. За допомогою важеля гідророзподільника довести втулки до стикання з пальцями. З'єднати кульові шарніри тяг з пальцями плуга і зашплінтувати. Після цього приєднати центральну тягу і також зашплінтувати. Якщо агрегат обладнаний автоматичною зчіпкою, її опускають разом з начіпним механізмом, а трактор подають назад так, щоб рамка автозчіпки увійшла в замок знаряддя. Після включення гідросистеми на «Піднімання» знаряддя приєднується до трактора.

Для надійного включення автозчіпки, знаряддя не повинно бути розміщене вбік відносно осі трактора більше ніж на 120 мм, а їх замки похилені вперед чи вбік більше ніж на 15мм.

Під час підготовки до роботи сільськогосподарської машини перевіряють кріплення робочих органів, регулюють положення опорного колеса, змащують підшипники і встановлюють висоту зрізування. Регулювання необхідно здійснювати в рукавицях. Очищати подрібнювач слід спеціальними чистиками.

До початку польових робіт поле оглядають, засипають ями, перешкоди позначають віхами, відбивають контрольні борозни і поворотні смуги. Якщо працюватиме група машин, призначають старшого, з найбільш досвідчених трактористів, який відповідає за безпеку роботи агрегатів у загінці. Переїзди тракторними агрегатами слід робити тільки по затверджених маршрутах. Перед початком руху тракторного агрегату необхідно переконатись у відсутності поблизу людей і подати звуковий сигнал [5, 14].

Вимоги безпеки під час роботи.

Під час роботи не слід робити крутих поворотів, якщо робочі органи заглиблені в ґрунт, бо це призводить до поломок і аварій. Перед зміною ножів та виштовхувачів порізаних рослин в польових умовах необхідно виключити двигун трактора, підкласти під колеса упори, а під раму начіпної машини надійні підставки,

Для роботи групи машин призначають старшого з найбільш досвідчених трактористів-машиністів, який відповідає за роботу агрегатів у загінці, стежить, щоб відстань між тракторами була в межах 30–40 м. Якщо причіпні машини обслуговує кілька працівників, один з них відповідає за пуск і зупинку даного агрегату.

При роботі в умовах надмірної запиленості (підвищена температура повітря та наявність вітру), а також гри заточуванні робочих органів ґрунтообробних машин необхідно користуватися захисними окулярами, рукавицями і распіраторами [5, 14].

4.3. Розрахунок блискавкозахисту гаражів

Для захисту будівель і споруд, а також електричних установок від прямих ударів блискавки блискавковідводи, які являють собою добре заземлені провідники, розміщені вище елемента, який захищається [5, 14].

Блискавкоприймачі монтуються на відстані не менше як на 15 см і не більше як на 2 м вище стояка. В ролі стояка можуть бути використані повітровивідні отвори проте основним недоліком їх є незначна висота, струмопровід виконують сталлюю смугою перерізом 50 мм². Заземлення здійснюють кутовою сталлю на відстані 1 м від фундаменту будівлі. Опір розтікання заземлення не повинен перевищувати 10 Ом.

Блискавкозахист буде ефективним при умові, що всі розміри споруди вписуються у захисну зону, яка визначається поверхнею двох конусів, побудованих в певному масштабі.

Зона захисту блискавковідводу – це частина простору поблизу блискавковідводу, де ймовірність ураження об'єкта блискавкою досить незначна. Об'єкт вважають захищеним від прямого удару блискавки, якщо він повністю знаходиться в середині зони захисту блискавковідводу.

Захисні властивості стержневого блискавковідводу характеризуються захисною зоною, під якою розуміють простір навколо блискавковідводу, де ураження об'єкту, що захищається атмосферним розрядом є малоімовірним.

Здійснимо розрахунок блискавковідводу гаража, що знаходиться на території ФГ «Шанс» розміри якого становлять 35х6х3,7 м.

Розрахунок блискавковідводу проводять за наступною методикою. Приймаємо довільне значення висоти блискавковідводу (h , м приблизно $2h_x$) та здійснюємо розрахунок контурів захисних зон що утворюються в даному випадку. Якщо споруда знаходиться в їх межах, то розрахунок припиняють або ж зменшують висоту блискавковідводу доводячи контури до оптимальних розмірів, це дає змогу зменшити металоємність. В іншому випадку поступово збільшуємо висоту блискавковідводу доводячи контури захисних зон до необхідних розмірів.

Для подвійного стержневого блискавкозахисту (рис.4.1) радіус захисту r_x одинарного стержневого блискавко захисту висотою менше 30м визначається за формулою [5, 14].

$$r_x = 1,6 \cdot h \cdot \frac{h - h_x}{h + h_x} \quad (4.1)$$

де h – повна висота блискавковідводу, м;

h_x – висота приміщення, м.

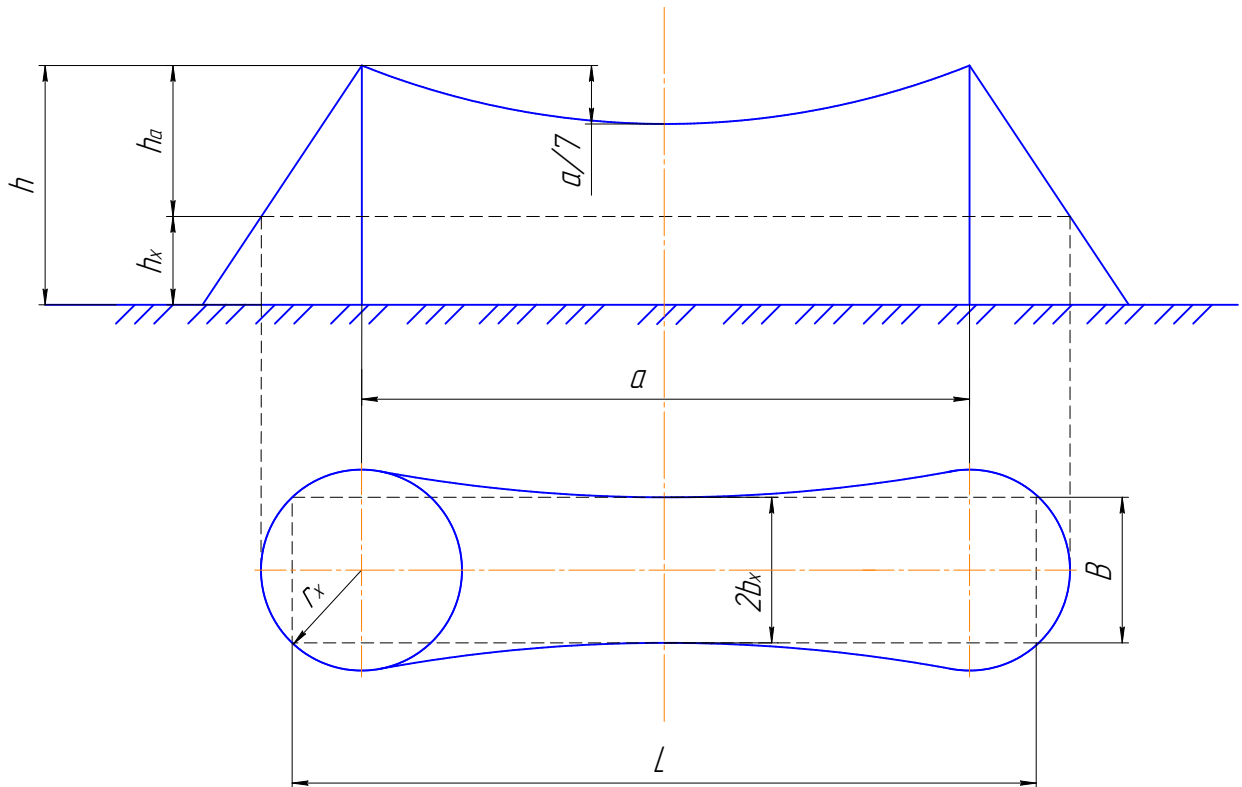


Рисунок 4.1 – Схеми блискавкозахисту гаража.

Приймаємо висоту блискавковідводу $h = 9,6$ м.

Отже,

$$r_x = 1,6 \cdot 9,6 \cdot \frac{9,6 - 3,7}{9,6 + 3,7} = 6,81 \text{ м}$$

Захисна дія стержневого блискавкозахисту характеризується коефіцієнтом захисту k_x :

$$k_x = \frac{1,6}{1 + \frac{h_x}{h}} \quad (4.2)$$

Отже,

$$k_x = \frac{1,6}{1 + \frac{3,7}{9,6}} = 1,15$$

Граничне значення k_x при висоті блискавкозахисту менше 30м рівно 1,6.

Розрахункову ширину внутрішньої захисної зони $2b_x$ на висоті h_x знаходять за формулою [5, 14]

$$2b_x = \frac{7h_a - a}{14h_a - a} \cdot 4r_x \quad (4.3)$$

де h_a – активна висота блискавковідводу, м;

a – віддаль між блискавковідводами, м.

$$h_a = h - h_x \quad (4.4)$$

отже,

$$h_a = 9,6 - 3,7 = 5,9 \text{ м}$$

Для прямокутних будівель

$$a = L - B \quad (4.5)$$

отже,

$$a = 35 - 6 = 29 \text{ м}$$

Використовуючи рівняння (4.3) знаходимо розрахункову ширину внутрішньої захисної зони [5, 14]

$$2b_x = \frac{7 \cdot 5,9 - 29}{14 \cdot 5,9 - 29} \cdot 4 \cdot 6,81 = 6,25 \text{ м}$$

Накладаючи контури захисних зон на контури гаража, ми переконалися, що дане приміщення вписується у захисну зону, тобто буде захищене від прямих ударів блискавки.

5. ВАРТІСНЕ ОЦІНЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИТРАТ НА ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ ПОДРІБНЕННЯ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНИХ РЕШТОК

Впродовж усього періоду роботи агрегату (трактора ХТЗ-150К-09 та подрібнювача ПР-4,5) на полі господарство несе наступні витрати: 1) експлуатаційні витрати; 2) втрати через несвоєчасність збиральних робіт.

Питомі експлуатаційні витрати на одиницю виконаної агрегатом роботи, (грн/га) визначають [9, 18]:

$$C_V = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 \quad (5.1)$$

де C_1 – оплата праці персоналу, який обслуговує агрегат, грн/га;

C_2 – вартість витрачених паливно-мастильних матеріалів, грн/га;

C_3 – відрахування на реновацію машини, грн/га;

C_4 – відрахування на ремонт та технічне обслуговування, грн/га.

Оплата праці обслуговуючого персоналу дорівнює, грн/га;

$$C_1 = \frac{n_1 \cdot T_1 + n_2 \cdot T_2 + \dots + n_6 \cdot T_6}{W_{\text{год}}} \quad (5.2)$$

де n_1, n_2, \dots, n_6 – чисельність працівників, які обслуговують агрегат, окремо за кожною кваліфікацією (розрядом);

T_1, T_2, \dots, T_6 – годинна оплата праці, грн./год;

$W_{\text{год}}$ – годинна продуктивність агрегату, га/год.

Вартість паливно-мастильних матеріалів:

$$C_2 = C_K \cdot G_{\text{П}} \quad (5.3)$$

де C_K – комплексна ціна одного кілограма палива, грн/га;

$G_{\text{П}}$ – погектарна витрата палива агрегатом, кг.

Питомі витрати на амортизацію агрегату:

$$C_3 = \frac{B_K \cdot a_K \cdot k_r}{100 \cdot S_c} \quad (5.4)$$

де B_K – балансова вартість трактора та с.г. машини, грн;

a_K – відсоток відрахування на реновацію, %;

k_r – коефіцієнт зайнятості;

S_c – сезонна площа вирощування картоплі, га.

Питомі відрахування на ремонт і технічне обслуговування становлять:

$$C_4 = \frac{B_K \cdot P_K}{W_K^{zod} \cdot T_K} \quad (5.5)$$

де P_K – відсоток відрахувань на ремонт і технічне обслуговування для трактора ХТЗ-150К-09 та $P_K = 11,5\%$ та подрібнювача ПР-4,5 $P_K = 7\%$;

W_K^{zod} – годинна продуктивність агрегату, га/год;

T_K – нормативне річне завантаження r -ї машини для трактора ХТЗ-150К-09 – 1350 год та подрібнювача ПР-4,5 – 120 год [9, 18].

Наведемо приклад визначення питомих експлуатаційних витрат підприємства для технологічної операції подрібнення післязбиральних решток. Зазначимо, що площа, на якій виконується операція становить 196 га.

За формулою (6.2) визначаємо питомі витрати коштів на оплату праці тракториста.

$$C_1 = \frac{1 \cdot 105,44}{3,2} = 32,95 \text{ грн/га.}$$

Вартість паливно-мастильних матеріалів визначаємо за формулою (5.3):

$$C_2 = 58 \cdot 6,13 + 320 \cdot 0,1 = 387,54 \text{ грн/га};$$

Питомі відрахування на амортизацію визначаємо за формулою (5.4).
 Норма відрахувань на амортизацію приймаємо для трактора Т-150К $a_k = 15\%$ та для подрібнювача ПР-4,5 $a_k = 10\%$; коефіцієнт зайнятості для трактора $k_r = 0,06$ для с.г. машини $k_r = 1$ [9, 18]:

для трактора

$$C_{31} = \frac{1450000 \cdot 15 \cdot 0,045}{100 \cdot 196} = 49,94 \text{ грн/га};$$

для подрібнювача

$$C_{32} = \frac{290000 \cdot 10 \cdot 1}{100 \cdot 196} = 147,96 \text{ грн/га}.$$

Питомі відрахування на ремонт і технічне обслуговування становлять:

для трактора

$$C_{41} = \frac{1450000 \cdot 0,115}{3,2 \cdot 1350} = 38,60 \text{ грн/га};$$

для подрібнювача

$$C_{42} = \frac{290000 \cdot 0,07}{3,2 \cdot 196} = 52,86 \text{ грн/га}.$$

Тоді, питомі експлуатаційні витрати господарства на подрібнення післязбиральних решток розробленою машиною на площі 120га становлять:

$$C_v = 32,95 + 387,54 + 49,94 + 147,96 + 38,60 + 52,86 + 709,85 = 709,85 \text{ грн/га}.$$

Отже, виконання вищенаведених розрахунків дає змогу встановити питомі експлуатаційні витрати коштів на виконання операції подрібнення післязбиральних решток. Сумарна потреба у коштах для виконання вищезазначеної операції у ФГ «Шанс» Сокальського району Львівської області становить 139130,64 грн.

Встановлені показники експлуатаційних витрат підприємства дають змогу оцінити ефективність операції подрібнення післязбиральних решток у ФГ «Шанс».

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

ФГ «Шанс» Сокальського району Львівської області спеціалізується на виробництві продукції рослинництва та тваринництва, а також її реалізації. Підприємство здійснює надання послуг стороннім фізичним та юридичним особам з обробітку ґрунту, сівби та садіння, догляду за посівами, збиранні та після збиральної обробки зібраного врожаю, а також технічного сервісу, дозволяє йому збільшити навантаження на техніку, що сприяє отриманню максимального прибутку за умови поступового нарощування виробничої потужності та інших видів господарської діяльності.

Значну увагу при підготовці машинно-тракторного агрегату слід приділити регулюванню та налаштуванню подрібнювача ПР-4,5, а також агротехнічним вимогам, а саме: поля, призначені для роботи подрібнювача, повинні бути обчищеними від каміння і чагарників, мати вирівняний мікрорельєф і контури, ухил допускається не більше 10° . Оцінку роботи машинно-тракторного агрегату, необхідно здійснювати за якістю подрібнення рослин та рівномірним розподіленням їх по поверхні поля

Запропоновані конструктивні рішення надають удосконаленому подрібнювачу ПР-4,5 ряд переваг над існуючими аналогами, а саме: удосконалення дає змогу збільшити дорожній просвіт та підвищити прохідність машини, а також підвищити якість зрізу та подрібнення після збиральних решток за рахунок збереження паралельності роторів із ґрунтом.

Розроблення та впровадження заходів з охорони праці шляхом попередження виникнення можливих небезпечних ситуацій, дасть змогу зменшити рівень виробничого травматизму.

Економічні розрахунки показують, що питомі експлуатаційні затрати становлять 709,85 грн.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / [Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.] Київ : Вища освіта, 2005. 464 с.
2. Гречкосій В.Д. та ін., Довідник сільського інженера. Київ : Урожай, 1998. 360с.
3. Довідник з машиновикористання в землеробстві / За ред. В. І. Пастухова. Харків: "Веста" 2001. 347 с.
4. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. Київ : Аграрна освіта, 2010. 617 с.
5. Жидецький В.Н., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці. Львів: Афіша, 2001. 349 с.
6. Ільченко В.Ю., Карасьов П.І., Лімонт А.С. та ін.; Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві Київ: Урожай, 1993. 288 с.
7. Коновалюк Д. М., Ковальчук Р.М. Деталі машин. Київ : Кондор, 2004. 584 с.
8. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: НВФ „Українські технології”, 2006. 760 с.
9. Марченко В. Методика визначення показників економічної ефективності використання комплексів машин та машинно-тракторного парку / В. Марченко // Збірник наук.пр. НАУ. Механізац. с.г. ви-ва. Т.ХІV. 2003. С. 189-194.
10. Мульчування ґрунту. URL: <https://agrovita.org.ua/117-mulchirovanie-pochvy/>. (Дата звернення 04.02.2024).
11. Мульчування ґрунту: навіщо, як і чим? URL: <https://www.agronom.com.ua/mulchuvannya-gruntu-navishho-yak-i-chym/> . (Дата

звернення 04.02.2024).

12. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Полісся і західного регіону України / [редкол. : М. В. Зубець (гол. редколегії) та ін.]. Київ: Урожай, 2004. 560 с.

13. Опальчук А.С. Лабораторний практикум з технології конструкційних матеріалів і матеріалознавства: Навчальний посібник / А.С. Опальчук, О.О. Котречко, Л.Л. Роговський. Київ : Вища освіта, 2006. 287 с.

14. Охорона праці (гігієна праці та виробнича санітарія): навчальний посібник / Пістун І.П., Березовецький А.П., Тимочко В.О., Городецький І.М.; за ред. І.П. Пістуна. Львів: Тріада плюс, 2017. Ч.1. 620 с.

15. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунку деталей машин. Львів : Афіша, 2003. 560 с.

16. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур: підручник. -5-те вид., виправ., допов. Львів: НВФ „Українські технології”, 2020. 806 с.

17. Практикум із машиновикористання в рослинництві. Навчальний посібник / За ред. Мельника І.І. Київ: Кондор. 2009. 284 с.

18. Про затвердження Методики обчислення вартості машино-дня та збитків від простою машин” постанова Кабінету міністрів України від 12 липня 2004 р. N 885.

19. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку : Підруч. / Д. Г. Войтюк, та ін.; за ред. Д. Г. Войтюка. Київ : Вища освіта, 2005. 464 с.

20. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / [Д.Г. Войтюк, Т.Д. Іщенко, В.О. Дубровін та ін.] Київ : Вища освіта, 2004. 544 с.