

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

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: „Підвищення ефективності процесу внесення твердих органічних добрив під час вирощування картоплі в умовах СФГ «Семигинівське» Стрийського району Львівської області з удосконаленням ходової частини розкидача МТО-4”

Виконав: студент III курсу групи Аін-34 СП

Спеціальності 208 „Агроінженерія”

(шифр і назва)

Івасів Христина Ярославівна

(Прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. Шарибура А.О.

(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2023

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

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Зав. кафедри _____
(підпис)
к.т.н., доцент А.О. Шарибура
“ ____ ” _____ 2022 р.

З А В Д А Н Н Я

на дипломний проєкт студенту
Івасів Христині Ярославівні

1. Тема роботи: **„Підвищення ефективності процесу внесення твердих органічних добрив під час вирощування картоплі в умовах СФГ «Семигинівське» Стрийського району Львівської області з удосконаленням ходової частини розкидача МТО-4”**

Керівник роботи: Шарибура Андрій Остапович, к.т.н., доцент
Затверджена наказом по університету 30.12.2022 року № 453/К-С

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 5.06.2023 року.

3. Вихідні дані: _____
3.1. Основні показники виробничо-фінансової діяльності господарства за 2020-2022 роки;
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 коледжу.

4.2. Організація процесу внесення твердих органічних добрив;

4.3. Удосконалення ходової частини розкидача МТО-4;

4.4. Охорона праці.

4.5. Економічна ефективність.

Висновки та пропозиції

Бібліографічний список

5. Перелік ілюстраційного матеріалу:

5.1. Операційно-технологічна карта;

5.2. Розкидач органічних добрив з удосконаленою ходовою частиною;

5.3. Ходова частина (складальне креслення);

5.4. Робочі креслення деталей запропонованої конструкції;

5.5. Оцінення експлуатаційних витрат.

6. Консультанти розділів проекту:

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

7. Дата видачі завдання: 9.11.2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Відмітка про виконання
1.	<i>Написання розділу: «Характеристика і аналіз діяльності господарства»</i>	<i>30.12.22-17.01.23</i>	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Організація процесу внесення твердих органічних добрив»</i>	<i>18.01.23-2.02.23</i>	
3.	<i>Виконання третього розділу: «Удосконалення ходової частини розкидача МТО-4»</i>	<i>3.02.23-21.03.23</i>	
4.	<i>Написання розділу: «Охорона праці»</i>	<i>22.03.23-30.04.23</i>	
5.	<i>Виконання розділу: «Економічна ефективність»</i>	<i>31.04.23-6.05.23</i>	
6.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки.</i>	<i>11.05.23-25.05.23</i>	
7.	<i>Завершення роботи в цілому</i>	<i>26.05.23-05.06.23</i>	

Студент _____ Івасів Х.Я.
(підпис)

Керівник проекту _____ Шарибура А.О.

УДК 631.171...633.521

Івасів Х.Я. Підвищення ефективності процесу внесення твердих органічних добрив під час вирощування картоплі в умовах СФГ «Семигинівське» Стрийського району Львівської області з удосконаленням ходової частини розкидача МТО-4.

Дипломний проєкт. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2023.

59 с. текст. част., 7 рис., 9 табл., 5 арк. ілюстр. матер., А1, 21 бібліогр. джерел.

Охарактеризовано стан господарства СФГ «Семигинівське» Стрийського району Львівської області, зокрема, наведено відомості про стан земельних угідь та наявний парк техніки для вирощування картоплі.

Наведено організаційно-технічні аспекти щодо підвищення ефективності вирощування картоплі, а також запропоновані загальні принципи їх організації.

Розроблено нову конструкцію ходової частини для розкидача органічних добрив МТО-4. Наведені розрахунки елементів конструкції на міцність.

Запропоновано заходи з охорони праці та захисту населення, а також охорони довкілля під час виконання технологічних операцій.

Проведено техніко-економічну оцінку показників ефективності виконання операції внесення органічних добрив.

ЗМІСТ

Вступ	5
1. Аналіз об'єкта проектування	5
1.1. Аналіз біологічних особливостей росту та дозрівання картоплі	6
1.2. Загальні відомості про об'єкт проектування та аналіз його посівних площ	10
1.3. Аналіз машинно-тракторного парку господарства	15
1.4. Обґрунтування теми проєкту	20
2. ПРОЕКТУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ОБСТАВИН ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ.....	21
2.1. Підготовка агрегату до роботи	21
2.2. Технологічні особливості процесу вирощування картоплі	22
2.3. Агротехнічні вимоги до технологічного операції внесення твердих органічних добрив	26
2.4. Розроблення операційної карти внесення органічних добрив.....	28
2.5. Контроль і оцінка якості роботи розкидача органічних добрив	33
3. УДОСКОНАЛЕННЯ ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ РОЗКИДАЧА	35
3.1. Будова, принцип роботи та обґрунтування необхідності удосконалення конструкції	35
3.2. Розрахунок не обертової осі колісної пари	38
3.3. Розрахунок осі балансира ходової частини розкидача.....	42
3.4. Розрахунок підшипників ковзання балансира ходової частини.....	46
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	50
4.1. Структурно-функціональний аналіз виникнення небезпечних ситуацій	50
4.2. Обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій з охорони праці	51
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОЦІНЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ	54
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	57
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	5

Вступ

Картоплю не дарма величають в Україні "Другим хлібом". Це один із найпоширеніших на сьогодні продуктів харчування. За останні 10–12 років ця культура майже повністю перемістилась на присадибні ділянки, городи, індивідуальні особисті господарства. Вважають, що для вирощування на великих площах це дуже високовитратна і трудомістка культура.

Картопля – єдина культура в Україні, що вирощується переважно у приватному секторі. На городи припадає 98% всієї посадки цієї культури [19, 20] Україна впевнено перебуває на 8 місці у світі по валовому виробництву картоплі. Попереду Китай, Росія, Індія, США, Польща, Німеччина, Білорусь. Урожайність у 2008 склала лише 139 центнерів картоплі з гектара, тоді як у лідерів рейтингу вона досягає 350—400 центнерів

В бульбах в залежності від місця вирощування і сорту міститься 11–25% крохмалю, близько 2 – білка, 0,3% – жиру. Білок картоплі найбільш повноцінний із усіх рослинних. Він багатий на амінокислоти і відноситься до повноцінних. Із мінеральних речовин картопля найбільш багата на калій (568 мг на 100 г сирової маси) і фосфор (50 мг). У ній містяться солі кальцію, магнію, заліза, вітаміни С і групи В. Завдяки підвищеному вмісту калію картопля сприяє виведенню із організму людини води та хлористого натрію, тим самим покращує обмін речовин. Зважаючи на велику роль цього овоча в харчуванні людства, Генеральною Асамблеєю ООН 2008 рік був проголошений Міжнародним роком картоплі (англ. The International Year of the Potato).

Тому на сучасному етапі розвитку сільськогосподарського виробництва питання підвищення економічної ефективності картоплярства висувається на перший план.

1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

1.1. Аналіз біологічних особливостей росту та дозрівання картоплі

Картопля (*Solanum tuberosum* L) – багаторічна трав'яниста рослина з родини пасльонових (*Solanaceae* L.), яка об'єднує до 150 диких і культурних бульбоплідних видів. У культурі її вирощують як однорічну рослину – щороку висаджують бульби, з яких протягом одного вегетаційного періоду одержують урожай нових стиглих бульб. Можна вирощувати картоплю також з насіння, що застосовується переважно у селекційній практиці.

Коренева система у картоплі, яку вирощують з насіння, має спочатку стрижневу будову – у вигляді зародкового стрижневого кореня з бічними корінцями. Потім в основі стебельця, у його вузлах, які знаходяться у ґрунті, формується вторинна коренева система, яка разом із зародковою утворюють мичкувате коріння. При вирощуванні картоплі з бульб утворюється лише вторинна мичкувата коренева система [8, 14].

Близько 70% коріння картоплі розміщується на глибині до 30 см, а окремі корені досягають глибини 1,5 м. Стебла трав'янисті, заввишки 30-150 см, у поперечному розрізі ребристі, 3-4-гранні, рідше округлі, опушені. У деяких сортів вздовж стеблових ребер є прямі або хвилясті, вузькі чи широкі крила. У пізньостиглих сортів стебла гілкуються в основному у нижній частині, скоростиглих – у середній. За забарвленням вони можуть бути зеленими, червоно-фіолетовими або червоно-коричневими. Причому антодіанова пігментація залежно від сорту може проявлятися тільки в основі стебла, вздовж більшої його частини або на всій довжині. Інколи спостерігається досить інтенсивна пігментація, при якій стебла стають майже чорними.

З однієї бульби виростає у середньому 4-8 стебел, з яких утворюється кущ. За виглядом і будовою кущі бувають прямостоячі, розлогі та нагіврозлогі, мало- і багатостеблі, з рівними або ярусними стеблами.

У листових пазухах підземної частини стебел утворюються бічні пагони – столони завдовжки 5-20 см, іноді до 35-40 см. Ростуть вони у ґрунті більш-менш горизонтально, утворюють у вузлах корінці й здатні самостійно укорінюватися. На кінцях столонів з невеликих спочатку потовщень розвиваються бульби. Листки складні – переривчасто-непарнопідчаторозсічені.

За кількістю частинок і часточок у листку розрізняють три ступені його розсіченості: незначну – листок має лише одну пару частинок, а часточки відсутні; середню – у листку є до двох пар частинок та одна-дві пари часточок; сильну – листок з двома-трьома парами частинок і багатьма часточками [8, 14].

Залежно від щільності розміщення часток листки можуть бути густо-, середньо- та рідкочастковими. У густочасткових листків частки розміщені щільно, часто налягають своїми поверхнями одна на одну, у середньочасткових вони лише торкаються краями, у рідкочасткових між частками є проміжки. З нижнього боку часток помітна сітка жилок, які бувають пігментованими.

Розмножується вегетативно – бульбами, а також насінням (для одержання нових сортів та інколи в сучасних технологіях). Має надземне трав'янисте стебло і підземні пагони-столони, які на кінцях потовщуються і утворюють бульби. Картопля досить вимоглива до клімату, проте велика різноманітність сортів дає змогу вирощувати її майже на всій території України. Бульби картоплі починають проростати при температурі 8-10°C. Картопля не витримує низької температури і при мінус 1 –2 °C гине. Найкраще рослини ростуть при температурі 20 °C, а бульби – при 15-18°C. Якщо тривалий час стоїть спекотна погода (температура понад 30 °C), то бульби не утворюються. В умовах високої температури якість бульб погіршується, вони передчасно старіють, а після випадання дощів з їхніх вічок починають рости столони, на яких утворюються нові бульби. Тому для утворення бульб оптимальною є температура ґрунту близько 20 °C, за якої

асиміляція вуглецю відбувається найбільш інтенсивно. Після формування бульб рослинам потрібна температура ґрунту 15-18°C. Ці особливості покладені в основу боротьби з виродженням картоплі за допомогою літнього садіння [8, 14].

Картопля досить вимоглива до вологи. Оптимальним запасом вологи в ґрунті для неї є 70-85% найменшої вологоємкості (НВ). Протягом вегетаційного періоду потреба рослин у волозі змінюється. У першій фазі росту картоплі потрібно значно менше вологи, ніж у період бутонізації, цвітіння і бульбоутворення. Але надмірна кількість опадів (вологи) саме у період бульбоутворення призводить до розростання бульб і утворення на них наростів (діток), насамперед на передчасно достиглих бульбах. Транспіраційний коефіцієнт картоплі значною мірою залежить від метеорологічних умов і коливається в межах 300-600 г води на 1 г сухої речовини. За своїми біологічними особливостями вона потребує хорошої аерації ґрунту, оскільки коренева система і столони поглинають багато кисню з ґрунтового повітря. У надмірно зволоженому, щільному ґрунті вміст кисню знижується до 2% і нижче, а вміст вуглекислоти зростає до такого рівня, що бульби задихаються і загнивають. Першою ознакою нестачі повітря є поява на поверхні шкірочки бульб (на сочевичках) білих горбочків. У таких випадках слід вжити заходів для поліпшення аерації – провести глибоке розпушування.

Картопля – культура «пухких» ґрунтів. Найбільш придатні для неї легкі та супіщані, суглинкові ґрунти, в які легко проникає волога та повітря і які містять достатню кількість поживних речовин. Щільність ґрунтів для гарного росту і розвитку рослин повинна бути в межах 1-1,2 г/см.куб. На щільних, важких ґрунтах поява сходів затримується на 5-6 днів, рослини відстають у рості, мають меншу асиміляційну поверхню, знижується врожайність, а бульби деформуються, коренева система поверхнева і погано розвивається. Картопля найкраще росте при слабокислій і нейтральній

реакції ґрунтового розчину (рН 5,2-7). Важкі карбонатні ґрунти мало придатні для картоплі [8, 14].

Біологічні особливості. Розмножується вегетативно – бульбами, а також насінням (для одержання нових сортів та інколи в сучасних технологіях). Має надземне трав'янисте стебло і підземні пагони-столони, які на кінцях потовщуються і утворюють бульби. Картопля досить вимоглива до клімату, проте велика різноманітність сортів дає змогу вирощувати її майже на всій території України. Бульби картоплі починають проростати при температурі 8-10°C. Картопля не витримує низької температури і при мінус 1 –2 °С гине. Найкраще рослини ростуть при температурі 20 °С, а бульби – при 15-18°C. Якщо тривалий час стоїть спекотна погода (температура понад 30 °С), то бульби не утворюються. В умовах високої температури якість бульб погіршується, вони передчасно старіють, а після випадання дощів з їхніх вічок починають рости столони, на яких утворюються нові бульби. Тому для утворення бульб оптимальною є температура ґрунту близько 20 °С, за якої асиміляція вуглецю відбувається найбільш інтенсивно. Після формування бульб рослинам потрібна температура ґрунту 15-18°C. Ці особливості покладені в основу боротьби з виродженням картоплі за допомогою літнього садіння[8, 14].

Картопля досить вимоглива до вологи. Оптимальним запасом вологи в ґрунті для неї є 70-85% найменшої вологоємності (НВ). Протягом вегетаційного періоду потреба рослин у волозі змінюється. У першій фазі росту картоплі потрібно значно менше вологи, ніж у період бутонізації, цвітіння і бульбоутворення. Але надмірна кількість опадів (вологи) саме у період бульбоутворення призводить до розростання бульб і утворення на них наростів (діток), насамперед на передчасно достиглих бульбах. Транспіраційний коефіцієнт картоплі значною мірою залежить від метеорологічних умов і коливається в межах 300-600 г води на 1 г сухої речовини. За своїми біологічними особливостями вона потребує хорошої аерації ґрунту, оскільки коренева система і столони поглинають багато

кисню з ґрунтового повітря. У надмірно зволоженому, щільному ґрунті вміст кисню знижується до 2% і нижче, а вміст вуглекислоти зростає до такого рівня, що бульби задихаються і загнивають. Першою ознакою нестачі повітря є поява на поверхні шкірочки бульб (на сочевичках) білих горбочків. У таких випадках слід вжити заходів для поліпшення аерації – провести глибоке розпушування [8, 14].

Картопля – культура «пухких» ґрунтів. Найбільш придатні для неї легкі та супіщані, суглинкові ґрунти, в які легко проникає волога та повітря і які містять достатню кількість поживних речовин. Щільність ґрунтів для гарного росту і розвитку рослин повинна бути в межах 1-1,2 г/см.куб. На щільних, важких ґрунтах поява сходів затримується на 5-6 днів, рослини відстають у рості, мають меншу асиміляційну поверхню, знижується врожайність, а бульби деформуються, коренева система поверхнева і погано розвивається. Картопля найкраще росте при слабокислій і нейтральній реакції ґрунтового розчину (рН 5,2-7). Важкі карбонатні ґрунти мало придатні для картоплі.

1.2. Загальні відомості про об'єкт проектування та аналіз його посівних площ

СФГ «Семигинівське» розташоване в південно-східній частині Стрийського району, Львівської області. Віддаль від центральної садиби до районного центру м. Стрий – 14 км, а до обласного центру м. Львів – 89 км. Найближча залізнична станція знаходиться в с. Любинці на віддалі – 5 км. Крім цього, через територію господарства проходять автомобільна дорога районного значення з твердим покриттям. Таке розміщення господарства відносно залізничної станції значно покращує умови зв'язку і здачі на заготівельні пункти сільськогосподарської продукції. Пункти постачання сировиною і здачі сільськогосподарської продукції м. Стрий і м. Моршин. За господарством СФГ «Семигинівське» закріплено – 795 га земель. В

населеному пункті де знаходиться господарство проживає 1017 чоловік, 21 з них працює у ньому. На кожного працюючого в середньому припадає приблизно 38 га.

Клімат даної місцевості помірно-континентальний, характерними ознаками якого є помірні річні температури повітря, швидка зміна погоди, м'яка зима переважно без стійкого снігового покриву, помірно-тепле і вологе літо. Середньорічні багаторічні температури повітря на території району дорівнюють $+7,3$ °C. Найбільш холодний місяць – січень ($-10,7$ °C), а самий теплий місяць – липень ($+18,9$ °C). Тривалість вегетаційного періоду з температурою вище $+5$ °C становить 210-216 днів, а з температурою понад $+10$ °C – 160-165 днів. Сума позитивних температур (понад $+100$ °C) дорівнює 2400 – 25000, що дозволяє вирощувати всі районовані сільськогосподарські культури.

Перші осінні приморозки починаються в середньому в третій декаді жовтня, а в окремі роки і раніше. Весняні приморозки закінчуються в кінці квітня або на початку травня.

Середньорічна кількість опадів становить 720 мм. Найбільше опадів припадає в літні місяці (червень, липень, серпень), а найменше в зимові (грудень-лютий). Відносна вологість висока, в середньому 75-85% і досить стала протягом року.

Земельні угіддя є основним засобом виробництва сільськогосподарської продукції. Важливою особливістю землі, як основного засобу є те, що при правильному її використанні, вона не тільки не погіршує, а навпаки покращує свої властивості. Покращення використання землі – важливий фактор підвищення врожайності всіх культур, підвищення у землі гумусу, зменшення відсотків ерозії.

У зв'язку з впровадженням ґрунтозахисної системи землеробства передбачено подальше вдосконалення системи сівозмін та структури посівних площ.

Удосконалення сівозмін передбачає підвищення її протиерозійної ефективності, а також покращенню попередників під просапні і зернові культури.

Для підвищення родючості ґрунту у сівозмінах та оптимізації структури посівних площ збільшується питома вага багаторічних трав при одночасному зменшенні просапних і зернових культур. Проте в останні роки частка багаторічних трав у зв'язку із скороченням поголів'я ВРХ поступово знижується.

В користуванні СФГ «Семигинівське» на даний час знаходиться 795 га земельних угідь з яких 755 га сільськогосподарські (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Структура земельного фонду СФГ «Семигинівське»

Показники	2020		2021		2022	
	площа, га	структура, %	площа, га	структура, %	площа, га	структура, %
Всього земельних угідь	795,00	–	795,00	–	795,00	–
з них - сільськогосподарські	755,00	100,00	755,00	100,00	755,00	100,00
в т.ч. ріллі	695,00	92,05	700,00	92,72	710,00	94,04
сінокоси	60,00	7,95	55,00	7,28	45,00	5,96
багаторічні насадження	15,00	1,99	15,00	1,99	15,00	1,99
Інші землі	25,00	3,31	25,00	3,31	25,00	3,31

З таблиці 1.1 видно, що основну площу займає рілля. В склад ріллі входять площі надані громадянами у тимчасове користування. Згідно запроектованих і затверджених сівозмін в господарстві рілля використовується під вирощування запланованих сільськогосподарських культур.

У СФГ «Семигинівське» вирощують в зернові та технічні культури, а також багаторічні трави (рис. 1.1).

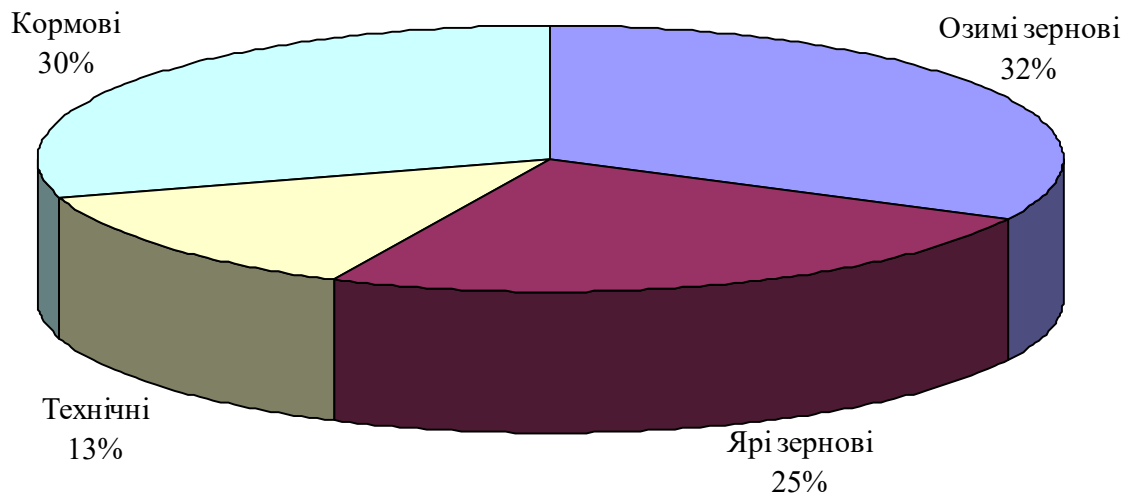


Рисунок 1.1 – Спеціалізація галузі рослинництва у СФГ «Семигинівське»

Обсяги виробництва продукції рослинництва формуються виходячи з наявних у користуванні господарства площ землекористування. Як видно із рис. 1.1. основну частину у структурі посівних площ займають зернові культури. Аналіз частки кожної культури у структурі посівних площ (рис. 1.2), дав змогу встановити площу яку вони займають (табл. 1.2).

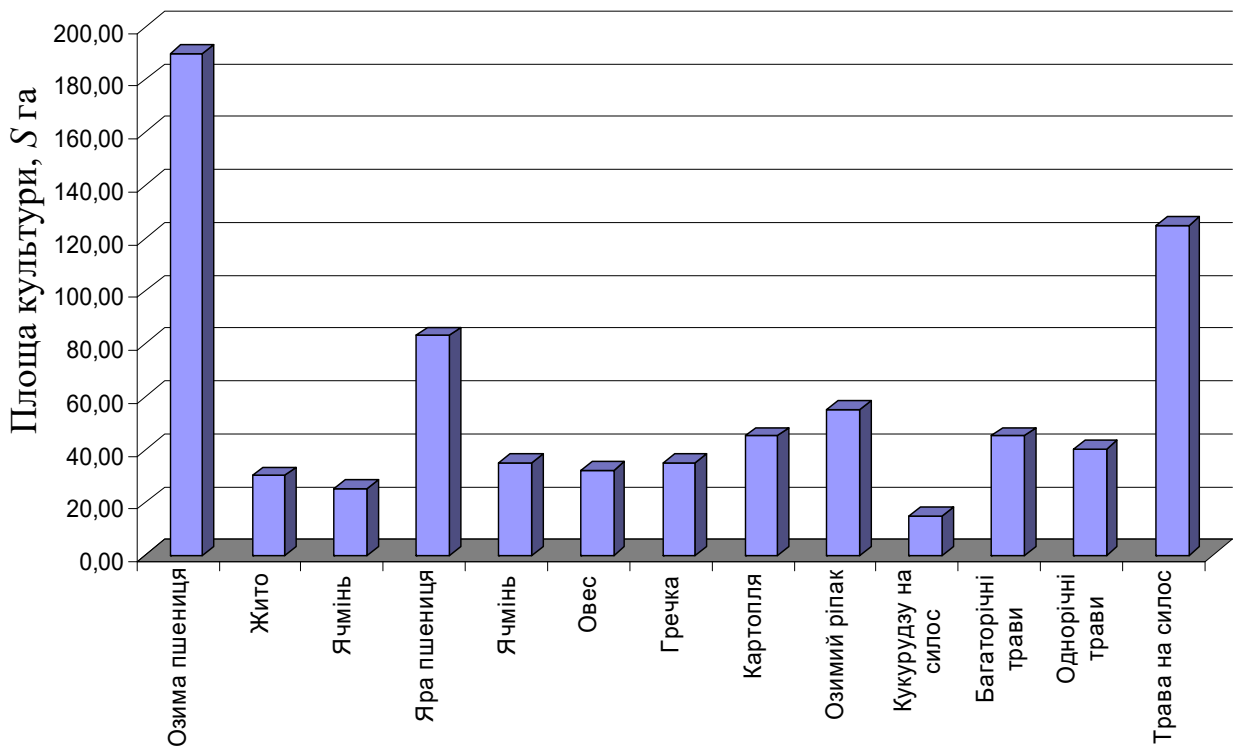


Рисунок 1.2 – Структура посівних площ у СФГ «Семигинівське»

Більшу частину земельного фонду господарства займає рілля, щодо землі, яка знаходиться під зайнятим паром то вона становить – 5,3%. Це свідчить про те, що господарство використовує сівозміни та дотримується культури виробництва.

Таблиця 1.2 – Структура посівних площ у СФГ «Семигинівське»

Культури	Площа, га	Структура, %	Площа, га	Структура, %	Площа, га	Структура, %
Зернові і бобові – всього	410,00	54,30	389,00	51,52	430,00	56,95
в т.ч. озимі	245,00	32,45	210,00	27,81	245,00	32,45
з них – пшениця	185,00	24,50	160,00	21,19	190,00	25,17
жито	30,00	3,97	25,00	3,31	30,00	3,97
ячмінь	30,00	3,97	25,00	3,31	25,00	3,31
в т.ч. ярі	165,00	21,85	179,00	23,71	185,00	24,50
з них - пшениця	87,00	11,52	85,00	11,26	83,00	10,99
ячмінь	25,00	3,31	30,00	3,97	35,00	4,64
овес	28,00	3,71	35,00	4,64	32,00	4,24
гречка	25,00	3,31	29,00	3,84	35,00	4,64
Картопля	34,00	4,50	45,00	5,96	45,00	5,96
Озимий ріпак	34,00	4,50	45,00	5,96	55,00	7,28
Кукурудзу на силос	20,00	2,65	26,00	3,44	15,00	1,99
Багаторічні трави	60,00	7,95	55,00	7,28	45,00	5,96
Однорічні трави	67,00	8,87	65,00	8,61	40,00	5,30
Трава на силос	130,00	17,22	130,00	17,22	125,00	16,56
Разом	755,00	100,00	755,00	100,00	755,00	100,00

Як видно із табл. 1.2, СФГ «Семигинівське» спеціалізується на вирощуванні зернових та кормових культур, загальна площа яких становить відповідно 57 та 30 %.

1.3. Аналіз машинно-тракторного парку господарства

Для виконання механізованих робіт рільництва у СФГ «Семигинівське» використовують машинно-тракторний парк, який складається із 8 вантажних автомобілів, 2 легкових (три з яких – навчальні) та 10 тракторів сільськогосподарського призначення (табл.1.3, 1.4).

Таблиця 1.3 – Склад автомобільного парку СФГ «Семигинівське»

Марка автомобіля	Рік виходу	Вид останнього ремонту	Технічний стан
1	2	3	4
КамАЗ-5320	1986	ПР-2	Справний
КАВЗ-685	1977	КР	Справний
ГАЗ-53А	1992	ПР-2	Справний
ГАЗ-53Б	1977	ПР-2	Справний
САЗ-3507	1977	КР	Справний
САЗ-3507	1984	КР	Справний
ГАЗ-3302	1999	КР	Справний
ГАЗ-2705	2002	ПР-2	Справний
УАЗ-452	1983	ПР-2	Справний
УАЗ-469	1984	ПР-2	Справний

Дані таблиці 1.3 свідчать, що господарство в основному добре забезпечене транспортними засобами: вантажними, спеціальними та легковим автомобілями.

Відсоток вантажних та легкових автомобілів становить 80 % та 20 % відповідно (рис. 1.3).

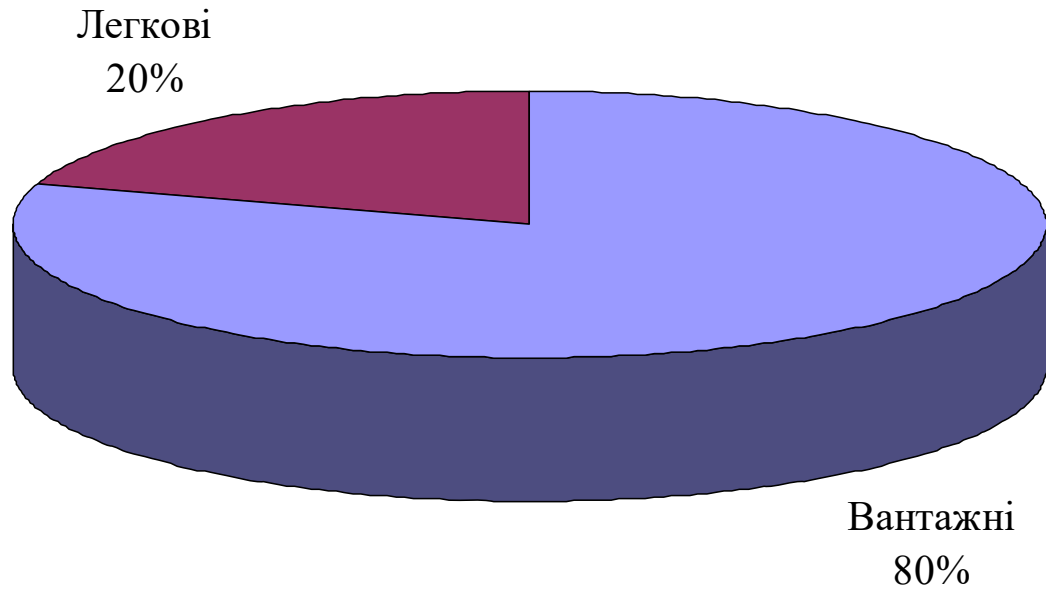


Рисунок 1.3 – Відсоток кількості вантажних та легкових автомобілів у СФГ «Семигинівське»

Таблиця 1.4 – Склад і структура тракторного парку СФГ «Семигинівське»

Тип тракторів	Марка	Рік випуску	Кількість, од	Технічний стан
Колісні	ЮМЗ-6АК	1998	1	Справний
	ХТЗ-150К-09	2003	1	Справний
	МТЗ-892	2011	1	Справний
	МТЗ-82	1990	2	Справний
	Т-40АМ	1990	1	Несправний
	Т-25	1988	1	Справний
Гусеничні	ДТ-75	1989	1	Несправний
	Т-150	1990	1	Справний
	Т-74	1983	1	Несправний
	Всього	–	10	–

Як видно з таблиці відсоток гусеничних та колісних тракторів сільськогосподарського призначення становить 30 % та 70 %

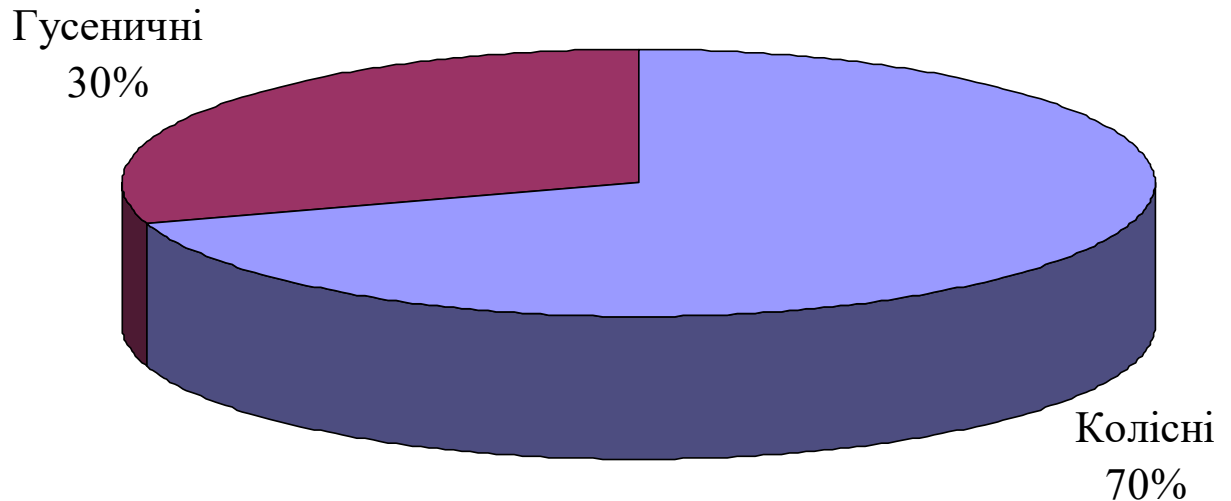


Рисунок 1.4 – Відсоток кількості гусеничних та колісних тракторів сільськогосподарського призначення у СФГ «Семигинівське»

відповідно (рис. 1.4).

Необхідно зазначити, що 75% тракторів відпрацювали свій моторесурс і є застарілими (табл. 1.4) (рис. 1.4). Це зумовлює несвоєчасне виконання технологічних операцій через усунення технічних несправностей що відображається на своєчасності механізованих процесів рільництва, а відтак і на врожайності культур.

Для підтримання їх у роботоздатному стані виконуються періодичні технічні обслуговування і ремонти. Для виконання технологічних процесів механізованого вирощування культур тракторний парк господарства має достатній шлейф сільськогосподарських машин і знарядь (табл. 1.5).

Таблиця 1.5 – Склад парку сільськогосподарських машин у СФГ «Семигинівське»

Назва машини	Марка машини	Кількість машин	Технічний стан
1	2	3	4
Комбайн зерновий	СК-6	1	Справний
	СК-5	2	Справний

Продовження табл. 1.5

1	2	3	4
Комбайн силосний	КСК-100	1	Справний
Машина бурякозбиральна	КС-6Б	1	Справний
Машина бурякозбиральна	КС-6	1	Несправна
Машина гичкозбиральна	БМ-6	1	Справний
Комбайн картоплезбиральний	ККУ-2А	1	Справний
Культиватори	УСМП-5,4	1	Справний
	КПС-4	1	Справний
	КРН_4,2	1	Справний
	КРГ-3,6	2	Справний
Культиватори	КОР-4,2	1	Справний
	КОН-2,8	1	Справний
	КРН-5,6	1	Справний
	КШП-5	1	Справний
	КШП-12,8	1	Справний
	УКУ-4	1	Справний
Граблі	ГВК-6	1	Справний
	ГП-16	1	Справний
	ГВГ-6Б	1	Справний
Плуги	ПН-4-35	2	Справний
	ПЯ-3-35	1	Справний
	ПНЯ-4-40	1	Справний
	ПЛН-6-35	1	Справний
Зчіпки	СП_11	1	Справний
	СП-16	1	Справний
Жатки	ЖРБ-4,2	1	Справний
	ЖСК-4	1	Справний

Продовження табл. 1.5

1	2	3	4
Косарки	КІР-1,5	1	Справний
	КС-2,1	1	Справний
	КРН-2,1	1	Справний
Картоплесаджалки і копалки	КТН-2	1	Справний
	КТН-0,7	1	Справний
	КСМ-4М	1	Справний
Сівалки	ССТ-12Б	1	Справний
	СЗ-3,6	1	Справний
	СЗТ-3,6	2	Справний
	СО-4,2	1	Справний
	СУПН-8	1	Справний
Волокуші	ВТУ-10	2	Справний
	ВТУ-20	1	Справний
Прес-підбирачі	ПР-1,6	1	Справний
	ППЛ-Ф-1,6	3	Справний
Обприскувачі і обпилювачі	ОПШ-15	2	Справний
	ОПШ-2000	1	Справний
Причепи	2ПТС-4А	1	Справний
	2ПТС-4А	1	Несправний
	2ПТС-6	1	Справний
	2ПТС-6	1	Несправний
	1ПТС-9	1	Справний
Навантажувачі	ПФ-0,5	1	Справний
	СПБ-4,2	3	Несправний
Розкидачі	НРУ-0,5	1	Справний
	1РМГ-4	1	Справний
	МТО-4	1	Справний

1.4. Обґрунтування теми проєкту

В СФГ «Семигинівське» Стрийського району Львівської області до недавнього часу технологічна операція внесення твердих органічних добрив здійснювалася агрегатом Т-40АМ + МТО-4. Проте на даний час розкидач комплектують з тракторами класу 1,4 (МТЗ-82) оскільки трактор Т-40АМ знаходиться у непрацездатному стані. Комплектування розкидача з іншими енергетичними засобами класу 1,4 не дає змоги достатньо їх завантажити.

Беручи до уваги той факт, що в господарстві під час внесення твердих органічних добрив ефективність використання трактора класу 1,4 є низькою, ми пропонуємо здійснити вдосконалення розкидача МТО-4 шляхом встановлення на нього ходової частини нової конструкції. Це дасть змогу збільшити вантажопідйомність розкидача та дозавантажити енергетичний засіб.

Аналіз економічних показників господарств, що займаються вирощуванням та збиранням картоплі показує, що затрати на її виробництво складають 31000 – 42000 грн./га. При цьому грошові надходження досягають 90000 – 120000 грн/га, що свідчить про високу рентабельність галузі. Такий рівень грошових надходжень і рентабельності забезпечують зацікавленість до культури.

2. ПРОЕКТУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ОБСТАВИН ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ

2.1. Підготовка агрегату до роботи

Комплектування машини з трактором та дії перед початком роботи [16]:

1. розташовують трактор на рівному майданчику;
2. колію трактора встановлюють на 1400 мм;
3. карданний вал машини з'єднують з ВВП трактора;
4. перевіряють натягнення усіх ланцюгових контурів приводу;
5. перевіряють усі з'єднання в гідравлічній системі;
6. перевіряють тиск в шинах коліс машини;
7. обкатують машину на малих обертах двигуна впродовж 15 хв.
(частота обертання ВВП трактора має бути 560 хв^{-1}).

Регулювання основних показників та перевірку технічного стану машини здійснюють за допомогою таблиці 2.1. [16]

Таблиця 2.1 – Перевірка технічного стану і правильність збирання

№ з/п	Параметри, що перевіряються	Одиниці	Необхідні показники
1	2	3	4
1	Момент затягування гайок коліс	Н·м	180-200
2	Тиск в шинах	МПа	0,25
3	Хід штока гальмівних камер	мм	15-20
4	Осьовий люфт підшипників коліс	мм	До 0,2
5	Наявність мастила в підшипниках	–	Обов'язкове
6	Рівень масла в редукторах	–	по рівнях контрольних пробок
7	Витік рідини в гідроприводі гальм	–	Не допускається
8	Крутний момент, що передається запобіжною муфтою	Н·м	200-220

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4
9	Підтікання мастила з редукторів	–	Не допускається
10	Прогин від зусилля 150-180 Н в середній частині ланцюга приводу:		
	транспортера	мм	10-15
	розкидаючого органу	мм	30-40
11	Стріла прогину нижньої частини ланцюга транспортера	мм	20-30

Технологічне налаштування включає [16]:

1. Перевірити параметри і усунути відхилення з використанням інструментів та приспособлень.

2. Встановити з допомогою змінних зірочок $Z=13$; $Z=22$; $Z=28$ на ведучому валу приводу, що відповідає дозі 15; 30 та 45 т/га при швидкості трактора 10 км/год, щільності добрив $0,8 \text{ т/м}^3$.

3. Норму внесення добрив регулюють зміною швидкості транспортера і швидкістю агрегату.

Регулювання та налаштування в полі:

1. Перевірка та регулювання дози внесення.

2. Перевірка якості внесення добрив.

2.2. Технологічні особливості процесу вирощування картоплі

Обробіток ґрунту.

Глибока зяблева оранка створює сприятливі умови для розвитку бульб. Тому її проводять на повну глибину орного шару з попереднім лущенням стерні, якщо це поле картоплі розміщують після зернових (на чорноземах глибина оранки становить 27-30 см). При неглибокій оранці ускладнюється підгортання картоплі, що призводить до утворення дрібних бульб, які залягають близько до поверхні ґрунту. У господарствах, де

картоплю саджають улітку, навесні ґрунт розпушують на глибину 20-22 см і обробляють, як чорний пар [8, 14, 19, 20].

Добрива. З урожаєм 10 т/га картопля виносить із ґрунту 50 кг азоту, 20 кг фосфору і 100 кг калію. Слід зазначити, що коренева система картоплі засвоює з ґрунту калію більше за інші культури. Тому при вирощуванні її на піщаних і торф'яних ґрунтах, які містять дуже мало калію, потрібно вносити підвищені дози калійних добрив (орієнтовними дозами мінеральних добрив на запланований врожай 20 т/га є N100-140, P50-90, K120-180). Під картоплю використовують різні органічні добрива – гній, торфогній, компости, зелені добрива. Внесення гною (20-30 т/га) під картоплю підвищує вміст крохмалю в бульбах та значно збільшує урожай [8, 14, 19, 20].

Садіння і догляд за насадженнями. Картоплю саджають рядковим способом. Основне міжряддя 70 см. В момент збирання картопляне поле має гребенистий вид, отриманий у результаті підгортання. Висота гребенів 11-20 см. Фізико-механічні властивості бульби і гички в значній мірі залежать від сорту картоплі. Гичка картоплі в середньому містить 3-6 стебел довжиною 60-90см і діаметром біля основи 4-20мм. Відношення маси картоплини рівне 1/3 – 1/2. Об'ємна маса гички в ущільненому стані 133кг/м .

Підготовка посадкового матеріалу. За 25-30 днів до садіння картоплю слід прогрівати або пророщувати. Багато господарств прогривають і частково пророщують її під поліетиленовою плівкою або в спеціальних приміщеннях – яровизаторах. Можна прогривати бульби безпосередньо й на качатному полі, для чого на рівних майданчиках, застелених соломною, їх розкладають шаром у дві-три бульби. Щоб захистити картоплю від приморозків та прямих сонячних променів, її накривають шаром соломи завтовшки 4-5см або матами.

У процесі підготовки садивного матеріалу, крім обов'язкового відбирання уражених хворобами і пошкоджених бульб, вся картопля повинна бути розсортована на три фракції: дрібну – 30-50г, середню – від 50 до 80г, велику – більше 80г, які висаджують окремо.

З метою прискореного розмноження малопоширених сортів можна використовувати також бульби вагою менше 30г, але обов'язково від здорових невироджених рослин.

Для механізації основних трудомістких процесів на підготовці насінної картоплі та завантаженні садильних агрегатів слід застосовувати потокову лінію, використовуючи навантажувач ПЭ-0,8 або екскаватор Э-153А з вкритими гумою ковшами, сортувальний пункт КСП-15, бункер-нагромаджувач та самоскидні транспортні засоби. Картоплю навантажують безпосередньо з кагатів на самоскиди, якими підвозять її, і завантажують у бункер сортувального пункту. Застосування потокової лінії у підготовці садивного матеріалу зменшує затрати праці в 4-5 разів [8, 14, 19, 20].

Технологічний процес садіння картоплі можна розбити на дві основні фази:

- рівномірна подача картоплі з бункера висаджувальними апаратами до сошників;
- підготовка борозенок, подача до них добрив і укладка картоплин на дно борозни з заробкою їх вологим ґрунтом.

У відповідності з цим до картоплесаджалок ставляться наступні вимоги:

- картоплесаджалки мають висаджувати бульби рядковим способом з міжряддям 60-70см, забезпечувати відстань між бульбами в рядку 20-40см, не пошкоджувати їх;
- картоплесаджалки повинні забезпечувати при гребеневому садінні висоту гребенів від 12 до 20см, глибину садіння 6-14см, а при безгребеневому садінні – глибину загортання 6-16см.

Перед садінням картоплю потрібно відсортувати на фракції масою 30-50, 50-80 і 80-100г, великі бульби масою більше 100г – порізати на половинки або застосовувати змінні ложечки на садильних апаратах. Довжина паростків на яровизованих бульбах не повинна перевищувати 2см.

Запізнення з садінням картоплі у господарстві супроводжується зниженням урожаю. Садити її можна тоді, коли ґрунт на глибині 10см прогріється до 6-8. Насамперед слід висаджувати ранні сорти, а потім середньоранні й пізні з таким розрахунком, щоб закінчити роботу за 10-12 днів. Важливою умовою одержання високих урожаїв картоплі є дотримання оптимальної густоти садіння. Для нашого регіону це 45-55 тис. кущів на 1га для товарної, 55-60 тис. – для насінної картоплі.

Глибина загортання бульб і способи садіння значною мірою залежать від ґрунтового-кліматичних умов господарства.

Як показав досвід останніх років, напівгребневий і гребневий способи садіння картоплі мають значні переваги перед звичайними. Гребенева поверхня рядків картоплі краще прогрівається, менше ущільнюється від слідів, на гребнях швидше проростають бур'яни.

Для нашого регіону, де вологість ґрунту нестала і часто залежить від погодних умов року, необхідно садити напівгребневим способом.

При гребневому садінні глибина загортання бульб сошниками відносно рівня поверхні підготовленого ґрунту повинна становити 4-5см, а загальна з урахуванням висоти гребеня – 14-16см до поверхні бульб.

При напівгребневому садінні бульби слід загортати на 7-8см від поверхні ґрунту, остаточно ж глибина від поверхні – 14-16см. При садінні безгребневим способом глибина загортання бульб становить 10-12см. Глибина загортання дрібних бульб (вагою до 40г) повинна бути при всіх способах садіння менша.

Садять картоплю саджалкою КСМ-4М з міжряддям 70см незалежно від способу. Густота висаджування бульб регулюється змінними зірочками редуктора приводу. Слід користуватись змінними зірочками з 16, 18, 20 та 22 зубцями [8, 14, 19, 20].

У кожному окремому випадку густоту висаджування бульб перевіряють безпосередньо в полі. При гребневому садінні на дискових загортачах знімають борінки, а кут атаки дисків збільшують до 30, під час

роботи дискові загортачі повинні перебувати під постійним тиском підпружинених штанг. Для створення напівгребеневої поверхні рядків з овално-обтічною формою гребенів, яка була б стійкою проти вітрової ерозії й злив та краще зберігала вологу, загортальні диски встановлюють під кутом атаки 25°, а за дисковими загортачами саджалки замість стандартних борінок шарнірно причіплюють профільні райборінки БП-0,6, зігнуті відповідно до форми гребеня під радіусом 45 см. Така напівгребенева поверхня дає можливість, не чекаючи сходів, розпушувати міжряддя та рядки картоплі. Саджалку агрегатують з трактором класу 0,5-0,9 залежно від рельєфу і ґрунтових умов. Швидкість руху 4,8-5,6 км/год, продуктивність 3-4 га за зміну [8, 14, 19, 20].

2.3. Агротехнічні вимоги до технологічної операції внесення твердих органічних добрив

До внесення органічних добрив ставляться такі агротехнічні вимоги: розкидані добрива негайно загортають у ґрунт; дотримуються заданої дози внесення добрив і рівномірності їх розподілу по поверхні поля. Нерівномірність розподілу по ширині розкидання допускається в межах 0...25%, у напрямку руху – 0...10%. Відхилення фактичної дози від заданої має бути не більш як 5%.

Для внесення органічних добрив робочі органи машин мають забезпечувати швидке регулювання норми висіву, вони не повинні забиватись і залипати [8, 14, 19, 20].

Розриви між суміжними проходами розкидачів не допускаються. Перекриття у стикових міжряддях має бути не більш як 5% ширини захвату агрегату.

Агротехнічні вимоги, які ставляться до операції внесення твердих органічних добрив можна сформулювати в таблицю [8, 14, 19, 20].

Таблиця 2.2 – Агротехнічні вимоги, нормативи та допуски при внесенні твердих органічних добрив

№ з/п	Назва параметру	Норматив	Допуск	Час визначення показника
1	Якість добрив	В добривах не повинні міститися сторонні предмети	Не допускається	При закладці
2	Початок виконання робіт	Водночас з проведенням основного обробітку ґрунту	За ± 2 год	
3	Кількість днів роботи на одному полі	До 10-12	± 2	Під час роботи
4	Відхилення від норм внесення	14-25%	Не більше $\pm 15\%$ від норми внесення	В день проведення
5	Відхилення від ширини внесення	До 8	На рівних ділянках не більше $\pm 5\%$	В день проведення
6	Відхилення від величини перекриття	Не більше 50см	± 5	В день проведення
7	Допустиме відхилення величини подрібнення добрив	5-18см	Грудки не більше 18 см діаметром	При першому проході МТА
8	Вологість добрив перед внесенням	60-80%	$\pm 10\%$	За день до внесення

Глибина загортання органічних добрив становить 15...25 см, причому на піщаних ґрунтах їх заорюють глибше. Використання свіжого гною і наявність в органічних добривах сторонніх предметів не допускається. Машини мають забезпечувати внесення добрив і їх сумішей 5...60 т/га. Час між внесенням добрив і їх загортанням не повинен перевищувати 2 год для органічних добрив [8, 14, 19, 20].

2.4. Розроблення операційної карти внесення органічних добрив

В агрегатах, робочі органи яких приводяться в дію від валу відбору потужності ВВП, крім опору пересуванню виникає ще й додатковий опір внаслідок приведення механізмів у дію.

Вибираємо трактор МТЗ-82 (маса $G_{mp}=33400$ Н) і розкидач органічних добрив МТО-4 (маса $G_M=21880$ Н); коефіцієнт опору коченню $f=0,1$, механічний коефіцієнт корисної дії ВВП $\eta_{вен}=0,93$; величина буксування $\delta =11\%$; питома потужність на приведення в дію робочих органів МТО-4, $N_n=15$ кВт·с/кг.

Обґрунтування складу агрегату виконуємо в такій послідовності [3, 16]:

1. Згідно з нормативами агротехнічних швидкостей на цій операції рух агрегату допускається в межах 10...12 км/год.

2. Такому діапазону швидкостей відповідає п'ята передача трактора. $v_m^V = 10,54$ км/год.

Визначаємо тягове зусилля трактора на відповідній передачі

$$P_m = \frac{10^4 \cdot N_e \cdot i_m \cdot \eta_{mp}}{n \cdot r} - G_{mp} \cdot (f + i). \quad (3.1)$$

де N_e – ефективна потужність двигуна ($N_e=58,9$ кВт);

i_m – передаточне число трансмісії на відповідній передачі

$$(i_m=57,4);$$

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

n – номінальна частота обертання колінчастого вала, хв.⁻¹

$$(n=2200 \text{ хв.}^{-1});$$

r – радіус ведучих коліс, м ($r = 0,79$ м);

G_{mp} – маса трактора, кН;

f – коефіцієнт опору коченню ($f = 0,19$);

i – величина підйому ($i = 0,03$).

Тягове зусилля трактора на п'ятій передачі з урахуванням конкретних умов [3, 16].

$$P_m^V = \frac{10^4 \cdot 58,9 \cdot 57,4 \cdot 0,92}{2200 \cdot 0,79} - 33,4 \cdot (0,19 + 0,03) = 17,9 \text{ кН.}$$

3. Визначаємо робочу швидкість на відповідній передачі

$$v_p = v_m \cdot \left(1 - \frac{\delta}{100}\right); \quad (3.2)$$

де v_m – теоретична швидкість, км/год;

δ – коефіцієнт буксування ($\delta = 6 \dots 20\%$ для колісних тракторів; у нашому випадку при внесенні органічних добрив $\delta = 11\%$) [3, 16].

Отже, для п'ятої передачі

$$v_p^V = 11 \cdot \left(1 - \frac{11}{100}\right) = 9,79 \approx 9,8 \text{ км/год.}$$

4. Для роботи агрегату потрібно забезпечити таку умову [3, 16]:

$$N_{np} \leq N_{ввп}, \quad (3.3)$$

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, 16]:

$$N_{np} = N_n \cdot g; \quad (3.4)$$

де N_n – питома потужність для приведення в дію робочих органів, кВт·с/кг ($N_n = 15$ кВт·с/кг);

g – секундна подача маси в машину, кг/с ($g = 1,1$ кг/с).

Отже,

$$N_{np} = 15,0 \cdot 1,1 = 16,5 \text{ кВт};$$

Потужність при русі агрегату, яка може передаватись через ВВП, визначаємо за формулою [3, 16]:

$$N_{ввп} = N_E \cdot \eta_{ввп} - \frac{(R_{коч.тр} + R_{коч.м}) \cdot v_p \cdot \eta_{ввп}}{3,6 \cdot \eta_{тр} \cdot \eta_{\delta}}, \quad (3.5)$$

де N_E – ефективна потужність двигуна, кВт ($N_e = 58,9$ кВт);

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

v_p – робоча швидкість агрегату, км/год ($v_p^V = 9,8$ км/год);

$\eta_{тр}$ – ККД трансмісії трактора ($\eta_{тр} = 0,93$);

η_{δ} – коефіцієнт буксування ($\eta_{\delta} = 0,87$);

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

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

Опір на пересування трактора та сільськогосподарської машини визначають за формулою [3, 16]:

$$R_{коч.тр} = G_{тр} \cdot (f + i); \quad (3.6)$$

$$R_{коч.м} = G_m \cdot (f + i).$$

де $G_{тр}$, G_m – маса трактора і маса сільськогосподарської машини, кН;

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

i – величина підйому ($i=0,03$).

Отже,

$$R_{коч.тр} = 33,4 \cdot (0,1 + 0,03) = 4,34 \text{ кН};$$

$$R_{коч.м} = 21,88 \cdot (0,1 + 0,03) = 2,84 \text{ кН}.$$

Отже, підставивши дані у формулу 3.5 отримаємо:

$$N_{ввп} = 58,9 \cdot 0,95 - \frac{(4,34 + 2,87) \cdot 9,8 \cdot 0,95}{3,6 \cdot 0,93 \cdot 0,87} = 32,99 \text{ кВт}.$$

Перевірка даних за умовою 3.3, $16,5 < 32,99$ засвідчила, що вона виконується.

Отже, скомплектований агрегат буде працювати нормально.

5. Для оцінки раціонального комплектування агрегату необхідно визначити коефіцієнт використання тягового зусилля трактора [3, 16]

$$\eta_{т.з} = \frac{R_{агр}}{P_{н.т}}. \quad (3.7)$$

де $R_{агр}$ – загальний опір агрегату, кН;

$P_{н.т}$ – тягове зусилля трактора відповідної передачі, кН.

$$R_{агр} = R_{коч} + R_{під} + R_{д}. \quad (3.8)$$

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

$R_{під}$ – опір підйому машини, кН;

$R_{д}$ – додатковий опір, який чинять робочі органи, що приводяться в дію ВВП.

Опір перекочуванню машини визначаємо за формулою [3, 16]:

$$R_{коч} = G_m \cdot f. \quad (3.9)$$

Отже,

$$R_{коч} = 21880 \cdot 0,1 = 2,19 \text{ кН.}$$

Опір підйому машини визначаємо за формулою [3, 16]:

$$R_{під} = G_m \cdot i. \quad (3.10)$$

Отже,

$$R_{під} = 21880 \cdot 0,03 = 0,66 \text{ кН.}$$

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

$$R_{д} = \frac{3600 \cdot N_{np} \cdot \eta_{mp}}{v_p \cdot \eta_{б}} \quad (3.11)$$

Отже,

$$R_{д} = \frac{3600 \cdot 16,5 \cdot 0,93}{9,8 \cdot 0,87} = 6,48 \text{ кН.}$$

Підставивши значення у формулу (3.8) отримаємо:

$$R_{агр} = 2,19 + 0,66 + 6,48 = 9,33 \text{ кН.}$$

Підставивши значення у формулу (3.7) отримаємо:

$$\eta_{m.з} = 9,33 / 9,64 = 0,97.$$

6.Визначаємо зміну продуктивність агрегату за формулою [3, 16]:

$$W_{зм} = 0,1B_p \cdot V_p \cdot T_p \text{ га/зм.} \quad (3.12)$$

де B_p – робоча ширина захвату агрегату, м;

T_p – робочий час зміни.

Робочу ширину захвату агрегату визначають за формулою:

$$B_p = B_k \cdot \beta \quad (3.13)$$

де B_k – конструктивна ширина захвату машини, м ($B_k = 6\text{м}$);

β – коефіцієнт використання ширини захвату (для розкидача органічних добрив $\beta = 0,96$);

Отже,

$$B_p = 6 \cdot 0,96 = 5,76\text{м.}$$

Робочий час зміни визначають за формулою:

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau, \quad (3.14)$$

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

τ – коефіцієнт використання часу зміни ($\tau = 0,7$).

Отже,

$$T_p = 7 \cdot 0,7 = 4,9 \text{ год};$$

Підставивши отримані значення в формулу (3.12) отримаємо:

$$W_{зм} = 0,1 \cdot 5,76 \cdot 9,8 \cdot 4,9 = 27,65 \text{ га/зм.}$$

7.Визначаємо витрату палива на 1 га обробітку, кг/га

$$Q_{за} = \frac{Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot T_x + Q_з \cdot T_з}{W_{зм}}, \quad (3.15)$$

де $Q_p, Q_x, Q_з$ – годинна витрата палива при виконанні роботи, холостому русі, на зупинках з працюючим двигуном ($Q_p = 16\text{кг/год}$; $Q_x = 10 \text{ кг/год.}$; $Q_з = 2\text{кг/год.}$) [3, 16];

$T_p, T_x, T_з$ – час роботи, холостих рухів, зупинок, год.

Час роботи, холостих рухів, зупинок визначають за формулою:

$$T_x = T_z = \frac{T_{zm} - T_p}{2}; \quad (3.16)$$

Отже,

$$T_x = T_z = \frac{7 - 4,9}{2} = 1,05 \text{ год.}$$

Підставивши отримані значення в формулу (3.15) отримаємо:

$$Q_{ga} = \frac{16 \cdot 4,9 + 10 \cdot 1,05 + 2 \cdot 1,05}{27,65} = 3,29 \text{ кг/га.}$$

Розрахунки показують, що скомплектований агрегат працюватиме ефективно.

2.5. Контроль і оцінка якості роботи розкидача органічних добрив

Якість роботи розкидача органічних добрив МТО-4 оцінюють на основі декількох показників які можна сформувані у таблицю (табл. 2.3) [2].

Таблиця 2.3 – Контроль і оцінка якості роботи розкидача органічних добрив МТО-4

№ з/п	Параметри, що контролюються	Як здійснюється перевірка	Чим перевіряється	Допустимі відхилення
1	2	3	4	5
1	Наявність не підживлених ділянок, огріхів	Візуально по діагоналям ділянок	–	Не допускається
2	Робоча швидкість руху агрегату	При встановленому режимі, на ділянці довжиною не більше 50м. Кількість замірів – 3	Секундомір, рулетка	Погрішність мірільних інструментів
3	Загальна ширина розподілу	По всій довжині проходу не менше чим в 10 місцях з вирахуванням середньої	Рулетка	Теж
4	Робоча ширина розподілу	Теж	Теж	Теж

Продовження табл. 2.3

1	2	3	4	5
5	Вантажопідйомність	Вираховують кількість ковшів і масу добрив в ковші	Вага автомобільна	$\pm 0,5t$
6	Встановлена норма внесення	При встановленому режимі з необхідною швидкістю добрива висипають на полотно та зважують. Кількість замірів – 3	Вага, полотно 3x12м	$\pm 5\%$
7	Нерівномірність розподілу по:			
	робочій ширині захвату	Перед початком роботи на загальну ширину захвату розкидача розставляють ряд дек.	Деки або аналогічні пристрої, вага	$\pm 25\%$
	довжині проходу	Перпендикулярно (в центрі) роблять прохід агрегату, добрива збирають з кожної деки, зважують та визначають коефіцієнт варіації		$\pm 10\%$
8	Відхилення фактичної ширини розкидання від оптимальної	По діагоналі поля (не менше 10 разів) замірюють віддаль між коліями коліс суміжних проходів та за середньою величиною визначають відсоток відхилення	Двохметровка, Мірна лінійка	$\pm 10\%$
9	Якість подрібнення добрив	Візуально, вибірково по всій ділянці. Контроль замірів розмірів фракцій лінійкою	Мірна лінійка	Наявність на підживленому полі по сторонніх предметів не допускається. Можливо наявність окремих замерзлих клубів розміром до 15см, основний розмір фракцій 3-5см

При визначенні цих показників використовують дані з ділянок на яких виконується дана технологічна операція.

3. УДОСКОНАЛЕННЯ ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ РОЗКИДАЧА

3.1. Будова, принцип роботи та обґрунтування необхідності удосконалення конструкції

У СФГ «Семигинівське» внесення органічних добрив виконувалося агрегатом Т-40АМ+МТО-4. Проте вданий час трактор несправний та потребує капітального ремонту. Використання замість нього трактора МТЗ-82 показало, що ефективність такого агрегату є низькою внаслідок недостатньої завантаженості енергетичного засобу.

Беручи до уваги той факт, я пропоную здійснити вдосконалення розкидача МТО-4 шляхом встановлення на нього ходової частини нової конструкції (рис. 3.1). Це дасть змогу збільшити вантажопідйомність розкидача і відповідно довантажити трактор, а також паралельно зменшити питомий тиск на ґрунт, що уможливить виконання робіт на вологих ґрунтах.

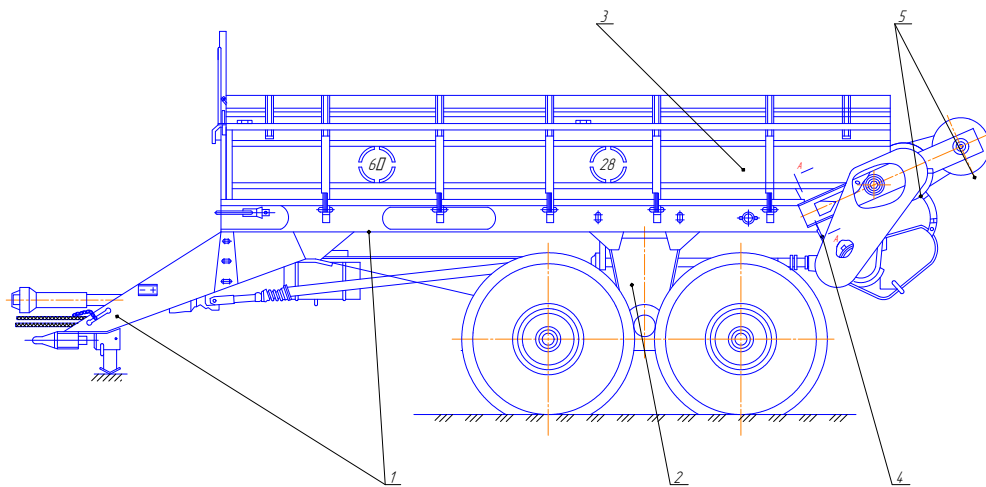


Рисунок 3.1 – Розкидач органічних добрив МТО-4 з удосконаленою ходовою частиною

Удосконалена конструкція розкидача органічних добрив представляє собою двовісний напівпричіп, який складається з наступних основних вузлів (рис. 3.1):

- рама (1), що виконана у вигляді зварної конструкції, яка складається з двох лонжеронів повздовжніх, з'єднаних між собою передньою балкою-

поперечиною. В передній частині рами приварена сниця, в середній – поперечна балка встановлення балансирів, в задній – площадка для підвісу редуктора, кронштейни для кріплення валів приводу транспортерів і розкидача. Рама являється несучою конструкцією і з'єднувальним елементом кузова і ходової частини;

- ходова система (2) складається з двох, правої та лівої, колісних пар і балансира правого та лівого коліс з'єднаних віссю. Колісна пара складається зі ступиці та гальмівного барабана, коліс, які кріпляться на осях. Осі в свою чергу кріпляться на балансирах. Балансир коливається на осі, а осі на підшипниках ковзання жорстко прикріплені до рами розкидача. Осі коліс обертаються в підшипниках кочення за ГОСТ 333-71 (роликові конічні однорядні підшипники);

- кузов розкидача (3) прямокутної форми, утвореної двома боковими бортами, переднім бортом та днищем. Бокові та передні борти складаються із зварних каркасів обшитих листовим гнучим профілем. Для збільшення об'єму кузова застосовують надставні борти. Дно виконане з листа гофрованого профілю. Розкидач обладнаний колодковими гальмами з однопровідним пневматичним приладом, який діє від педалі з кабіни трактора. Пневматичний привід використовують у випадках, коли є необхідність автоматично, одночасно з трактором, приводити в дію колісні гальма розкидача і забезпечити аварійне гальмування розкидача при його від'єднанні від трактора;

- стояночна гальмівна система призначена для загальмування розкидача на стоянці. Привід ручний механічний;

- транспортер (4) призначений для видачі маси до розкидаючого пристрою, а у варіанті транспортного засобу – для розвантаження кузова. Транспортер виконаний на чотирьох ланцюгах, об'єднаних попарно у дві ланки. Кожна ланка має самостійний натяжний пристрій. Ланцюг зварний, калібрований з кроком 27 мм. на ланцюгу скобками прикріплені скребки;

- розкидаючий (5) пристрій призначений для поверхневого внесення у ґрунт органічних добрив та складається з подрібнюючого та розкидаючого барабанів, що обертаються в підшипникових вузлах бокових стійок.

Колеса і барабани гальм повинні надійно кріпитись до ступиць, зтяжку гайок провести рівномірно хрест-навхрест, момент зтяжки 90-110 Н. З внутрішньої сторони колеса кінці шпильок після зтяжки розкернити в трьох місцях кожно.

Пневматичний привід гальм повинен бути герметичним [7, 12, 15].

Всі розкидачі повинні мати стояночну систему гальм з механічним приводом, який утримує розкидач з певним вантажем у загальмованому стані на сухій дорозі з твердим покриттям на схилі 20°.

Зусилля на рукоятці приводу стояночного гальма не повинно перевищувати 300Н.

Розкидач повинен мати захисне покриття у відповідності з ГОСТ 25112-82.

Основні кольори фарбування – червоний, чорно-оранжевий, темно-червоний, сірий. Колір забороняючих надписів і знаків – білий, жовтий, допоміжні кольори по ГОСТ 105-640 [7, 12, 15].

Розкидач повинен поставлятись у зібраному вигляді. До машини повинні додаватись запасні частини та інструмент.

В результаті вдосконалення планується досягнути наступних технічних характеристик:

- вантажопідйомність розкидача – 6000 ± 180 кг;
- агрегування з трактором класу 14 кН(МТЗ-80, МТЗ-82);
- транспортна швидкість - не більше 30 км/год;
- кількість обслуговуючого персоналу – 1 тракторист;
- коефіцієнт уніфікації конструкції - не менше 60%;
- повна маса розкидача - не більше 8780кг;
- коефіцієнт технічної готовності – не менше 0,98.
- термін служби розкидача – 8 років.

- середній ресурс не менше 20000 год.
- питома маса на одиницю вантажопідйомності 450 кг/т.
- питома оперативність технологічного догляду – не більше 0,25 люд/год.

Розкидач повинен відповідати вимогам, що регламентуються в наступних нормативних документах: “Єдині вимоги до конструкції тракторів та сільськогосподарських машин з безпеки та гігієни праці” і “Машини та обладнання для тваринництва та кормовиробництва. Загальні вимоги безпеки”.

Основними параметрами проектованої машини є вантажопідйомність. Вантажопідйомність, або максимальне корисне навантаження, залежить від тягових можливостей трактора, з яким агрегатується машина, і умов руху (дорожнє покриття, тощо).

Розрахована вантажопідйомність забезпечується визначенням об’єму кузова, який визначається виходячи із об’ємної ваги вантажів, що перевозяться.

3.2. Розрахунок не обертової осі колісної пари розкидача

Для підтримання деталей, що обертаються – коліс служать осі. Осі підтримують колеса та приймають на себе згинаючі навантаження від ваги, що прикладена до нього (частина маси повністю завантаженого розкидача). Дана вісь нерухома, а насаджене на неї колесо обертається вільно. Така вісь сприймає згин з навантаженням, який змінюється тільки за величиною.

Розрахунок не обертової осі колісної пари

Визначимо діаметр осі колісної пари. Для розрахунків приймемо максимальну силу, яка діє на вісь, $P = 2195$ кг, і довжину осі $l = 97$ мм.

Складаємо схему для розрахунку осі (рис 3.2). Приймаємо точку в якій прикладена сила P посередині між опорами (підшипниками) один кінець

осі приварений до балансира. Дану вісь будемо розглядати як консольну балку яка одним кінцем жорстко закріплена та навантажена силою.

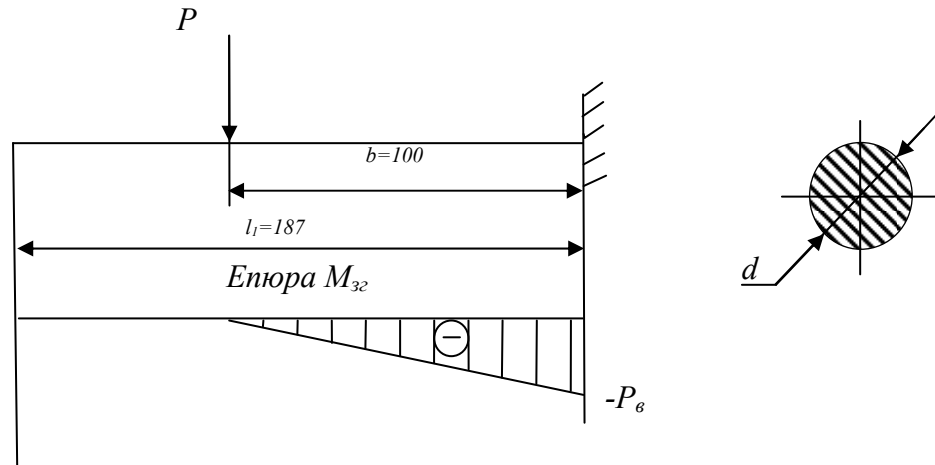


Рисунок 3.2 – Епюра згинальних моментів, що діють на вісь

Застосовуючи метод перерізів і використовуючи правило знаків знаходимо, що на відрізку I згинаючий момент рівний 0.

$$M_{32I} = 0. \quad (3.1)$$

На відрізку II значення згинаючого моменту

$$M_{32II} = -P(x-a). \quad (3.2)$$

При $x=a$ $M_{32II}=0$;

При $x=b_1$ $M_{32II}=-Pb$;

Максимальний згинаючий момент виникає в місці защемлення консолі.

$$M_{32} = P \cdot b \quad (3.3)$$

Отже,

$$M_{32} = 2195 \cdot 100 = 21,95 \cdot 10^4 \text{ кг} \cdot \text{мм}.$$

За характером навантаження вибираємо матеріал для виготовлення осі. Приймаємо сталь 35 з механічними характеристиками [7, 12, 15]:

$$\sigma_6 = 5400 \text{ кг/см}^2; \quad \sigma_m = 3200 \text{ кг/см}^2.$$

Визначаємо допустиме напруження згину для пульсуючого циклу, оскільки необхідно враховувати можливі коливання навантаження. З таблиці [7, 12, 15] приймаємо для сталі 35 допустиме напруження для пульсуючого циклу $[\sigma_p]_к = 950 \text{ кг/см}^2$.

Визначаємо діаметр осі в небезпечному перерізі.

Момент опору згину розрахункового перерізу осі

$$W_{зг} \geq \frac{M_n}{[\sigma_o]_к}. \quad (3.4)$$

Для суцільної вісі

$$W_n = \frac{\pi d^3}{32}, \quad (3.5)$$

де d – діаметр вісі

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_n}{0,1[\sigma_o]_к}}. \quad (3.6)$$

Тоді,

$$d = \sqrt[3]{\frac{21950}{0,1 \cdot 950}} = 61,4 \text{ мм.}$$

Приймаємо $d=63$ мм. При більш точному визначенні допустимого напруження діаметра вісі можна трошки збільшити та прийняти $d = 65$ мм.

Коли всі розміри осі відомі необхідно провести перевірочний розрахунок напруження згину та порівняти їх з допустимими [7, 12, 15].

$$\sigma_n = \frac{M_n}{0,1d^3} < [\sigma_o]_к \quad (3.7)$$

Отже,

$$\sigma_n = \frac{21950}{0,1 \cdot (6,5)^3} = 801 \text{ кг/см}^2$$

Умова міцності виконується, оскільки $801 \text{ кг/см}^2 < 950 \text{ кг/см}^2$.

Перевірка осі на жорсткість проводиться у відповідних конструкціях при цьому визначається максимальний прогин. Умова жорсткості

$$f_{max} \leq [f], \quad (3.8)$$

де f_{max} – максимальний прогин (стріла прогину);

$[f]$ – допустима стріла прогину.

Прийнято $[f] = (0,001 \dots 0,003)l$, де l – відстань між опорами $[f] = (0,1 \dots 0,3)$ мм.

Максимальний прогин осі в площині дії сили P визначаємо за формулою [7, 12, 15]

$$S_{\max} = \frac{Pl^3}{3EI}. \quad (3.9)$$

де E – модуль пружності матеріалу, для сталі він рівний $E = 2,1 \cdot 10^6$ кг·см²

Отже,

$$S_{\max} = \frac{2195 \cdot 10^3}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^7} = 0,3 \text{ мм},$$

Нерухому вісь, напруження в якій змінюється за пульсуючим циклом, розраховують на витривалість за наступною формулою

$$n = \frac{\sigma_{-1}}{\sigma_a \cdot \left(\frac{k_\sigma}{\varepsilon\beta} + \psi\sigma \right)} \geq [n] \quad (3.10)$$

де σ_{-1} – межа витривалості при згині $\sigma_{-1} = (0,1 \dots 0,45)$

$$\sigma_\beta = 2160 \dots 2430 \text{ кг/см}^2;$$

σ_a – амплітуда циклу при згині $\sigma_a = \sigma_n = -950$ кг/см²;

k_σ – ефективний коефіцієнт конструкції напружень, $k_\sigma = 1,1$;

ε – масштабний фактор, тобто коефіцієнт, що враховує вплив розмірів перерізу осі на її міцність $\varepsilon = 0,78$;

β – коефіцієнт зміщення, $\beta = 1$;

Ψ_δ – коефіцієнт, що враховує вплив асиметрії циклу напружень осі при згині, $\Psi_\delta = 0,05$;

Тоді,

$$n = \frac{2400}{950 \cdot \left(\frac{1,1}{0,78 \cdot 1} + 0,05 \right)} = 1,8.$$

Допустимий коефіцієнт запасу втомленості міцності $[n]$ приймають в залежності від призначення осі в границях $[n] = (1,5 \dots 2,5)$. Виходячи з цього,

визначений вище діаметр осі в небезпечному перерізі $d = 65$ мм, розрахунком осі на статичну міцність забезпечують також її витривалість [7, 12, 15].

3.3. Розрахунок осі балансира ходової частини розкидача

Визначимо потрібний діаметр осі балансирів.

Навантаження, що сприймає дана вісь $P = 4390$ кг, відстань між опорами на яких встановлена вісь $l = 248$ мм. Довжина осі, на яку діє навантаження $d = 107$ мм.

Складаємо розрахункову схему для осі балансира (рис. 3.3).

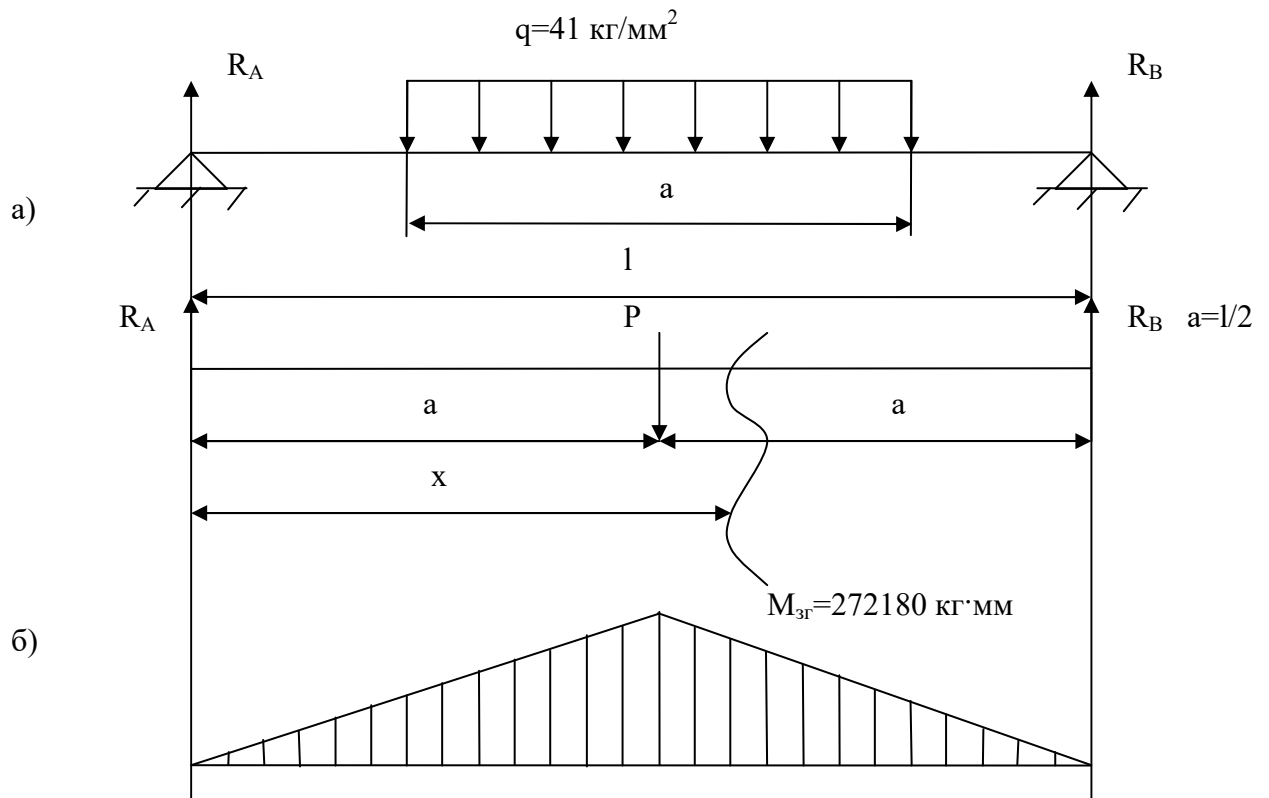


Рисунок 3.3 – Розрахункова схема для осі балансира

Приймаємо центр опор посередині осі і розглядаємо вісь як балку на двох опорах з прольотом між опорами. Навантаження на вісь через балансир можна рахувати рівномірно навантаженим на довжину осі $a = 107$ мм інтенсивністю $q = 41$ кг/мм.

Рівномірно розподілене навантаження замінимо зосередженою силою:

$$P = q \cdot a \quad (3.11)$$

Отже,

$$P = 41 \cdot 107 = 4393 \text{ кг.}$$

Визначаємо опорні реакції, враховуючи, що опори розміщені симетрично відносно прикладеної сили та будуємо епюру згинаючого моменту [7, 12, 15]:

$$R_A = R_B = \frac{P}{2}. \quad (3.12)$$

Тоді,

$$R_A = R_B = \frac{4390}{2} = 2195 \text{ кг.}$$

Визначаємо згинальні моменти, розбиваючи балку на відрізки .

Згинаючий момент на відрізьку I:

$$M_{зг I} = R_A \cdot x \quad (3.13)$$

При x_0 $M_{зг I} = 0$;

При $x = a$ $M_{зг I} = 272180 \text{ кг} \cdot \text{мм.}$

Згинаючий момент на відрізьку II:

$$M_{зг II} = R_A \cdot a - P(x-a) \quad (3.14)$$

При $x = a$ $M_{зг II} = 272180 \text{ кг} \cdot \text{мм.}$

$x = 2a = l$ $M_{зг II} = 0$

Максимальний згинаючий момент

$$M_{зг} = 272180 \text{ кг} \cdot \text{мм.}$$

За характером навантаження вибираємо матеріал для виготовлення осі. Приймаємо сталь 35 з механічними характеристиками:

$$\sigma_s = 5400 \text{ кг/см}^2; \quad \sigma_m = 3200 \text{ кг/см}^2.$$

Визначаємо допустиме напруження згину для пульсуючого циклу, оскільки необхідно враховувати можливі коливання навантаження [7, 12, 15]:

$$[\sigma_{-I}]_n = 550 \text{ кг/см}^2.$$

Визначаємо діаметр осі в небезпечному перерізі.
Момент опору згину розрахункового перерізу осі

$$W_n \geq \frac{M_{32}}{[\sigma_{-1}]_n} \quad (3.15)$$

Для суцільної осі $W_n = \frac{\pi d^3}{32} \approx 0,1d^3$

Звідси, діаметр суцільної вісі рівний:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{32 \max}}{0,1[\sigma_{-1}]_n}}. \quad (3.16)$$

Отже

$$d = \sqrt[3]{\frac{27218}{0,1 \cdot 550}} = 79 \text{ мм.}$$

Приймаємо $d=80$ мм.

Коли всі розміри вісі відомі необхідно провести перевірочний розрахунок напруження згину та порівняти їх з допустимими [7, 12, 15]:

$$\sigma_{-1n} = \frac{M_{32}}{0,1d^3} \leq [\sigma_{-1}]_n \quad (3.17)$$

Тоді

$$\sigma_{-1n} = \frac{27218}{0,1 \cdot 8^3} = 532 \text{ кг/см}^2 < [\sigma_{-1}]_n = 550 \text{ кг/см}^2.$$

Перевірка вісі на жорсткість проводиться у відповідних конструкціях при цьому визначається максимальний прогин.

Умова жорсткості

$$f_{\max} \leq [f], \quad (3.18)$$

f_{\max} – максимальний прогин (стріла прогину).

$[f]$ – допустима стріла прогину.

Прийнято $[f] = (0,001 \dots 0,003)l$,

де $l = 248$ – відстань між опорами; $[f] = 0,002 \cdot 248 = 0,49$ мм.

Максимальний прогин осі в площині дії сили P визначаємо за формулою [7, 12, 15]

$$f_{\max} = \frac{P \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I}. \quad (3.19)$$

де E – модуль пружності матеріалу, для сталі він рівний

$$E = 2,1 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot \text{см}^2;$$

I – еквівалентний момент інерції.

$$I = \frac{\pi d^2}{64}. \quad (3.20)$$

Отже,

$$I = \frac{3,14 \cdot 64^2}{64} = 201 \text{ см}^2$$

Користуючись рівнянням 3.19 отримаємо,

$$f_{\max} = \frac{4390 \cdot 15625}{48 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 201} = 0,0033 \text{ см.}$$

Здійснюємо перевірку умови 3.18

$$0,033 < 0,49 \text{ (мм)}$$

Отже, умова жорсткості витримується, оскільки $f_{\max} < [f]$

Розрахунок осей на витривалість

Обертова вісь напруження в якій змінюється по симетричному циклу, розраховуємо за формулою:

$$n = \frac{\sigma_{-1} \cdot \varepsilon \cdot \beta}{\sigma_a \cdot k_\sigma} \geq [n], \quad (3.21)$$

де σ_{-1} – границя витривалості при згині, $\sigma_{-1} = (0,4-0,45) \cdot \sigma_s = 2160-2430 \text{ кг} / \text{см}^2$;

σ_a – границя витривалості при амплітудному циклі при згині;

$$\sigma_a = \sigma_{-1n} = 550 \text{ кг} / \text{см}^2;$$

k_σ – ефективний коефіцієнт конструкції напружень, $k_\sigma = 1,1$;

ε – масштабний фактор, тобто коефіцієнт, що враховує вплив розмірів перерізу осі на їх міцність $\varepsilon = 0,70$;

β – коефіцієнт зміщення, $\beta = 1$.

Отже,

$$n = \frac{0,7 \cdot 1 \cdot 2300}{550 \cdot 1,10} = 2,6$$

Допустимий коефіцієнт запасу втомленості міцності $[n]=1,5 \dots 2,5$.

Умова використання виконується $2,6 > 1,5 \dots 2,5$

Виходячи з цього, врахований вище діаметр осі в небезпечному перерізі $d = 80$ мм розрахунком осі на статичну міцність забезпечує також її витривалість [7, 12, 15].

3.4. Розрахунок підшипників ковзання балансира ходової частини

Опори обертових осей називають підшипниками. В залежності від роду тертя, яке розвивається в підшипниках розрізняють підшипники ковзання, де опорна поверхня осі ковзає по робочій поверхні підшипника, та підшипники кочення, де спостерігається тертя кочення завдяки застосуванню кульок чи роликів між опорними поверхнями осі та підшипника.

Вибираємо підшипники ковзання з режимом роботи при рідинному терті, оскільки режими тертя в підшипнику забезпечують його зносостійкість, опір заїдання осі в ньому не високий і високий к.к.д підшипника.

Для отримання рідинного тертя застосовують підшипники з гідродинамічними мастилами.

Розрахуємо підшипник ковзання з рідинним тертям при наступних вихідних даних:

- діаметр цапфи осі $d = 50$ мм;
- радіальне навантаження на підшипник $P = 2195$ кг.

Матеріал для вкладиша підшипника приймемо поліамід ливарний 610 за ГОСТ 10589-73. Обробку назначаємо для цапфи осі $R_z 1,6$, а для вкладиша $R_z 3,2$ (ГОСТ 2789-73) с.

Для визначення довжини цапфи (вкладиша підшипника) прийmemo

$$\varphi = \frac{l}{d} = 1,2$$

При цьому довжина цапфи

$$l = \varphi \cdot d \quad (3.22)$$

Тоді,

$$l = 1,2 \cdot 50 = 60 \text{ мм}$$

Перевіримо підшипник за серійному тиском

$$P_c = \frac{P}{d \cdot l}. \quad (3.23)$$

Отже,

$$P_c = \frac{2195}{5 \cdot 6} = 73 \text{ кг} \cdot \text{см}^2,$$

Що в нашому варіанті є допустимо.

Оскільки даний підшипник не працює на обертання, то швидкість ковзання (колова швидкість цапфи) буде рівна нулю [7, 12, 15].

Розраховуємо підшипник на рідинне тертя.

Прийmemo відносний зазор в підшипнику $\psi = 0,004$;

Визначимо гідродинамічну вантажопідйомність підшипника при товщині мастильного шару $h_o = 8 \text{ мкм}$.

Визначаємо масштабний параметр.

$$B_1 = r \cdot \sqrt{\frac{2h_o}{\psi_r}}, \quad (3.24)$$

де $h_o = (1 \div 1,4)h_{min}$ – товщина мастильного шару в перерізі.

Отже,

$$B_1 = 2510^3 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 8 \cdot 10^{-6}}{0,004 \cdot 25 \cdot 10^3}} = 10 \cdot 10^{-3},$$

Гідродинамічний параметр

$$C_1 = \frac{\psi_r}{h_o} - 1. \quad (3.25)$$

Отже,

$$C_1 = \frac{0,004 \cdot 25 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 10^{-6}} - 1 = 11,5.$$

Основний параметр режиму

$$\beta = \frac{6\mu_0\nu_r}{h_o^2} \cdot \sqrt{\frac{2h_o}{\psi_r}}$$

Враховуючи, що $\beta = 6,4 \cdot 10^6$ кг/м², а $E = 17 \cdot 10^7$ кг/м²,

$$C = \frac{\delta \cdot \beta}{h_o \cdot E} \quad (3.26)$$

де δ – товщина вкладиша $\delta = 7$ мм.

Отже,

$$C = \frac{7 \cdot 10^{-3} \cdot 6,4 \cdot 10^6}{17 \cdot 10^7 \cdot 8 \cdot 10^{-6}} = 32,9$$

За знайденими значеннями C і C_1 з відповідного графіка [7, 12, 15] знаходимо $P = 1,01$, яке витримує підшипник.

Загальне навантаження.

$$P_1 = 6,4 \cdot 10^6 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \cdot 1,01 \cdot 60 \cdot 10^{-3} = 2496 \text{ кг.}$$

Розрахунок товщини мастильного шару.

Знаходимо значення параметрів I_1 і I_2 .

$$I_1 = \frac{6\sqrt{2}\delta\mu_0\nu}{E\psi^3 r^2}; \quad (3.27)$$

$$I_2 = \frac{P_1\psi^2}{12\mu_0\nu L}. \quad (3.28)$$

Тоді, використовуючи рівняння 3.27 та 3.28 знайдемо,

$$I_1 = \frac{6\sqrt{2} \cdot 7 \cdot 10^{-3} \cdot 0,0016}{17 \cdot 10^7 \cdot 0,004^3 \cdot 25^2 \cdot 10^{-6}} \approx 0,02;$$

$$I_2 = \frac{2496 \cdot 0,004^2}{12 \cdot 0,0016 \cdot 60 \cdot 10^{-3}} \approx 5,38.$$

З відповідного графіка [7, 12, 15] знаходимо $I_3 = 14$. Визначаємо товщину мастильного шару.

$$h_o = \sqrt[3]{\left(\frac{P_1 \cdot \delta}{E \cdot I_3 \cdot l}\right)^2 \cdot \frac{\psi}{2r}} \cdot \text{м.}$$

Отже,

$$h_o = \sqrt[3]{\left(\frac{2496 \cdot 7 \cdot 10^{-3}}{17 \cdot 10^{-7} \cdot 60 \cdot 10^{-3} \cdot 14}\right)^2 \cdot \frac{0,004}{2 \cdot 25 \cdot 10^{-3}}} = 2,6 \cdot 10^{-6} \text{ м.}$$

Для розрахунку температури мастильного шару, попередньо визначимо середню в'язкість мастила

$$\mu_0 = \frac{P_1 \cdot h_o \cdot \psi}{12 \cdot v_r \cdot l \cdot P}. \quad (3.29)$$

Отже,

$$\mu_0 = \frac{2496 \cdot 2,6 \cdot 10^{-6} \cdot 0,004}{12 \cdot 25 \cdot 10^{-3} \cdot 60 \cdot 10^{-3} \cdot 1,01} = 0,0024 \text{ сек/м}^2.$$

За графіком залежності в'язкості масла знаходимо середню температуру масла $t = 43^\circ\text{C}$.

Для підшипника назначаємо масло індустріальне 22 (в'язкість масла при робочій температурі 48°C $M_o = 0,0016$) [7, 12, 15].

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Структурно-функціональний аналіз виникнення небезпечних ситуацій

При проведенні будь-якої технологічної операції безпека праці виконавця має найважливіше значення [5, 6, 11].

Можливими травмонебезпечними чинниками при внесенні органічних добрив є: 1) механічне ураження рухомими частинами машини; 2) несправність органів керування, гальм; 3) недотримання правил поведінки з ПММ; 4) несправність системи вентиляції кабіни; 5) відмова одного з вузлів енергозасобу; 6) несправність або відмова вузлів розкидача; 7) недотримання правил техніки безпеки при внесенні добрив; 8) алкогольне сп'яніння виконавця (-ців).

Одним із методів оцінки реальності небезпеки є метод моделювання процесу виникнення травм та аварій.

Метод логічного моделювання процесів формування, виникнення небезпечних ситуацій та їх наслідків доцільно застосовувати для аналізу існуючих або потенційних небезпек, що виявлені при обстеженні робочих місць, окремих марок машин, агрегатів, а також різних споруд будівель, виробничих операцій і технологій. Але, як показали дослідження, будь-яка аварія може бути наслідком однієї або багатьох потенційно небезпечних ситуацій. Тому метод логічного моделювання не може бути застосований для моделювання складних аварій і катастроф (табл. 4.1) [5, 6, 11].

Аналіз моделей процесів формування й виникнення аварій, травм показав, що вони повністю імітують усі процеси та явища, що беруть участь у їх зародженні й виникненні. У зв'язку з цим, моделі, що отримали назву „Дерево відмов техніки і помилок оператора” можна назвати імітаційними.

Таблиця 4.1 – Аналіз умов формування та виникнення травмонебезпечних і аварійних ситуацій під час централізованого внесення добрив

Вид робіт	Виробнича небезпека			Можливі наслідки	Заходи запобігання небезп. ситуац.
	Небезпечна умова (НУ)	Небезпечна дія (НД)	Небезпечна ситуація (НС)		
Регулювання механізмів під час працюючого двигуна	Ланцюгова передача немає кожуху НУ	Можливий контакт із обертовими частинами НД	Захват одягу тракториста НС	Травма	Регулювання необхідно виконувати при виключеному двигуні та ВВП
Модель процесу НУ → НД → НС → Т					
Вхід та вихід тракториста із кабіни	Відсутня запобіжна огорожа НУ	Втрата рівноваги НД	Падіння тракториста НД	Травма	Встановлення огорожі
Модель процесу НУ → НД → НС → Т					

А оскільки виникнення кожної наступної події знаходять шляхом логічного аналізу попередніх, то для кращого розуміння суті таких моделей, їх також називають логічно-імітаційними [5, 6, 11].

4.2. Обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій з охорони праці

Розрахунок гальмівного шляху транспортного агрегату. Під час переїзду агрегату з господарства до місця виконання робіт по дорогах загального призначення на його безпечну експлуатацію значно впливає час спрацювання системи гальмування.

Період часу з моменту виявлення небезпеки і до повної зупинки агрегату можна зобразити у вигляді складових частин [5, 6, 11]

$$t = t_1 + t_2 + t_3, \quad (4.1)$$

де t_1 – реакція оператора, $t_1 = 0,8$ с;

t_2 – час спрацювання гальмівного приводу, $t_2 = 0,2$ с;

t_3 – час гальмування до повної зупинки, $t_3 = 1,6$ с.

Такий показник як час реакції оператора залежить від індивідуальних особливостей, віку професійного рівня тощо, час спрацювання гальмівного приводу залежить від досконалості конструкції і виду гальм, а час гальмування приймають для сухих доріг в межах 1,1...2 с.

Оцінка ефективності гальмування здійснюється за величиною шляху, який пройде машина з моменту виявлення небезпеки і до повної зупинки. Такий шлях визначають за формулою (4.2) [5, 6, 11].

$$S = (t_1 + t_2 + 0,5t_3) \frac{V_0}{3,6} + \frac{f_e \cdot V_0^2}{254 \cdot f} \cdot \frac{G_m + G_n}{G_m}, \text{ м} \quad (4.2)$$

де V_0 – швидкість руху агрегату на початку гальмування,

$V_0 = 20$ км/год;

f_e – коефіцієнт експлуатаційних умов гальмування, $f_e = 1$;

f – коефіцієнт зчеплення шин з покриттям дороги, $f = 0,75$;

G_m – маса трактора, $G_m = 3405$ кг;

G_n – маса розкидача, $G_n = 2230$ кг.

Підставивши значення отримаємо

$$S = (0,8 + 0,2 + 0,5 \cdot 1,6) \cdot \frac{20}{3,6} + \frac{1 \cdot 20^2}{254 \cdot 0,75} \cdot \frac{3405 + 2230}{3405} = 13,33 \text{ м}$$

До гальмівної системи державним стандартом передбачено такі вимоги:

а) стале уповільнення в процесі гальмування повинне становити не менше $3,5 \text{ м/с}^2$;

б) непрямолінійність руху в процесі гальмування не більше $0,5\text{м}$;

в) зупинку і утримання машини на схилі, що передбачений нормативно-технічною документацією;

г) безвідмовна робота протягом встановленого періоду.

У разі переїзду через тунелі, мости, греблі, залізничні переїзди (якщо дозволяють габарити і вантажопідйомність) необхідно тільки на знижених швидкостях, з дотриманням всіх запобіжних заходів.

Категорично забороняється знаходитися людям на причіпних і начіпних знаряддях під час їх транспортування. При спусках і підйомах слід дотримуватися черговості проїзду, рухатися на зниженій передачі при включеній муфті зчеплення. Переводити в транспортне положення і транспортувати агрегат потрібно відповідно до заводської інструкції [5, 6, 11].

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОЦІНЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ

Впродовж усього періоду роботи агрегату (трактора МТЗ-82 та розкидача органічних добрив МТО-4) на полях господарство несе наступні витрати: 1) експлуатаційні витрати; 2) втрати через несвоєчасність збиральних робіт.

Питомі експлуатаційні витрати на одиницю виконаної машиною (агрегатом) роботи, (грн/га) визначають [9, 17]:

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

де C_1 – оплата праці персоналу, який обслуговує машину (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 машину (агрегат), окремо за кожною кваліфікацією (розрядом);

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

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

Вартість паливно-мастильних матеріалів:

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

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

G_{II} – погектарна витрата палива машиною (агрегатом), кг.

Питомі витрати на амортизацію машини (агрегату):

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

де B_K – балансова вартість машини (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:

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

де P_K – відсоток відрахувань на ремонт і технічне обслуговування машини для трактора $P_K = 9,9\%$ та розкидача $P_K = 11\%$;

$W_K^{год}$ – годинна продуктивність машини, га/год;

T_K – нормативне річне завантаження r -ї машини для трактора 1350 год та розкидача 210 год. [9, 17].

Наведемо приклад визначення питомих експлуатаційних витрат підприємства для технологічної операції внесення твердих органічних добрив. Зазначимо, що площа, на якій виконується операція становить 45 га.

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

$$C_1 = \frac{1 \cdot 108,84}{3,95} = 27,56 \text{ грн/га.}$$

Вартість паливно-мастильних матеріалів визначаємо за формулою (6.3):

$$C_2 = 48 \cdot 3,29 + 330 \cdot 0,1 = 190,92 \text{ грн/га;}$$

Питомі відрахування на амортизацію визначаємо за формулою (5.4). Норма відрахувань на амортизацію приймаємо для трактора $a_K = 15\%$ та для

с.г машини $a_k = 12\%$; коефіцієнт зайнятості для трактора $k_r = 0,08$ для с.г. машини $k_r = 1$ [9, 17]:

для трактора

$$C_{31} = \frac{840000 \cdot 15 \cdot 0,08}{100 \cdot 45} = 224,00 \text{ грн/га};$$

для розкидача

$$C_{32} = \frac{195000 \cdot 12 \cdot 1}{100 \cdot 45} = 520,00 \text{ грн/га}.$$

Питомі відрахування на ремонт і технічне обслуговування становлять:

для трактора

$$C_{41} = \frac{840000 \cdot 0,99}{3,95 \cdot 1350} = 15,59 \text{ грн/га};$$

для розкидача

$$C_{42} = \frac{195000 \cdot 0,11}{3,95 \cdot 210} = 25,86 \text{ грн/га}.$$

Тоді, питомі експлуатаційні витрати господарства на внесенні твердих органічних добрив удосконаленою машиною на площі 45га становлять:

$$C_v = 27,56 + 190,92 + 224,00 + 520,00 + 15,59 + 25,86 = 1003,93 \text{ грн/га}.$$

Отже, виконання вищенаведених розрахунків дає змогу встановити питомі експлуатаційні витрати коштів на виконання операції внесення твердих органічних добрив. Сумарна потреба у коштах для виконання операції внесення твердих органічних добрив у СФГ «Семигинівське» Стрийського району Львівської області становить 45176,81 грн.

Встановлені показники експлуатаційних витрат підприємства дають змогу оцінити ефективність виробництва картоплі у СФГ «Семигинівське».

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

СФГ «Семигинівське» Стрийського району Львівської області спеціалізується на виробництві зернових і кормових культур – в рослинництві, а в тваринництві – на виробництво молока. Незважаючи на те, що значну частку в структурі посівних площ займають кормові культури (30%) площа їх посіву з кожним роком суттєво зменшується. Це пов'язано з різким скороченням поголів'я ВРХ.

Аналіз матеріально-технічної бази господарства дає підстави стверджувати про можливість розширення обсягу виробництва в рослинництві, проте відсутність вільних площ та складських приміщень перешкоджають цьому. З цією метою ми пропонуємо кооперуватися з сусідніми господарствами.

При садінні картоплі значну увагу слід приділяти конфігурації поля, а саме на нерівних полях довгі сторони загонів варто орієнтувати так, щоб вони збігалися з напрямком схилів.

Запропоноване удосконалення розкидача органічних добрив на базі МТО-4 дає змогу суттєво підвищити ефективність технологічної операції шляхом збільшення вантажопідйомності розкидача та довантаженні енергетичного засобу, а також зменшенні питомого тиску на ґрунт, що уможливорює виконання робіт на вологих ґрунтах.

Розроблення та впровадження заходів з охорони праці дасть змогу, шляхом попередження виникнення можливих небезпечних ситуацій в період внесення органічних добрив, зменшити рівень виробничого травматизму та покращити умови праці.

Заходи щодо охорони довкілля, які пропонуються впровадити у господарстві дадуть змогу зменшити викиди та поширення шкідливих речовин у навколишнє середовище.

Економічні розрахунки показують, що питомі експлуатаційні витрати становлять 1003,93 грн/га.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Гречкосій В.Д. та ін., Довідник сільського інженера. Київ : Урожай, 1998. 360с.
2. Довідник з механізації приготування та внесення добрив / В.М.Соколов, Ю.Г.Вожик, М.К.Лінник та ін. Київ : Урожай, 1993. 152 с.
3. Довідник з машиновикористання в землеробстві / За ред. В. І. Пастухова. Харків: "Веста" 2001. 347 с.
4. Експлуатація машин і оладнання: навчально-методичний комплекс [навч. посіб. Для студентів інженерних спеціальностей осв.-кваліф. Рівня «Бакалавр»] / І.М. Бендера, В.П. Грубий, П.І. Роздорожнюк та ін. / за ред. І.М. Бендери, В.П. Грубого, П.І. Роздорожняка. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я.І., 2013. 576 с.
5. Жидецький В.Н., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці. Львів: Афіша, 2001. 349 с.
6. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві / С.Д. Лахман, В.І. Рубльов, Б.І. Рябцев. Київ : Урожай, 1993. 272с.
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. Механізація та експлуатація сільського господарства // Республіканський міжвідомчий науковий збірник. Київ : Урожай, 1991. №74. 79 с.

11. 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.
12. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунку деталей машин. Львів : Афіша, 2003. 560 с
13. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник. Київ : Вища шк., 1993. 556 с.
14. 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.
15. Підйомно-транспортні машини. Розрахунки підймальних і транспортувальних машин. Бондарев В. С. та ін. Київ : Вища школа, 2009. 734 с.
16. Практикум із машиновикористання в рослинництві. Навчальний посібник / За ред. Мельника І.І. Київ: Кондор. 2009. 284 с.
17. Про затвердження Методики обчислення вартості машино-дня та збитків від простою машин” постанова Кабінету міністрів України від 12 липня 2004 р. N 885.
18. Сільськогосподарські машини : підручник / Д. Г. Войтюк, Л. В. Аніскевич [та ін.] ; За ред. Д. Г. Войтюка. Київ : Агроосвіта, 2015. 678 с.
19. Сучасна технологія вирощування картоплі. URL: <https://uapg.ua/blog/suchasna-tehnologiya-viroshhuvannya-kartopli/> (Дата звернення 07.05.2023).
20. Технологія вирощування картоплі. URL: https://ikar.in.ua/potato_intresting/technology/. (Дата звернення 06.05.2023).
21. Ясенецький В.А., Куліш В.С., Мечта М.П., Пономаренко А.Ф., Фененко А.І., Лузан В.П. Нова сільськогосподарська техніка. Київ : Урожай, 1991. 320 с.
22. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. Київ : Аграрна освіта, 2010. 617 с.