

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

інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

технічної механіки та сільськогосподарських машин

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Удосконалення технології вирощування люцерни на сіно з
розробкою розпушувального пристрою збиральної машини

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МГс
спеціальності _____

208 Агроінженерія

(шифр і назва спеціальності)

Михалків А.Й.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Бабій А.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Сташків М.Я.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Бабій А.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Радик Д.Л.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра технічної механіки та сільськогосподарських машин
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Бабій А.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 208 Агроінженерія
(шифр і назва спеціальності)

студенту Михалківу Андрію Йосиповичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології вирощування люцерни на сіно з розробкою розпушувального пристрою збиральної машини

Керівник роботи Бабій Андрій Васильович, д.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «23» 01 2023 року № 4/7-35

2. Термін подання студентом завершеної роботи 22.06.2023

3. Вихідні дані до роботи Базова технологія вирощування люцерни на сіно; площа посіву 100га, рівень ресурсного забезпечення технології – низький; перелік техніки господарства з основними характеристиками; тарифні ставки працівників; вартості ПММ та інших матеріалів.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1. Аналіз відомих технологій вирощування люцерни на сіно.

2. Проектування технологічного процесу вирощування люцерни на сіно.

3. Проектна частина.

4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

Загальні висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Ілюстративний матеріал.

Реферат

Мета і завдання дослідження – провести удосконалення технології вирощування люцерни на сіно при удосконаленні операції збирання.

Мета досягається шляхом модернізацій косарки-плющилки, обладнавши її розпушувальним пристроєм, що значно скорочує час висихання сплющеної люцерни.

Мета реалізовується при вирішенні наступних завдань:

- проведено аналіз технологій вирощування люцерни на сіно;
- складено план механізованих робіт при реалізації даної технології;
- розроблено технологічний процес вирощування люцерни на сіно;
- розроблено технологічний процес операції скошування люцерни;
- розраховано сінозбиральний агрегат;
- розрахунок вартості виконання технологічної операції;
- проведено розрахунок запропонованого удосконалення косарки.

Об'єктом дослідження – технологічний процес вирощування люцерни.

Предмет дослідження – механізація технологічної операції скошування люцерни.

Практичне значення – проведене удосконалення косарки через дообладнання її розпушувальним пристроєм значно скорочує час висихання сіна, що дозволило підвищити якість кінцевого продукту.

Робота складається з вступу, чотирьох розділів, використаної літератури та додатків. Основний матеріал викладено на 59 сторінках машинописного тексту. Додатки займають 10 сторінок.

Ключові слова. Косарка, розпушувальний пристрій, технологічний процес вирощування, сінозбиральний агрегат.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ВСТУП..... | 5 |
| 1 АНАЛІЗ ВІДОМИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ЛЮЦЕРНИ НА СІНО | 6 |
| 1.1 Кормове значення вирощування люцерни..... | 6 |
| 1.2 Основні операції технології вирощування люцерни..... | 8 |
| 1.3 Підготовчий план механізованих при вирощуванні люцерни на сіно | 14 |
| 1.4 Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи бакалавра | 17 |
| 2 ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОЩУВАННЯ ЛЮЦЕРНИ НА СІНО | 18 |
| 2.1 Проєктування технологічного процесу вирощування люцерни на сіно | 18 |
| 2.2 Розробка технологічної карти вирощування люцерни на сіно | 21 |
| 2.3 Розробка технологічного процесу виконання агротехнічної операції скошування люцерни на сіно..... | 26 |
| 2.3.1 Агротехнічні вимоги до скошування люцерни..... | 27 |
| 2.3.2 Розрахунок сінозбирального агрегату..... | 27 |
| 2.4 Розрахунок вартості виконання технологічної операції | 36 |
| 3 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА | 41 |
| 3.1 Будова та технологічний процес запропонованого удосконалення | 41 |
| 3.2 Розрахунок режимів роботи удосконаленої косарки | 35 |
| 3.3 Попередній розрахунок вала ротора | 38 |
| 3.4 Розрахунок пасової передачі приводу..... | 40 |
| 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ..... | 48 |
| 4.1 Можливі небезпеки та вимоги безпеки під час заготівлі сіна | 48 |
| 4.2 Вимоги безпеки при роботі з косаркою КПРН-3,0 та при підготовці її до роботи | 49 |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ..... | 53 |
| ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 55 |

ВСТУП

Наукове обґрунтування різних технологічних операцій, що направлені на покращення технологій вирощування трав на сіно має досить вагоме значення.

Покращення технологій дозволяє отримувати високоякісне сіно, багате на поживні речовини. Це особливо важливо для тварин, які харчуються сіном, таких як корови, вівці, кози та коні. Якісне сіно забезпечує їм належне харчування і підтримує їхнє здоров'я.

Також це дозволяє збільшити врожайність трави. Це важливо для забезпечення достатньої кількості сіна для харчування тварин. Більш ефективні методи вирощування можуть включати використання покращених сортів трав, оптимальне внесення добрив та систему поливу.

Покращення технологій вирощування трав на сіно може призвести до зниження витрат на виробництво сіна, так як більш ефективні методи можуть зменшити витрати на ресурси, такі як вода, добрива і працю. Крім того, високоякісне сіно може бути продано за кращу ціну, що сприяє покращенню економічної прибутковості господарства.

Таке виробництво дозволяє зменшити негативний вплив на навколишнє середовище. Наприклад, ефективне використання добрив та полив може зменшити ризик забруднення ґрунту та водоймищ, а також знизити витрати на енергію та використання інших ресурсів.

Сюди, як спосіб, також можна віднести мінімізацію втрат сіна, забезпечуючи ефективне збирання, сушіння і зберігання. Вдосконалені методи збирання трави та використання сучасного обладнання дозволяють знизити втрати в процесі обробки і зберігання сіна.

Загалом, покращення технологій вирощування трав на сіно є важливим для отримання високоякісного корму для тварин, забезпечення продовольства, зниження витрат і негативного впливу на навколишнє середовище, а також підвищення економічної прибутковості господарства.

1 АНАЛІЗ ВІДОМИХ ТЕХНОЛГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ЛЮЦЕРНИ НА СІНО

1.1 Кормове значення вирощування люцерни

Люцерна – це високоякісна кормова рослина, яка містить багато поживних речовин і корисних речовин для тваринного організму. Вирощування люцерни має наступне кормове значення:

Люцерна є джерелом високоякісного білка, який містить усі амінокислоти, необхідні для росту тварин. Зазвичай, люцерна містить 15-20% білка, що робить її відмінним джерелом протеїну для тварин.

Люцерна містить клітковину, яка сприяє регулюванню травлення у тварин. Вона також допомагає знизити ризик забруднення кісткового мозку у корів.

Культура є багатим джерелом вітамінів (А, В₁, В₂, С, D, Е). Вітаміни є важливими для підтримки здоров'я тварин, рис. 1.1.



Рисунок 1.1 – Вигляд поля, що засіяне люцерною

Люцерна містить багато мінералів, таких як кальцій, фосфор, магній, калій, натрій та залізо. Мінерали є важливими для здоров'я тварин і їх правильного розвитку. Вона містить енергію, що допомагає тваринам підтримувати нормальний рівень активності та розвитку.

Усі ці фактори роблять люцерну важливим компонентом в харчуванні тварин, таких як корови, вівці, кози та коні. Люцерна також може бути використана для вирощування корму для свиней та птиці.

З біологічної точки зору люцерна є багаторічною рослиною, що належить до родини бобових. Основні біологічні властивості люцерни включають наступне:

Корені люцерни можуть проникати до глибини до 6 метрів у ґрунті, що дозволяє рослині отримувати воду та поживні речовини з глибинних шарів ґрунту. Крім того, коренева система люцерни може сприяти утворенню гумусу в ґрунті.

Люцерна є важливою культурою для фіксації атмосферного азоту, завдяки співпраці з бактеріями роду *Rhizobium*. Цей процес сприяє підвищенню родючості ґрунту та покращенню урожайності культур, які вирощуються після люцерни.

Ростові характеристики – це швидко зростаюча культура, яка може досягати висоти до 1-1,5 метрів за сезон. Крім того, рослина може бути зібрана для годування тварин до чотирьох разів за сезон.

Дана рослина може розмножуватися як насінням, так і черенками. Насіння люцерни мають високу проросткову здатність, що дозволяє рослині швидко почати ріст після посіву.

Ця культура є відносно стійкою до холодів та до багатьох хвороб та шкідників, що дозволяє знизити витрати на захист рослини від негативного впливу зовнішніх факторів.

Основне призначення цієї кормової культури – зелений корм, виробництво сіна і сінажу, як результат переробки – трав'яне борошно, гранули тощо. Урожайність зеленої культури сягає 1,3-1,5 т/га

Люцерна може рости на різних типах ґрунту, але для досягнення високої урожайності та якості корму, рекомендується вирощувати її на ґрунтах з певними

властивостями. Основні вимоги люцерни до ґрунту включають наступне.

Оптимальний рівень рН для люцерни складає від 6,0 до 7,5. Рослина може рости на ґрунтах з більш низьким або високим рівнем рН, але це може негативно вплинути на її здоров'я та урожайність.

Люцерна потребує доброго дренажу та повітряного режиму ґрунту. Рослина не переносить залишкової вологості та густого компактного ґрунту.

Ця культура найкраще росте на легких та середніх ґрунтах з доброю структурою, що сприяє проникненню кореневої системи в глибинні шари ґрунту та забезпечує доступ коренів до води та поживних речовин.

Їй потрібне добре живлення для забезпечення високої урожайності та якості корму. Рослина вимагає достатньої кількості азоту, фосфору та калію в ґрунті, а також потребує достатньої кількості води для забезпечення росту та розвитку. Рослина може рости на ґрунтах з різною вологою, але оптимальна кількість води для люцерни – від 500 до 750 мм на рік.

Найновіші сорти (2018-2023 рр.) люцерни за даними [32]: ІДІЛІЛЬ, Адорна, Алтіва, Амага, Ванда, ГАЛАКСІ МАКС, Крено, Кураж, Ла Рокка, Ла Торре, Мілкі Макс, Мінерва, МАЛЬВІНА, Меззо, Оксітан, Паола, ПАРЕВА, Просементі Бологна, Радослава, Раміна, Родена, ХАРП і т.д.

1.2 Основні операції технології вирощування люцерни

Люцерна є корисною бобовою культурою, яка може використовуватись для відновлення плодючості ґрунту, зменшення ерозії, покращення якості корму та збільшення урожайності інших культур, які вирощуються в наступних сівозмінних культурах. Оскільки люцерна має досить глибоку кореневу систему, що забезпечує зберігання в ґрунті великої кількості поживних речовин, вона може бути використана як зелений добривний настил для підживлення наступної культури.

Рекомендується вирощувати люцерну на ділянках, які не використовувались для цільового призначення протягом останніх 3-4 років. Це дозволяє уникнути можливого зараження люцерни хворобами, які можуть залишитись в ґрунті.

У залежності від використання врожаю люцерни (як сіно, зелений корм, силос тощо), місце в сівозміні може варіюватися. Наприклад, якщо люцерну використовують для сіна, то краще всього її вирощувати в рамках 3-4-річної сівозміни на місці, де вирощувались зернові культури. У разі використання люцерни для зеленого корму або силосу, можна вирощувати її на місці, де раніше були висаджені овочі, буряки або картопля. В будь-якому випадку, рекомендується проводити регулярний аналіз ґрунту, щоб переконатись у його відповідності вимогам для вирощування люцерни.

Люцерна має високі вимоги до поживних речовин, особливо до азоту, фосфору та калію. Забезпечення культури необхідними поживними речовинами може бути досягнуто шляхом використання системи удобрення, яка забезпечить культуру необхідними поживними речовинами, не перевантажуючи ґрунт надмірними дозами добрив.

Основна доза добрив для люцерни складає 80-100 кг/га азоту, 40-60 кг/га фосфору та 80-120 кг/га калію. Однак, ці дози можуть бути скориговані залежно від аналізу ґрунту та врожайності культури.

Застосування органічних добрив (наприклад, компост, перегною, гумусні добрива) є важливим елементом удобрення люцерни. Вони можуть забезпечити культуру поживними речовинами, збільшити біорізноманіття та зменшити ерозію ґрунту. Застосування органічних добрив також дозволяє зменшити використання хімічних добрив, що є більш екологічним.

Удобрення люцерни може бути проведено у вигляді передпосівної обробки, післязбирального внесення та внесення добрив під час вегетації. Рекомендується проводити підживлення в залежності від потреб культури та аналізу ґрунту.

Основний обробіток ґрунту перед посівом люцерни залежить від типу ґрунту та попередньої культури. Зазвичай, перед посівом люцерни рекомендується провести глибоку обробку ґрунту на глибину 20-25 см, щоб

забезпечити хороший доступ повітря та води до кореневої системи рослин.

Якщо ґрунт є легким та піщаним, рекомендується провести попередній обробіток глибинним розпушуванням або фрезеруванням на глибину 15-20 см. У важких ґрунтах рекомендується провести попередню обробку плугом та подрібнити грудки з допомогою дискової борони.

Перед посівом люцерни також необхідно провести рівномірну поверхневу обробку, щоб забезпечити однакові умови для всіх насінин.

Важливо пам'ятати, що люцерна має глибоку кореневу систему, тому важливо забезпечити глибоку обробку ґрунту перед посівом. При цьому важливо уникати пересушування ґрунту, що може стати на шляху успішного розвитку культури.

Передпосівний обробіток ґрунту перед посівом люцерни є дуже важливим етапом, оскільки він може вплинути на рівномірність висіву, якість насіння та врожайність культури. До передпосівного обробітку ґрунту можна включити наступні операції.

Обробка ґрунту для знищення бур'янів та попереднього розпушення. Ця дія може виконуватися за допомогою різноманітних засобів, таких як плуг, культиватор, комбінований агрегат, який виконує декілька функцій одночасно.

Перед посівом необхідно вирівняти поверхню ґрунту та забезпечити оптимальну щільність ґрунту, щоб забезпечити рівномірний висів насіння. Для цього можна використовувати спеціальні агрегати, такі як котки або зубові борони.

Перевірити ґрунт на наявність шкідників та хвороб. Якщо такі проблеми існують, можна використовувати спеціальні засоби для їх захисту або обробити ґрунт перед посівом.

У загальному, передпосівний обробіток ґрунту перед посівом люцерни має на меті створення оптимальних умов для проростання насіння та забезпечення рівномірного вирощування рослин.

Після висіву насіння необхідно забезпечити його глибоке закріплення в ґрунті. Для цього можна провести поверхневе розпушування, яке дозволить

забезпечити доступ повітря та води до насіння.

Застосування гербіцидів при вирощуванні люцерни може бути корисним, оскільки допомагає знищувати бур'яни, які конкурують з культурою за живлення та вологу. Однак, при застосуванні гербіцидів необхідно дотримуватись певних правил, щоб уникнути негативного впливу на саму люцерну та навколишнє середовище.

Основні рекомендації щодо застосування гербіцидів під час вирощування люцерни:

Вибір правильного гербіциду. Перед застосуванням гербіцидів необхідно звернути увагу на те, який вид бур'яну присутній на ділянці, та вибрати гербіцид, який діє саме на цей вид бур'яну. Також слід враховувати можливість виникнення резистентності бур'янів до певних гербіцидів.

Дотримання дозування та термінів застосування. Гербіциди мають певну дозу, яку необхідно дотримуватись, щоб уникнути перевитрати або недостатньої кількості засобу. Також необхідно дотримуватись рекомендованого терміну застосування, оскільки пізніше застосування гербіциду може не мати ефективного результату.

Уникнення контакту з культурою. При застосуванні гербіциду необхідно уникати контакту з самою культурою, оскільки це може призвести до її пошкодження. Тому важливо дотримуватись рекомендацій щодо дозування та розпилення гербіциду.

Застосування захисних засобів. Під час застосування гербіцидів необхідно використовувати захисні засоби, такі як рукавиці, захисні окуляри та маска, щоб уникнути контакту зі шкідливими речовинами, які можуть бути частинами гербіциду.

Урахування погодних умов. При застосуванні гербіцидів необхідно урахувати погодні умови, оскільки вони можуть вплинути на ефективність застосування засобу. Наприклад, дощ чи висока вологість повітря можуть призвести до зниження ефективності застосування гербіциду.

Обережне зберігання та видалення залишків гербіцидів. Після застосування

гербициду необхідно обережно зберігати залишки засобу, щоб уникнути його попадання в ґрунт або водойми. Також необхідно правильно видалити пусті бочки та упаковки гербицидів, щоб уникнути негативного впливу на довкілля.

Загалом, гербициди можуть бути корисними при вирощуванні люцерни, але їх слід використовувати обережно та дотримуючись встановлених правил та рекомендацій. Також важливо звернути увагу на екологічні наслідки застосування гербицидів та шукати альтернативні методи контролю бур'янів.

Підготовка насіння люцерни до сівби дуже важлива, оскільки це впливає на його проростання та схожість, а також на врожайність майбутнього посіву. Основні кроки підготовки насіння люцерни до сівби включають наступне:

Насіння люцерни потрібно очистити від домішок, які можуть вплинути на його якість. Наприклад, до насіння можуть потрапити частинки рослин, гілки, каміння, пил та інші непотрібні речовини. Для очищення насіння можна використовувати спеціальні сита або горизонтальні вітряки.

Для отримання однорідного посіву важливо калібрувати насіння, тобто відділяти від нього невідповідні за розміром зерна. Для цього використовують спеціальні сита або калібрувальні пристрої.

Насіння люцерни може бути заражене різними хворобами, які можуть знизити врожайність посіву. Для захисту насіння від хвороб використовують фунгіциди, які можна обробити насіння перед сівбою.

Для покращення проростання та розвитку кореневої системи можна обробити насіння люцерни засобами стимуляції росту.

Насіннева обробка дозволяє захист насіння від шкідників та хвороб, забезпечує зростання рослин та підвищує врожайність. Для насінневої обробки можна використовувати спеціальні препарати, які містять фунгіциди, інсектициди та гербициди.

Після підготовки насіння його потрібно зберігати в сухому та прохолодному місці, щоб запобігти розвитку грибків та зберегти його якість. Найкраще зберігати насіння в паперових або тканинних мішках з герметично закритими замками.

Важливо пам'ятати, що якість насіння безпосередньо впливає на

врожайність посіву, тому необхідно докладати максимум зусиль для його підготовки до сівби.

Строки сівби люцерни залежать від кліматичних умов та відмінностей різних регіонів. Зазвичай сівбу люцерни проводять у весняний або осінній період. Весняна сівба проводиться у березні-квітні, коли температура ґрунту досягає 5-7 °С, а осіння сівба - у серпні-вересні, коли забезпечена достатня кількість вологи для зародження рослини.

Способи сівби люцерни також можуть варіюватися в залежності від умов та вимог конкретного регіону. Розглянемо основні способи сівби люцерни.

Сівба на полях без попереднього обробітку. Цей метод передбачає розкидання насіння по поверхні ґрунту без попередньої обробки. При цьому насіння просто висипають на поверхню ґрунту і замішують з нею. Цей метод дозволяє зберегти корисні мікроорганізми, які знаходяться у ґрунті, і може бути використаний у вологих регіонах.

Сівба в підготовлений ґрунт. Цей метод передбачає попередній обробіток ґрунту та створення спеціальних умов для розміщення насіння. Ґрунт повинен бути розпушеним та добре підготовленим для зародження рослини. Сівба проводиться за допомогою сівалок, які дозволяють рівномірно розподілити насіння та забезпечити його оптимальну глибину зародження.

Сівба у комбінації з іншими культурами. Цей метод передбачає сівбу люцерни у поєднанні з іншими культурами, такими як зернові, кукурудза або соя.

Оптимальна густина посіву люцерни залежить від використовуваної технології вирощування і вимог фермера, але зазвичай коливається в межах 10-20 кг на 1 га.

Після сходів люцерни потрібно здійснювати систематичний догляд за посівами. Основні заходи догляду за посівами люцерни включають.

Люцерна потребує достатньої кількості вологи для нормального зростання і розвитку. Якщо в зоні посухи, полив є необхідним, особливо під час першого року вирощування. Зазвичай проводять 3-4 поливи протягом першого року, залежно від погодних умов та стану ґрунту.

Важливо регулярно контролювати посіви люцерни і вчасно проводити видалення бур'янів. Зазвичай це роблять за допомогою гербіцидів. Найкращий час для видалення бур'янів - це перед появою перших пар листків люцерни.

Люцерна може страждати від різних хвороб і шкідників, таких як бура та жовта плямистості, борошниста роса, іржа, стемфіліоз, антракноз чи фомоз тощо. Для запобігання цих проблем рекомендується використовувати здорове насіння, добре оброблене перед сівбою, і застосовувати систему обробки насіння та захисту від шкідників.

Якщо люцерну вирощують як кормову культуру для тварин, то потрібно регулярно підкошувати пасовище для забезпечення якісного корму. Рекомендується косити люцерну на ранніх стадіях цвітіння для найбільшої продуктивності.

Також важливо забезпечувати регулярне внесення мінеральних добрив, зокрема азотних, фосфорних та калійних. Рекомендовані дози добрив залежать від вмісту поживних речовин у ґрунті та стадії розвитку рослин.

У період цвітіння люцерни, який зазвичай припадає на середину літа, не рекомендується здійснювати будь-які заходи по боротьбі з бур'янами або захисту рослин від шкідників і хвороб, оскільки це може завадити запилюванню квіток та погіршити врожай.

Збір врожаю проводять у фазу бутонізації або початку цвітіння, коли вміст протеїну в рослинах досягає максимальної величини.

1.3 Підготовчий план механізованих при вирощуванні люцерни на сіно

Вище описано основні технологічні операції, які застосовуються при технології вирощування люцерни на сіно. На основі цього сформуємо план механізованих робіт та виділимо основні агротехнічні вимоги до конкретної

операції. Причому, конкретизуємо спосіб вирощування культури – вирощування люцерни на сіно першого року використання та при низькому ресурсному забезпеченні. Попередник – підпокровний посів.

Підпокровний посів люцерни може бути корисним для збереження родючості ґрунту, підвищення його водопроникності та підвищення врожайності культурних рослин, які вирощуються на газонах або полях. Люцерна є багаторічною рослиною, що вирощується для виробництва кормів, а також має високу здатність до фіксації азоту з повітря, що може забезпечити додатковий заряд азоту для інших культур.

Підпокровний посів люцерни слід здійснювати в період з квітня до червня, якщо ґрунт вже нагрівся до необхідної температури для проростання насіння. Насіння люцерни слід висівати на глибину близько 2-3 см, використовуючи насінневу дозу приблизно в 10-15 кг/га.

При підпокровному посіві люцерни слід мати на увазі, що це може призвести до зменшення виробництва кормів, оскільки люцерна може конкурувати з культурами, вирощуваними на цих ділянках. Тому, якщо підпокровний посів люцерни використовується з метою збільшення врожайності культурних рослин, слід ретельно розглянути його переваги та недоліки перед тим, як здійснювати таку операцію.

Покровною культурою для люцерни можуть бути різні види злаків, такі як овес, ячмінь, жито, пшениця, а також деякі види бобових, такі як горох, вика, соя, квасоля.

Вибір покривної культури залежить від багатьох факторів, включаючи тип ґрунту, кліматичні умови, вимоги до ґрунту та потреби в кормі для тварин.

Злакові культури, такі як овес або ячмінь, можуть бути відмінним вибором як покривна культура для люцерни, оскільки вони швидко проростають та швидко утворюють масу зеленої маси, що допомагає зменшити вплив бур'янів та підвищити врожайність культурних рослин. Крім того, злаки мають поверхневу кореневу систему, що не завдає шкоди глибоким кореневим системам люцерни.

Бобові культури, такі як вика або соя, можуть бути корисні для покриття

грунту і забезпечення додаткового азоту для культурних рослин. Вони мають глибокі кореневі системи, що можуть допомогти зберігати вологу в ґрунті та підвищувати його родючість.

Кращими покривними культурами є однорічні трави на зелений корм та ярий ячмінь.

Найкраще підібрати покривну культуру для люцерни, виходячи з конкретних умов вирощування та потреб культурних рослин.

За наведеною технологією складаємо підготовчий план механізованих робіт з переліком технологічних операцій та агронормативами до їх проведення [37-38].

Розпочнемо складання плану механізованих робіт з передпосівного обробітку ґрунту та сівби:

- виконуємо операцію навантаження насіння;
- транспортування та завантаження сівалок насінням;
- сівба одночасно з покривною культурою (однорічні трави на зелений корм), глибина загортання насіння 2- 3 см; норма висіву 14-16 кг/га;
- коткування.

Оскільки нас в більшій мірі буде цікавити процес збирання врожаю, то виб'ємо такі операції:

- скошування люцерни;
- ворущіння сіна;
- згрібання у валки;
- ворущіння валків;
- пресування сіна;
- транспортування тюків;
- укладання тюків на зберігання.

При низькому ресурсному забезпечення даної технології вирощування люцерни на сіно догляд за посівами включатиме боротьбу з мишовидними гризунами (препарат Варат МБ, 5-10 г в нору).

1.4 Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи бакалавра

Метою виконання кваліфікаційної роботи бакалавра є удосконалення технології вирощування люцерни на сіно. Відомо, що однією з найскладніших операцій при вирощуванні люцерни на сіно є технологічна операція скошування, яка безпосередньо пов'язана зі швидкістю висихання скошеної маси. Практика показує, що при звичайних умовах скошування відбувається досить нерівномірне висихання люцерни із-за доволі товстого стебла та порівняно тоненьких листочків. Останні швидко висихають, коли стебло ще досить вологе, а тому якщо очікувати на висихання стебла, то листочки вже є пересушеними і дуже легко осипаються, що призводить до втрати урожаю. Тому люцерну збирають за певної вологості, через що є ризик псування сіна.

Тому в розрізі удосконалення технології вирощування люцерни на сіно потрібно вдосконалити саме збиральну операцію. В роботі пропонується процес скошування зеленої маси поєднати з плющенням стебел люцерни. За таких умов розплющені стебла збільшать площу випаровування вологи, вони будуть «розкритими», що призведе до швидкого та рівномірного висихання всієї маси. Але разом з тим спостерігається і певний недолік – сплющена маса є збитою (спресованою), що навпаки погіршує процес просихання, а тому косарку-плющилку варто обладнати розпушувальним пристроєм, елементи конструкції якого будуть обґрунтованими в роботі.

Тому тема кваліфікаційної роботи має назву «Удосконалення технології вирощування люцерни на сіно з розробкою розпушувального пристрою збиральної машини».

2 ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОЩУВАННЯ ЛЮЦЕРНИ НА СІНО

2.1 Проєктування технологічного процесу вирощування люцерни на сіно

Відповідно до наміченого плану механізованих робіт та із врахуванням забезпеченості господарства технікою (низький рівень забезпеченості) сформуємо основні графи технологічної карти вирощування люцерни на сіно [33-35].

Виходячи із умов вирощування та забезпечення технікою:

- планована урожайність люцерни – 22 ц/га;
- попередник – підпокровний посів (однорічні трави на зелений корм);
- ресурсне забезпечення технологічного процесу – низьке;
- площа під посівом люцерни – 100 га.

Навантаження насіння буде здійснюватися фронтальним навантажувачем ПЕ-Ф-1А, рис. 2.1.



Рисунок 2.1 – Фронтальний навантажувач

Транспортування насіння здійснюватиметься причепом 2ПТС-4-887Б пр. агрегативанні з трактором ЮМЗ- 6АКЛ, рис. 2.2.



Рисунок 2.2 – Загальний вигляд причепа 2ПТС-4

Посів культури буде реалізовано сівалкою СЗТ-3,6, рис. 2.3.



Рисунок 2.3 – Сівалка зерно-трав'яна СЗТ-3,6

Коткування буде здійснюватися гладкими водоналивними котками, рис. 2.4



Рисунок 2.4 – Котки водоналивні гладкі

Операція скошування люцерни – косарка-плющилка КПРН-3,0, рис.2.5.



Рисунок 2.5 – Косарка-плющилка КПРН-3,0

Ворушіння та згрібання сіна здійснюватиметься колісно-пальцевими граблями, рис. 2.6



Рисунок 2.6 – Граблі-ворушилки колісні

Для пресування сіна буде застосовано прес К-453, рис. 2.7.



Рисунок 2.7 – Прес-підбирач Fortschritt К-453

Укладання тюків – машиною ПФ-05, рис. 2.8.



Рисунок 2.8 – навантажувач фронтальний ПФ-0,8.

Таким чином, в даному пункті було приведено основні марки наявних машин, за допомогою яких здійснюватиметься технологічний процес виробництва сіна при вирощуванні люцерни за низького ресурсного забезпечення господарства технікою.

2.2 Розробка технологічної карти вирощування люцерни на сіно

Враховуючи величину посівної площі та норму висіву насіння, послідовно розрахуємо деякі параметри технологічного процесу спочатку для припосівного обробітку ґрунту та сівби, результат представимо у табл. 2.1 [37-38].

Таблиця 2.1 – Технологічні операції припосівного обробітку ґрунту та сівби

| № | Технологічна операція | Одиниця виміру | Обсяг робіт, фіз. одиниць | Склад агрегату | | | Обслуговуючий персонал | |
|--|---|----------------|---------------------------|----------------|------------------|-----------|------------------------|----------------|
| | | | | енерго- машина | с.-г. машина | | механізатори | інші робітники |
| | | | | | марка | кількість | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Припосівний обробіток ґрунту та сівба | | | | | | | | |
| 1 | Навантаження насіння | т | 1,5 | ЮМЗ-6АКЛ | ПЕ-Ф-1А | 1 | 1 | |
| 2 | Транспортування та завантаження сівалок насінням | т | 1,5 | ЮМЗ-6АКЛ | 2ШС-4-887Б | 1 | 1 | 2 |
| 3 | Сівба одночасно з покривною культурою (Глибина загортання насіння 2-3 см. Норма висіву 14-16 кг/га) | га | 100 | ЮМЗ-6АКЛ | СЗГ-36 | 1 | 1 | |
| 4 | Коткування | га | 100 | ЮМЗ-6АКЛ | С-11У ЗКВГ-Х4 | 1 2 | 1 | |

Аналогічним чином розташуємо технологічні операції при збиранні врожаю та наступному догляді за посівами. Оскільки ми розглядаємо технологію вирощування при мінімальному ресурсному забезпеченні, то кількість і самих технологічних операцій ж мінімальною, табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Технологічні операції догляду за посівами та збирання врожаю

| № | Технологічна операція | Одиниця виміру | Обсяг робіт, фіз. одиниць | Склад агрегату | | | Обслуговуючий персонал | |
|---------------------------|--|----------------|---------------------------|----------------|--------------|-----------|------------------------|----------------|
| | | | | енергомашина | с.-г. машина | | механізатори | інші робітники |
| | | | | | марка | кількість | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Збирання врожаю | | | | | | | | |
| 5 | Скошування люцерни | га | 100 | ЮМЗ-6АКЛ | КПРН-3 | | 1 | |
| 6 | Ворущіння сіна | га | 100 | ЮМЗ-6АКЛ | ГВК-6 | 1 | 1 | |
| 7 | Згрібання в валки | га | 100 | ЮМЗ-6АКЛ | ГВЦ-3 | 1 | 1 | |
| 8 | Ворущіння валків | га | 100 | ЮМЗ-6АКЛ | ГВК-6 | 1 | 1 | |
| 9 | Пресування сіна | га | 100 | 10Х13 6АКП | К-453 | 1 | 1 | 1 |
| 10 | Транспортування тюків | т | 110 | ЮМЗ-6АКЛ | ПСЕ-20 | | 1 | |
| 11 | Укладання тюків на зберігання | т | 110 | ЮМЗ 6АКЛ | ПС-0,5/0,8Б | 1 | 1 | 4 |
| Догляд за посівами | | | | | | | | |
| 12 | Боротьба з мишовидними гризунами (Варат МБ, 5-10 г в нору) | га | 12 | | вручну | | | 1 |

Використовуючи нормативні документи, де зазначено норму виробітку по операціях, тарифні ставки працівників тощо [26], прораховуємо приблизну

вартість кожної з технологічних операцій [11], табл. 2.3

Таблиця 2.3 – Вартість виконання технологічних операцій припосівного обробітку ґрунту та сівба

| № Технологічної операції, відповідно до табл.2.1 | Норма виробітку | Кількість нормозмін | Витрати праці на весь обсяг робіт, люд.-год. | Тарифна ставка за нормозміну, грн. | | Зарплата за весь обсяг робіт, грн. | | | Витрати палива, кг | |
|--|-----------------|---------------------|---|---|------------------|---------------------------------------|------------------|---------|-----------------------|------------------------|
| | | | | механізаторам | іншим робітникам | механізаторам | іншим робітникам | разом | на одиницю роботи | на весь обсяг робіт |
| 1 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| <u>Припосівний обробіток ґрунту та сівба</u> | | | | | | | | | | |
| 1 | 109 | 7,58 | 53,03 | 207,76 | | 1573,92 | | 1573,92 | 0,65 | 0,98 |
| 2 | 17,3 | 7,58 | 159,09 | 160,84 | 121,84 | 1218,48 | 1846,08 | 3064,56 | 1,8 | 2,70 |
| 3 | 13,2 | 7,58 | 53,03 | 207,76 | | 1573,92 | | 1573,92 | 3 | 300,00 |
| 4 | 34,8 | 2,87 | 20,11 | 160,84 | | 462,2 | | 462,2 | 2,1 | 210,00 |
| Разом за період | | | 285,27 | | | 4828,4 | 1846,08 | 6674,4 | | 513,68 |

Продовження табл. 2.3

| № Технологічної операції, відповідно до табл.2.1 | Норма виробітку | Кількість нормозмін | Витрати праці на весь обсяг робіт, люд.-год. | Тарифна ставка за нормозміну, грн. | | Зарплата за весь обсяг робіт, грн. | | | Витрати палива, кг | |
|--|-----------------|---------------------|---|---|------------------|---------------------------------------|---------------------|---------|-----------------------|------------------------|
| | | | | механізаторам | іншим робітникам | механіза- торам | іншим робітникам | разом | На одиницю роботи | на весь обсяг робіт |
| 1 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| 5. | 15,20 | 6,58 | 46,05 | 207,76 | | 1366,84 | | 1366,84 | 3,30 | 330,0 |
| 6 | 23,4 | 4,27 | 29,91 | 160,84 | | 687,36 | | 687,36 | 1,6 | 160,0 |
| 7 | 11,6 | 8,62 | 120,69 | 180,26 | | 1553,84 | | 1553,84 | 1,2 | 120,0 |
| 8 | 64,7 | 1,70 | 11,90 | 160,84 | | 273,44 | | 273,44 | 1,20 | 120,0 |
| 9 | 25 | 4,40 | 154,00 | 180,26 | 137,08 | 793,14 | 603,15 | 1396,29 | 1,2 | 120,0 |
| 10 | 64,7 | 1,70 | 11,90 | 160,84 | | 273,44 | | 273,44 | 1,20 | 132,0 |
| 11 | 25 | 4,40 | 154,00 | 180,26 | 137,08 | 793,14 | 2425,28 | 3218,42 | 1,2 | 132,00 |
| Разом за період | | | 456,1 | | | 5741,2 | 3028,43 | 8769,63 | | 1114 |

Закінчення табл. 2.3

| 1 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
|---------------------------|----|------|--------|----|--------|---------|---------|----------|----|---------|
| <u>Догляд за посівами</u> | | | | | | | | | | |
| 12 | | 1,00 | 7,00 | | 121,84 | | 121,84 | 121,84 | | |
| Разом за період | | | 7,00 | | | | 121,84 | 121,84 | | |
| Разом за технологією | | | 748,38 | | | 10569,6 | 4996,35 | 15565,95 | | 1627,68 |

Якщо врахувати вартість дизельного палива – 45 грн/л, а крім того, потрібно пам'ятати, що 1 кг палива це 1,18 л, то $1627,68 \cdot 1,18 = 1920,66$ л. Тоді вартість палива складе 86429,8 грн.

Далі, враховуючи заробітну плату працівників, отримаємо приблизну вартість виробництва 1 га люцерни на сіно

$$B = \frac{15565,95 + 86429,8}{100} = 1020 \text{ грн/га.}$$

Отримане значення затрат на виробництво сіна з 1 га є досить приблизним, оскільки тут не враховано ряд відрахувань, вартості посівного матеріалу, підготовки поля тощо. Тут підраховані прямі витрати на технологію вирощування. Це дає можливість виробнику зорієнтуватися щодо собівартості виробництва конкретної продукції, використовуючи наявні енергозасоби та сільськогосподарські машини.

2.3 Розробка технологічного процесу виконання агротехнічної операції скошування люцерни на сіно

Як було зазначено вище, що при складанні технологічних карт вирощування культури ми маємо приблизні дані щодо вартості вирощування. Для більш уточнених значень собівартості технологічної операції потрібно на кожну технологічну операцію розробити окремий технологічний процес, де враховується

все, що має до нього відношення.

2.3.1 Агротехнічні вимоги до скошування люцерни

Скошування люцерни – це важливий аспект її вирощування, оскільки від цього залежить якість та кількість наступних врожаїв. Деякі агротехнічні вимоги до скошування люцерни такі [36]:

Визначення оптимального часу скошування. Це може залежати від кліматичних умов та сорту люцерни. Зазвичай, скошування проводять на початку цвітіння, коли більшість стебел ще зелені, а листя має максимальну живу масу.

Люцерну потрібно скошувати на висоті 5-10 см, щоб не пошкоджувати коріння та зберегти максимальну кількість листя та швидке її наступне відростання.

Щоб уникнути пошкодження стебла та коріння, інструмент для скошування повинен бути гострим.

Скошувати люцерну потрібно в суху погоду. Залишки люцерни необхідні для зберігання гумусу та забезпечення наступного врожаю.

Якщо скошувати занадто низько, можна пошкодити коріння та стебла, що спричинить зменшення наступного врожаю.

Люцерну потрібно скошувати регулярно, щоб забезпечити рівномірний ріст та збільшити врожайність.

Дотримуючись цих агротехнічних вимог, можна забезпечити високу якість та врожайність люцерни.

2.3.2 Розрахунок сінозбирального агрегату

Відповідно до рівня забезпеченості господарства технікою та на основі цього розробленого плану механізованих робіт – скошувальний агрегат буде у

складі ЮМЗ-6АКЛ + КПРН-3.

Охарактеризуємо косарку-плющилку КПРН-3,0, яка є причіпною машиною з ротаційним різальним апаратом, механізмом зрівноваження та плющильним апаратом. Дана косарка утворює валки шириною 1,2 м. Привод здійснюється від ВВП трактора.

Технічна характеристика косарки КПРН-3 [33]:

- ширина захвату – 3м;
- продуктивність – до 4,5 га/год;
- швидкість агрегату – 9-15 км/год;
- плющильні вальці мають параметри: діаметр (228 мм), довжина (2500 мм), частота обертання (673 об/хв);
- мінімальний зріз проходить на висоті 60 мм;
- кількість роторів – 6 шт.;
- частота обертання роторів – 1940 об/хв;
- маса косарки – 1450 мм.

Для виконання операції використовується косарка-плющарка КПРН-3,0, агрегатована трактором ЮМЗ-6АКЛ.

Оскільки агрегат тягово-привідний, то з трактором ЮМЗ-6АКЛ може агрегатуватися лише одна машина для скошування і плющення трав. Тому розрахунок починаємо з визначення повного опору агрегату [26, 27]

$$R_{агр} = R_m + R_{впн}, \quad (2.1)$$

де R_m – опір косарки, кН;

$R_{впн}$ – опір приводу різального та інших апаратів, кН.

$$R_m = K \cdot B_p \cdot n, \quad (2.2)$$

де K – питомий опір косарки, $K=1,9$ кН/м;

B_p – робоча ширина захвату косарки, $B_p=3,0$ м;

n – кількість машин в одному агрегаті, $n=1$ шт.

$$R_m = 1,9 \cdot 3,0 \cdot 1 = 5,7 \text{ кН.}$$

Опір, що йде на привод робочих органів косарки

$$R_{\text{ввп}} = \frac{N_{\text{ввп}} \cdot \eta_c}{V_p \cdot \eta_{\text{ввп}}}, \quad (2.3)$$

де $N_{\text{ввп}}$ – потужність, що знімається з валу відбору потужності трактора, кВт,

$N_{\text{ввп}}=15,2$ кВт;

η_c – тяговий ккд трактора, $\eta_c=0,85$;

$\eta_{\text{ввп}}$ – ккд передачі, $\eta_{\text{ввп}}=0,96$;

V_p – робоча швидкість агрегату, м/с.

Робочу швидкість вибираємо з технологічно-допустимої швидкості для плющення трав. Вибираємо четверту передачу трактора, для якої $V_m=8,9$ км/год;

$P_z=14$ кН.

Робоча швидкість буде визначатись з врахуванням проковзування

$$V_p = V_m \cdot (1 - \delta), \quad (2.4)$$

де δ – коефіцієнт пробуксовування, який становить $\delta=0,15$;

$$V_p = 8,9 \cdot (1 - 0,15) = 7,6 \text{ км/год.}$$

Тоді опір приводу становитиме

$$R_{\text{вн}} = \frac{15,2 \cdot 0,85}{2,1 \cdot 0,96} = 6,41 \text{ кН.}$$

Загальний опір агрегату

$$R_{\text{агр}} = 5,70 + 6,41 = 12,11 \text{ кН.}$$

Визначаємо максимально допустиму швидкість, яку може досягати трактор на повороті, щоб не перекинутись

$$V_{\text{max}} = \sqrt{\frac{B_{\text{к}} \cdot R \cdot g}{2 \cdot n_{\text{ц}}}}, \quad (2.5)$$

де $B_{\text{к}}$ – ширина колії трактора, $B_{\text{к}} = 1,8$ м;

R – радіус повороту, $R = 1,26$ м;

g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81$ м/с²;

$n_{\text{ц}}$ – висота центра ваги трактора, $n_{\text{ц}} = 1,6$ м.

Встановимо

$$V_{\text{max}} = \sqrt{\frac{1,8 \cdot 1,26 \cdot 9,81}{2 \cdot 1,6}} = 2,64 \text{ м/с.}$$

Для кращого сприйняття – максимальна швидкість на повороті може сягати 9,5 км/год.

Визначаємо швидкість руху на повороті, при якій виникає початок заносу трактора

$$V_{\text{з}} = \sqrt{R \cdot g \cdot \varphi}, \quad (2.6)$$

де φ – коефіцієнт попереднього зачеплення коліс з дорогою, $\varphi = 0,45$

$$V_{\text{з}} = \sqrt{1,26 \cdot 9,8 \cdot 0,45} = 2,36 \text{ м/с.}$$

Якщо агрегат працює на схилі, поперечний максимальний кут буде становити

$$\beta = \operatorname{arctg} K_c, \quad (2.7)$$

де K_c – коефіцієнт статичної стійкості

$$K_c = \frac{B_\kappa}{2 \cdot n_\psi}. \quad (2.8)$$

Підставляємо значення у формулу, отримаємо

$$K_c = \frac{B}{2 \cdot n_\psi}.$$

Тоді отримаємо

$$\beta = \operatorname{arctg} \cdot 0,56 = 29^\circ.$$

Коефіцієнт використання тягового зусилля визначаємо за формулою

$$\eta = \frac{R_{agr}}{P_z}. \quad (2.9)$$

Підставляємо значення

$$\eta = \frac{12,11}{14} = 0,87.$$

Визначаємо коефіцієнт використання номінальної потужності [28]

$$\eta_n = \frac{N_{\text{зак}}}{N_e}, \quad (2.10)$$

де $N_{\text{зак}}, N_e$ – відповідно гакова і ефективна потужності двигуна, $N_e = 58,8$ кВт [3]

$$N_{\text{зак}} = R_{\text{азр}} \cdot V_p. \quad (2.11)$$

Тоді

$$N_{\text{зак}} = 12,11 \cdot 2,1 = 25,43 \text{ кН}$$

і

$$\eta_n = \frac{25,11}{58,8} = 0,43.$$

Узагальнюючим показником, що характеризується ефективністю комплектованого агрегату є коефіцієнт експлуатації η_e

$$\eta_e = \eta_n \cdot \beta \cdot \tau, \quad (2.12)$$

де β – коефіцієнт використання ширини захвату агрегату;

τ – коефіцієнт використання часу зміни.

$$\beta = \frac{B_p}{B_k}, \quad (2.13)$$

де B_p, B_k – відповідно, робоча і конструктивна ширина захвату агрегату.

Тоді

$$\beta = \frac{3,0}{3,0} = 1.$$

Коефіцієнт використання часу зміни

$$\tau = \frac{T_p}{T_{зм}}, \quad (2.14)$$

де T_p , $T_{зм}$ – відповідно робочий та чистий час зміни, $T_{зм}=7$ год.

$$T_p = \varphi \cdot (T_{зм} - T_{зуп}), \quad (2.15)$$

де φ – коефіцієнт робочих ходів;

$T_{зуп}$ – час зупинок агрегату з працюючим двигуном, год.

Коефіцієнт робочих ходів залежить від довжини поля $\varphi=0,92$ [11, 21,26]

$$T_{зуп} = 0,1T_{зм}, \quad (2.16)$$

тоді

$$T_{зуп} = 0,1 \cdot 7 = 0,7 \text{ год.}$$

Звідки

$$T_p = 0,92 \cdot (7 - 0,7) = 5,9 \text{ год.}$$

Підставимо даний результат у формулу (2.14), отримаємо

$$\tau = \frac{5,9}{7} = 0,84.$$

Тоді

$$\eta_e = 0,43 \cdot 1 \cdot 0,84 = 0,38.$$

Визначаємо кінематичні параметри агрегату, які мають вплив на розміри поворотної смуги. Мінімальна ширина визначається за формулою [21, 24, 28]

$$E_{\min} = 1,1R_o + l_k + d_k, \quad (2.17)$$

де R_o – мінімальний радіус повороту, м;

l_k – кінематична довжина агрегату, м;

d_k – кінематична ширина агрегату, м.

Радіус повороту визначаємо за формулою

$$R_o = 1,1B_p, \quad (2.18)$$

$$R_o = 1,1 \cdot 3,0 = 3,3 \text{ м.}$$

Кінематична довжина агрегату, як сума кінематичних довжин трактора l_{mp} і машини l_m

$$l_k = 1,2 + 5,3 = 6,5 \text{ м.}$$

Кінематичну ширину агрегату визначаємо

$$d_k = \frac{B_p}{2} \quad (2.19)$$

тоді

$$d_k = \frac{3,0}{2} = 1,5 \text{ м.}$$

Мінімальна ширина поворотної смуги буде

$$E_{\min} = 1,1 \cdot 3,3 + 6,5 + 1,5 = 11,6 \text{ м.}$$

Фактична ширина поворотної смуги повинна бути кратною подвійній ширині захвату агрегату, тому знаходимо крайність ходів z

$$z = \frac{E_{\min}}{2B_p} \quad (2.20)$$

тоді

$$z = \frac{11,6}{2 \cdot 3,0} = 1,9.$$

Приймаємо $z=2$.

Тоді

$$E_\phi = z \cdot 2B_p = 2 \cdot 2 \cdot 3,0 = 12,0 \text{ м.}$$

Довжину холостого повороту визначаємо

$$l_x = 2,5R_o + 2l + 0,5C, \quad (2.21)$$

де l – довжина виїзду агрегату, м;

C – ширина заїмки, м, приймаємо $C=100$ м.

Довжина виїзду

$$e = 0,5l_k. \quad (2.22)$$

Запишемо значення

$$e = 0,5 \cdot 6,5 = 3,25 \text{ м,}$$

$$l_x = 2,5 \cdot 3,3 + 2 \cdot 3,25 + 0,5 \cdot 100 = 70,6 \text{ м.}$$

Кількість робочих ходів на загінці

$$n_p = \frac{C}{B_p}, \quad (2.23)$$

тоді

$$n_p = \frac{100}{3,0} = 33,3.$$

Кількість холостих ходів на загінці

$$n_{xx} = \frac{C}{B_p} - 1, \quad (2.24)$$

підставляючи значення

$$n_{xx} = \frac{100}{3,0} - 1 = 32,3.$$

2.4 Розрахунок вартості виконання технологічної операції

Експлуатаційні затрати при скошуванні трав [11, 29]

$$C_{ez} = T_\phi + B_{п.м.м} + C_a + C_p + H, \quad (3.47)$$

де T_ϕ – тарифний фонд оплати праці, грн;

$B_{п.м.м}$ – вартість ПММ, грн;

C_a – амортизаційні відрахування, грн;

C_p – затрати на ремонт і ТО, грн;

H – накладні витрати, грн.

При складанні технологічної карти, виконання операції скошування, було розраховано за нормативними показниками заробітну плату механізатора та вартість палива. До цих витрат варто додати витрати на мастильні та інші матеріали, амортизаційні відрахування, витрати на ТО і ремонт, накладні.

Узагальнимо розрахунок вартості ПММ

Вартість дизельного палива визначаємо за залежністю

$$B_n = C \cdot G \quad (3.55)$$

де C – ціна 1 л дизельного палива, $C = 45,0$ грн (варто пам'ятати, що 1 кг дизпалива дорівнює приблизно 1,18 л);

G – потреба дизельного палива для виконання операції, $G = 389,4$ л (330,0 кг).

$$B = 45,0 \cdot 389,4 = 17523 \text{ грн.}$$

Потребу інших видів матеріалів встановимо за співвідношеннями до дизельного палива (330,0 кг):

- дизельна олива (5%) – 16,5 кг;
- трансмісійна олива (0,3%) – 0,99 кг;
- консистентне мастило (0,3%) – 0,99 кг;
- пусковий бензин (1,0%) – 3,3 кг.

Відповідно вартість таких матеріалів:

- дизельна олива 16,5 кг – 3300 грн;
- трансмісійна олива 0,99 кг – 148,5 грн;

- консистентне мастило 0,99 кг – 74,3 грн;
- пусковий бензин 3,3 кг – 148,5 грн.

Загальна вартість ПММ на операцію складе

$$B_{n,m,m} = 17523 + 3300 + 148,5 + 74,3 + 148,5 = 21197,3 \text{ грн.}$$

Розрахунок амортизаційних відрахувань

Визначаємо амортизаційні відрахування за залежністю

$$C_a = \frac{B_m \cdot A_m}{100 \cdot W_z \cdot T_{mp}} + \frac{B_M \cdot A_M}{100 \cdot W_z \cdot T_M}, \quad (3.56)$$

де B_m , B_M – балансові вартості трактора та косарки КПРН-3,

$B_m = 300000$ грн (вартість відновленого ЮМЗ-6), $B_M = 54000$ грн;

A_m , A_M – норма амортизаційних відрахувань на трактор та косарку, $A_m = 17\%$,

$A_M = 14,2\%$ [29];

T_{mp} , T_M – нормативне річне навантаження на трактор та косарку, $T_{mp} = 1600$

год, $T_M = 200$ год [].

W_z – годинна продуктивність

$$W_z = W_{zm} / T_p, \quad (3.57)$$

де W_{zm} – продуктивність за зміну, $W_{zm} = 15,2$ га;

T_p – робочий час зміни, $T_p = 5,9$ год.

$$W_z = 15,2 / 5,9 = 2,58 \text{ га/год.}$$

Тоді

$$C_a = \frac{300000 \cdot 17}{100 \cdot 2,58 \cdot 1600} + \frac{54000 \cdot 14,2}{100 \cdot 2,58 \cdot 200} = 27,2 \text{ грн/га.}$$

На площу 100 га амортизаційні відрахування становитимуть – 2720 грн.

Розрахунок відрахувань на ТО і поточний ремонт агрегату

Аналогічно розраховуємо витрат на ТО і поточний ремонт: для трактора – 6 %, для косарки – 9 %

$$C_p = \frac{300000 \cdot 6}{100 \cdot 2,58 \cdot 1600} + \frac{54000 \cdot 9}{100 \cdot 2,58 \cdot 200} = 13,78 \text{ грн/га.}$$

На площу 100 га відрахування на поточний ремонт і ТО становитимуть 1378 грн.

Зведені сумарні затрати на скошування люцерни

Сума витрат складе

$$C_s = T_\phi + B_{нмм} + C_a + C_p. \quad (3.58)$$

Підставляємо значення

$$C_s = 1366,84 + 21194,3 + 2720 + 1378 = 26659,14 \text{ грн.}$$

Накладні витрати складають 20% від суми витрат і становитимуть

$$H = 26659,14 \cdot 0,2 = 5331,8 \text{ грн.}$$

Сума експлуатаційних витрат

$$C_{ez} = 26659,14 + 5331,8 = 31990,94 \text{ грн.}$$

Вартість 1 га скошування люцерни

$$C_{1\text{га}} = \frac{C_{ez}}{S_{\phi}}. \quad (3.59)$$

$$C_{1\text{га}} = \frac{31990,94}{100} = 319,91 \text{ грн/га.}$$

Тому вартість 1 га скошування люцерни становить 319,9 грн.

3 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА

3.1 Будова та технологічний процес запропонованого удосконалення

Запропоноване пристосування складається з вала 6 (рис. 3.1), на якому у шахматному порядку встановлені пальці 2. Кількість пальців розрахована з прийнятим конструктивно кроком і становить 46. Вал 6 виготовлений пустотілим, з привареними хвостовиками (цапфами) 4 та 5, що обертаються у двох підшипникових опорах 9. Корпуси підшипників 9 кріпляться до кронштейну 1 за допомогою болтів 8. У корпусі змонтовані підшипники 14, манжетні ущільнення 13. Вал отримує обертовий рух через пасову передачу, додатково встановлену на машині, від центрального редуктора косарки. Крутний момент передається шківом 3, який кріпиться на валу за допомогою шпонкового з'єднання 12 та гайки 11.

Запропонований пальцевий ротор встановлюється після плющильних вальців, при чому вісь вала розміщена нижче крайньої верхньої точки плющильного вала.

Після удосконалення косарка працює наступним чином. Під час руху різальні апарати обертаючись скошують траву і переміщують її до плющильного апарату. Вальці апарату, повертаючись на зустріч один одному плющать траву і подають її до вала, який обертаючись, своїми пальцями діє на ущільнену масу, частково розтягує, розпушує та перекидає її через себе. Трава укладається розпушеною у валок шириною 1200 мм позаду машини. Це дозволяє скоротити терміни висихання трави без виконання додаткових операцій.

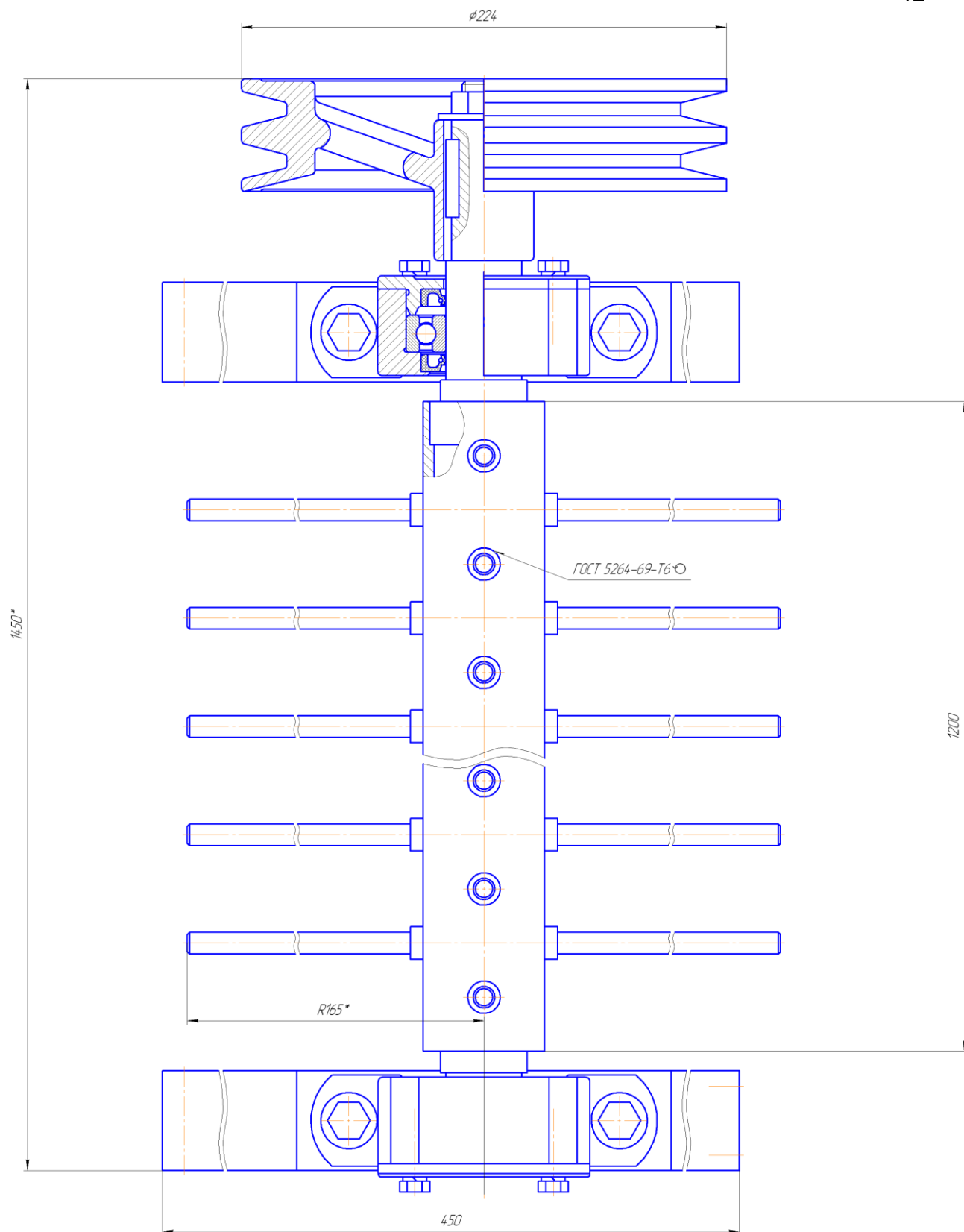


Рисунок 3.1 – Пальцевый ротор

3.2 Розрахунок режимів роботи удосконаленої косарки

Визначаємо основні кінематичні параметри роботи плющильного апарату та механізму розпушування ущільненої маси.

Визначаємо колову швидкість вальців, виходячи з умови

$$u_6 = \frac{m_c}{h_2 \cdot l \cdot \varepsilon \cdot \eta \cdot \rho}, \quad (2.25)$$

де m_c – секундна подача рослини, кг/с;

h_2 – зазор між вальцями, м;

ε – коефіцієнт використання робочої щілини вальців,

$\varepsilon=0,8 \dots 0,85$ [22];

l – довжина вальців, м;

η – коефіцієнт ковзання рослини по вальцях, $\eta=0,8 \dots 0,9$ [26];

ρ – щільність рослини, кг/м³, $\rho=86$ кг/м³ [16].

Секундну подачу трави до плющильних вальців, визначаємо виходячи із урожайності люцерни, тобто

$$m_c = B_p \cdot V_p \cdot Y \cdot \gamma, \quad (2.26)$$

де B_p – робоча ширина захвату машини, м;

V_p – робоча швидкість машини, м/с;

Y – урожайність люцерни, кг/м²;

γ – коефіцієнт використання ширини захвату.

$$m_c = 3 \cdot 2,1 \cdot 3,0 \cdot 0,94 = 17,78 \text{ кг/с.}$$

Зазор між вальцями визначаємо за залежністю

$$h_2 \geq h_1 - D \cdot (1 - \cos \varphi), \quad (2.27)$$

де h_1 – товщина шару рослини на вході в зазор між вальцями, м;

D – діаметр вальців, м;

φ – кут тертя рослини по вальцях, $\varphi=38^\circ$ [17],

тоді

$$h_2 \geq 0,14 - 0,3 \cdot (1 - \cos 38^\circ) = 0,047 \text{ м.}$$

Підставивши отримані значення у формулу (2.25) отримаємо

$$u_g = \frac{17,78}{0,074 \cdot 3,0 \cdot 0,8 \cdot 0,85 \cdot 86} = 1,5 \text{ м/с.}$$

Враховуючи, що трава буде укладатися у валок шириною 1,2 м, то відбудуватиметься звуження її потоку і зростання швидкості руху. Крім того, урожайність трави є також великим чинником, що впливає на вибір режиму роботи вальців, тому для урожайності 400 ц/га та ширині валка 1,2 м отримаємо

$$u_g = \frac{23,69}{0,074 \cdot 1,2 \cdot 0,8 \cdot 0,85 \cdot 86} = 4,6 \text{ м/с.}$$

Визначаємо радіус ротора за вершинами пальців виходячи з умови нерозривності потоку трави. Пальці ротора не повинні надмірно діяти на траву для запобігання її подрібнення та відривання листочків.

Для заданих умов визначаємо кутову швидкість вала вальців формулою

$$\omega = \frac{u_g}{R_B}. \quad (2.28)$$

Тоді

$$\omega = \frac{4,6}{0,15} = 30,67 \text{ с}^{-1}.$$

Знаходимо частоту обертання вала вальців за формулою

$$n = \frac{30 \cdot \omega}{\pi}. \quad (2.29)$$

Тоді

$$n = \frac{30 \cdot 60,67}{3,14} = 293,03 \text{ об/хв.}$$

Визнаємо радіус ротора за вершинами пальців виходячи з умови нерозривності потоку трави. Пальці ротора не повинні надмірно діяти на траву для запобігання її подрібнення та відривання листочків.

Радіус вершини пальців визначаємо за формулою

$$R = \frac{\lambda \cdot u_6}{\omega}, \quad (2.30)$$

де λ – кінематичний показник роботи ротора, $\lambda=1,1$ [17]

$$R = \frac{1,1 \cdot 4,6}{30,67} = 0,165 \text{ м.}$$

Визначаємо кількість пальців за формулою

$$z = \frac{L}{p}, \quad (2.31)$$

де L – довжина вала, м, $L=1,2$;

p – крок розміщення пальців.

Конструктивно пальці розміщуємо з кроком 0,025 м.

Тоді

$$z = \frac{1150}{25} = 46 \text{ штук.}$$

3.3 Попередній розрахунок вала ротора

Виходячи з умов роботи косарки і розпушувального механізму, зокрема визначаємо матеріал для виготовлення вала, маючи на увазі, який вал використовувати – суцільний чи трубчастий.

Для цього визначаємо крутні моменти, які можуть передавати вали. Діаметри валів приймаємо виходячи з параметрів косарки $d=46$ мм, $D=56$ мм.

Для суцільного вала

$$M_{\kappa} = 0,2d^3 \cdot [\tau]_{\kappa}, \quad (2.32)$$

Для трубчастого вала

$$M_{\kappa} = 0,2D^3 \cdot (1 - \alpha) \cdot [\tau]_{\kappa}, \quad (2.33)$$

де α – відношення внутрішнього діаметра трубчастого вала до зовнішнього

$$\alpha = \frac{d}{D} = \frac{46}{56} = 0,82.$$

$[\tau]_{\kappa}$ – допустиме напруження кручення, МПа,

$[\tau]_{\kappa}=15\dots20$ Н/мм² [30, 31].

Тоді

$$M_{\kappa} = 0,2 \cdot 46^3 \cdot 25 = 486,7 \text{ Н}\cdot\text{м},$$

знайдемо

$$M_{\kappa} = 0,2 \cdot 56^3 \cdot (1 - 0,82) \cdot 25 = 442,9 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Площа поперечного перерізу суцільного вала

$$F_c = \frac{\pi \cdot d^2}{4}. \quad (2.34)$$

Отримаємо

$$F_c = \frac{3,14 \cdot 46^2}{4} = 1661,01 \text{ мм}^2.$$

Площа поперечного перерізу трубчастого вала

$$F_{mp} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot (1 - \alpha^2). \quad (2.35)$$

Матимемо

$$F_{mp} = \frac{3,14 \cdot 56^2}{4} \cdot (1 - 0,82^2) = 812,2 \text{ мм}^2.$$

Таким чином отримаємо відношення поперечних перерізів для визначення оптимального матеріалу для вала при $\alpha=0,82$, а саме

$$\frac{F_c}{F_{mp}} = \frac{1661,06}{812,2} = 2,04.$$

Отримане відношення показує, що доцільно вибрати трубчастий вал з вище наведеним перерізом. Для забезпечення передачі крутного моменту і закріплення вала у підшипникових опорах до кінців труби приварюємо хвостовики (цапфи). Для вала вибираємо матеріал сталь 45, термообробка – покращення, при діаметрі до 90 мм границя міцності становить $\sigma_s=780 \text{ Н/мм}^2$ [9].

3.4 Розрахунок пасової передачі приводу

Мета розрахунку – визначити основні конструктивні параметри пасової передачі для приводу ротора. Розрахунок проводимо користуючись рисунком.

Згідно рис. 2.2 крутний момент від ведучого шківів 1 передається до ведучого шківів 3 через проміжний шків 2. передаточне відношення $i=1,8$, розміри і кінематичні параметри шківів 2 і 3 однакові. З попередніх розрахунків відомо що

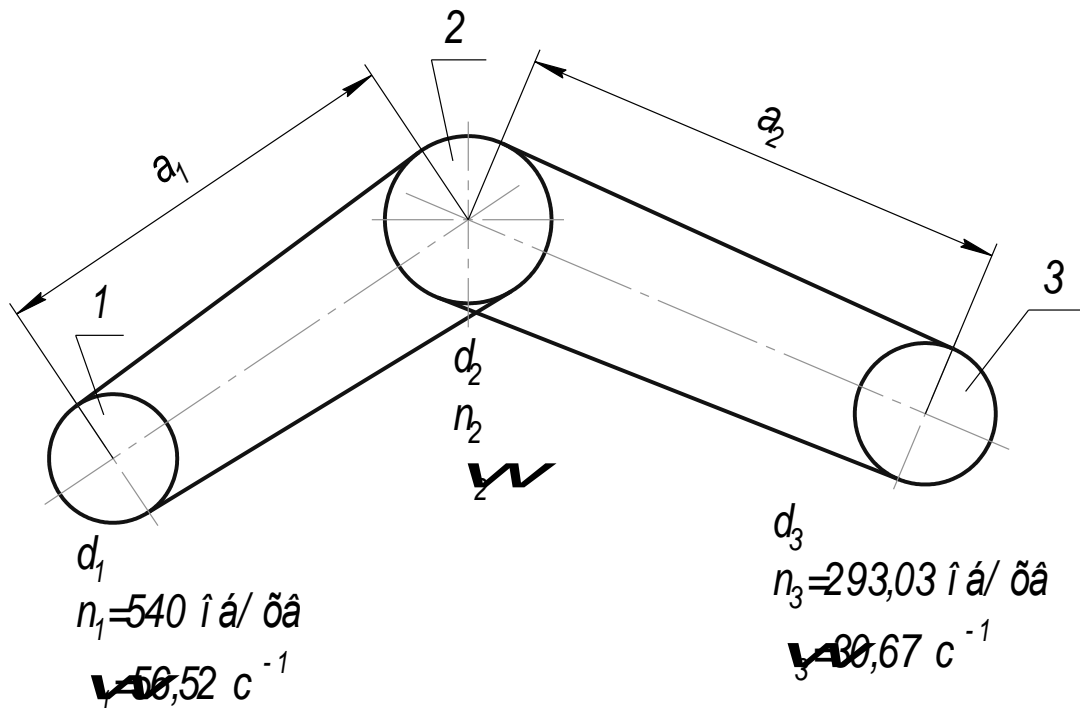


Рисунок 2.2 – Схема для розрахунку параметрів пасової передачі

$$\omega_2=\omega_3=30,67 \text{ c}^{-1};$$

$$n_2=n_3=293,03 \text{ об/хв.};$$

Один шків встановлений на вихідному кінці вала редуктора косарки і має наступні параметри $n=540$ об/хв; $\omega=56,52 \text{ с}^{-1}$.

Потужність приводу вала ротора (шків 3) становить 2,5 кВт і враховує передачу крутного моменту валом редуктора, його обертання на холостому ходу з подоланням тертя в опорах кочення та роботу, пов'язані з дією на рослини.

Визначаємо крутний момент

$$T = \frac{P}{\omega_1}, \quad (2.36)$$

де P – потужність приводу, Вт.

$$T = \frac{2,5 \cdot 10^3}{56,52} = 44,23 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Визначаємо діаметр меншого шківів за формулою

$$d \approx (3 \div 4) \cdot \sqrt[3]{T}, \quad (2.37)$$

тоді

$$d \approx (3 \div 4) \cdot \sqrt[3]{44,23 \cdot 10^3} \approx 106 \div 142 \text{ мм}.$$

Згідно [9] вибираємо профіль паса А з діаметром $d_f=125$ мм.

Визначаємо діаметр більшого шківів за формулою

$$d_2 = i \cdot d_1 \cdot (1 - \varepsilon), \quad (2.38)$$

де ε – ковзання паса, $\varepsilon=0,015$ [31].

$$d_2 = 1,8 \cdot 125 \cdot (1 - 0,015) = 184,7 \text{ мм.}$$

Приймаємо $d_2=180$ мм.

Уточнюємо передаточне відношення за формулою

$$i = \frac{d_2}{d_1 \cdot (1 - \varepsilon)}, \quad (2.39)$$

Підставляємо значення у формулу

$$i = \frac{180}{125 \cdot (1 - 0,015)} = 1,46.$$

При цьому кутова швидкість вала 2 буде

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{i_p}, \quad (2.40)$$

Тоді

$$\omega_2 = \frac{56,52}{1,46} = 38,71 \text{ с}^{-1}.$$

Як показали розрахунки $\omega_2 > \omega_3$, а тому $n_2 \neq n_3$, $d_2 \neq d_3$. Для остаточного визначення параметрів пасової передачі необхідно збільшити d_3 до рекомендованого [9], тобто $d_3=224$ мм

Тоді

$$i = \frac{224}{180 \cdot (1 - 0,015)} = 1,26,$$

$$\omega_3 = \frac{\omega_2}{i_2} = \frac{38,71}{1,26} = 30,72 \text{ с}^{-1}.$$

Знаходимо відхилення у розрахунках ω_3 , допускається відхилення до 3%

$$\Delta\omega_3 = \frac{30,72 - 30,67}{30,67} \cdot 100\% = 0,16\% ,$$

$$3\% > 0,16\%$$

Отже, остаточно приймаємо діаметри шківів $d_1=125$ мм, $d_2=180$ мм, $d_3=224$ мм.

Визначаємо міжосьову відстань між шківками в інтервалі

$$a_{\min} = 0,55 \cdot (d_1 + d_2) + T_o , \quad (2.41)$$

$$a_{\max} = 2(d_1 + d_2) , \quad (2.42)$$

де T_o – висота перерізу паса, $T_o=10,5$ мм [31].

Тоді

$$a_{1\min} = 0,55 \cdot (125 + 180) + 10,5 = 178,25 \text{ мм},$$

$$a_{1\max} = 2(125 + 180) = 610 \text{ мм},$$

$$a_{2\min} = 0,55 \cdot (180 + 224) + 10,5 = 232,7 \text{ мм},$$

$$a_{2\max} = 2(180 + 224) = 808 \text{ мм}.$$

Приймаємо попередню довжину відповідно $a_1=700$ мм; $a_2=800$ мм.

Визначаємо довжину паса за формулою

$$L = 2 \cdot a + 0,5 \cdot \pi \cdot (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4 \cdot a}. \quad (2.43)$$

Маємо

$$L_1 = 2 \cdot 700 + 0,5 \cdot 3,14 \cdot (125 + 180) + \frac{(180 - 125)^2}{4 \cdot 700} = 1881,05 \text{ мм.}$$

Приймаємо найближче стандартне значення $L_1 = 2000$ мм [9], тоді

$$L_2 = 2 \cdot 800 + 0,5 \cdot 3,14 \cdot (180 + 224) + \frac{(224 - 180)^2}{4 \cdot 800} = 2235,48 \text{ мм.}$$

Приймаємо найближче стандартне значення $L_2 = 2240$ мм [31].

Уточнюємо значення міжосьової відстані з врахуванням стандартної довжини L

$$a = 0,25 \cdot [(L - \omega) + \sqrt{(L - \omega)^2 - 2 \cdot y}], \quad (2.44)$$

де

$$\omega = 0,5 \cdot \pi \cdot (d_1 + d_2), \quad (2.45)$$

$$y = (d_2 - d_1)^2, \quad (2.46)$$

$$\omega_1 = 0,5 \cdot 3,14 \cdot (125 + 180) = 478,85 \text{ м,}$$

$$y_1 = (180 - 125)^2 = 3025 \text{ мм.}$$

Підставляємо дані значення у формулу (2.44), отримаємо:

$$a_1 = 0,25 \cdot [(2000 - 478,85) + \sqrt{(2000 - 478,85)^2 - 2 \cdot 3025}] = 660 \text{ мм,}$$

$$\omega_2 = 0,5 \cdot 3,14 \cdot (224 + 180) = 634,28 \text{ мм},$$

$$y_2 = (224 - 180)^2 = 1936 \text{ мм},$$

$$a_2 = 0,25 \cdot [(2240 - 634,28) + \sqrt{(2240 - 634,28)^2 - 2 \cdot 1963}] = 810 \text{ мм}.$$

Під час монтажу передач необхідно забезпечити можливість зменшення міжосьової відстані на $0,01L$ для полегшення надівання пасів на шківів і можливість його збільшення на $0,025L$ для збільшення натягу пасів.

Визначаємо кут охоплення меншого шківів за формулою

$$\alpha = 180^\circ - 57 \cdot \frac{d_2 - d_1}{a}. \quad (2.47)$$

Отримаємо:

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57 \cdot \frac{180 - 125}{660} = 175^\circ,$$

$$\alpha_2 = 180^\circ - 57 \cdot \frac{224 - 180}{810} = 177^\circ.$$

Визначаємо кількість пасів у передачі за формулою [31]

$$z = \frac{P \cdot C_p}{P_o \cdot C_L \cdot C_\alpha \cdot C_z} \quad (2.48)$$

де P_o – потужність, що передається одним пасом, кВт;

C_L – коефіцієнт, що враховує довжину паса, $C_L=0,98$;

C_α – коефіцієнт, що враховує кут охоплення шківів, $C_\alpha=0,98$;

C_z – коефіцієнт, що враховує кількість пасів у передачі, $C_z=0,95$;

C_p – коефіцієнт, що враховує умови експлуатації, $C_p=1,0$.

Для шківів 1-2 отримаємо

$$z = \frac{2,5 \cdot 1,0}{1,36 \cdot 0,98 \cdot 0,98 \cdot 0,95} = 2,01.$$

Приймаємо $z = 2$.

Натяг вітки клинового паса визначаємо за формулою

$$F_o = \frac{850 \cdot P \cdot C_p \cdot C_L}{z \cdot V \cdot C_\alpha} + \theta \cdot V^2, \quad (2.49)$$

де θ – коефіцієнт, що враховує вплив відцентрових сил, $\theta = 0,18 \text{ Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^2$ [31].

$$V = 0,5 \cdot \omega_1 \cdot d_1. \quad (2.50)$$

$$V = 0,5 \cdot 56,52 \cdot 125 \cdot 10^{-3} = 3,53 \text{ м/с}.$$

Тоді

$$F_o = \frac{850 \cdot 2,5 \cdot 1,0 \cdot 0,98}{2 \cdot 3,53 \cdot 0,98} + 0,18 \cdot 3,53^2 = 301,0 \text{ Н}.$$

Тиск на вали визначаємо за формулою

$$F_\theta = 2 \cdot F_o \cdot z \cdot \sin \frac{\alpha_1}{2}. \quad (2.51)$$

Тоді

$$F_\theta = 2 \cdot 301,0 \cdot 2 \cdot \sin \frac{175}{2} = 1191,96 \text{ Н}.$$

Ширину шківів визначаємо за формулою

$$B_m = (z - 1) \cdot e + 2 \cdot f, \quad (2.52)$$

де f – відстань від торця шківів до середини канавки, мм, $f = 14$ мм;

e – крок канавок, мм, $e = 24$ мм [9]

$$B_m = (2 - 1) \cdot 24,0 + 2 \cdot 14 = 52 \text{ мм.}$$

Таким чином, для приводу ротора необхідно встановити пасову передачу з пасом профілю А та двома приводними пасами, причому середній шків 2 має чотири канавки, оскільки є проміжним між іншими канавками передачі.

На основі виконаного аналізу існуючих конструкцій машин для скошування трав найбільш пристосованою є причіпна косарка КПРН-3,0. Суть запропонованого удосконалення полягає у встановленні після плющильних вальців пальцевого ротора для розпушення сплющеної маси. Виконані розрахунки показали, що для забезпечення роботоздатності удосконаленого вузла діаметр вершин пальців ротора має становити 0,33 м, а кількість пальців $z=46$, для приводу пальцевого ротора встановлюємо пасову передачу з діаметром привідного шківів $d_1=125$ мм та веденого $d_2=224$ мм; для з'єднання вала із шківом використовуємо шпонку шириною 6 мм, висотою 6 мм, та довжиною 30 мм.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Можливі небезпеки та вимоги безпеки під час заготівлі сіна

Травмування рухомими вузлами, механізмами й деталями трактора, машини й агрегатів.

Будьте обережні і не знаходьтеся поблизу неогороджених рухомих вузлів і деталей. Не розпочинайте роботу, якщо зняті огородження на рухомих механізмах, вузлах, деталях трактора, машини й агрегатів. Постійно контролюйте наявність, справність, надійність кріплення й фіксування захисних огорожень на рухомих вузлах і механізмах трактора й агрегатованих машинах для заготівлі сіна. Усі огородження повинні бути закріплені деталями, передбаченими конструкцією машини [19, 23].

Не працюйте на машині при ослабленому кріпленні вузлів і агрегатів.

Постійно слідкуйте за тим, щоб не було самовключення валу відбору потужності як під час руху трактора, так і під час його зупинки.

Під час роботи машини не перевіряйте і не регулюйте робочі органи та механізми, не надівайте та не натягуйте ланцюги, паси, не ліквідовуйте несправності, не змащуйте машину. Ці роботи виконуйте тільки при заглушеному двигуні.

Заміну ножа різального апарата проводьте вдвох в рукавицях, під час демонтажу (монтажу) утримуйте і тягніть ніж за п'ятку, а заїдання ножа в пальцевому брусі усувайте дерев'яним брусом довжиною не менше 400 мм.

Після зупинки машини обов'язково переведіть важіль коробки передач у нейтральне положення і виключіть ВВП.

Травмування при ремонті, регулюванні, технічному обслуговуванні й очищенні машин, агрегатів, вузлів і робочих органів.

Не проводьте ремонт або регулювання вузлів машини при працюючому двигуні трактора.

Не приступайте до ремонту з несправним інструментом.

Усі види регулювань і технічного обслуговування проводьте тільки після остаточної зупинки машини і заглушеному двигуні трактора. Не проводьте будь-яких робіт під машиною, якщо під її колеса не поставлені гальмові башмаки.

До початку робіт під агрегатом загальмуйте його, під колеса поставте гальмові башмаки. Якщо машина піднята домкратом, то в місцях піддомкращування підставте спеціальні підставки, які б забезпечували стійке положення машини. Не використовуйте для опор (підставок) ящики, каміння, цеглу, деталі машин тощо.

При піддомкращуванні машини, в разі пухкої землі, під домкрат необхідно підкласти міцну дошку, але ні в якому разі не використовуйте підставку з крихкого матеріалу.

Очищайте й регулюйте робочі органи, усувайте несправності, оглядайте машини тільки при зупиненому агрегаті, заглушеному двигуні і повністю зупинених робочих органах.

Не залишайте на машинах інструменти й пристосування після проведення ремонту й регулювань.

Для очищення грабельних барабанів обов'язково зупиніть машину і виключіть храпові муфти коробок. При очищенні зубців від сіна не ставте ноги під піднятий грабельний апарат

4.2 Вимоги безпеки при роботі з косаркою КПРН-3,0 та при підготовці її до роботи

При експлуатації косарки КПРН-3,0 необхідно дотримуватися вимог безпеки передбачених ГОСТ 12.2.111. Для безпечної роботи з цією машиною слід керуватися такими правилами [19]:

- не допускати до роботи осіб без прав тракториста-машиніста, осіб, які не пройшли інструктаж з техніки безпеки, про що повинен бути зроблений відповідний запис у журналі;
- постороннім особам категорично забороняється знаходитися поблизу працюючої машини;
- забороняється проводити ремонт або регулювання вузлів машини під час роботи;
- всі види регулювань і технічного огляду виконувати тільки після зупинки машини і при виключеному двигуну;
- забороняється робота на агрегаті у не заправленому одязі;
- забороняється проводити будь-які роботи при відчепленій машині, якщо під її колеса не поставлені противовідкатні башмаки;
- перед початком роботи слід переконатися у повній справності всього агрегату, перевірити наявність і міцність кріплень всіх захисних щитків і кожухів; не розпочинати роботу при знятих кожухах;
- про початок руху агрегату необхідно попередити сигналом людей, які стоять поблизу;
- не можна торкатися руками робочих органів машини під час її роботи;
- забороняється знаходитися попереду, позаду і зліва агрегату під час його роботи;
- слід остерігатися рухомих частин механізму;
- у кабіні трактора необхідно мати аптечку і слідкувати за поповненням її всіма необхідними медикаментами;
- після зупинки машини обов'язково перевести важіль коробки зміни швидкостей у нейтральне положення і виключити вал відбору потужностей;
- обганяти транспорт, який рухається, швидкість руху якого перевищує вказану транспортну швидкість машини забороняється;
- перевезення агрегатованої машини у нічний час, під час сильного туману забороняється;

- перегін машини дорогами загального користування необхідно проводити відповідно до “Правил дорожнього руху”;
- періодично обновляти знаки безпеки, які є на машині.

При підготовці машини до роботи слід оглянути всі її складові частини, переконатися у їх справності, прошприцувати всі маслянки, надійно підтягнути усі нерухомі болтові з'єднання, затягнути болтові кріплення редуктора і корпусів підшипникових валів. Відрегулювати ланцюгові передачі.

Закінчивши перевірку і змащування, машину під'єднують до трактора.

- перед обкаткою машини тиск у шинах доводять до $0,25 \pm 0,01$ МПа;
- перевіряють величину перекриття телескопічної частини карданної передачі, не менше 90-100 мм [23];

Під час експлуатації машини періодично оглядають підшипникові вузли і очищають вали біля підшипникових вузлів від намотаних рослинних залишків за допомогою чистика.

Під час роботи з машиною зміну подачі пального двигуна машини необхідно проводити плавно. Різка зміні подачі палива приводить до поломок деталей привода ВВП трактора і трансмісії машини.

Обов'язково необхідно проводити регулювання зачеплення шестерень та зазорів підшипників у редукторах при відповідних технічних оглядах або при виникненні люфтів.

У машині повинна бути аптечка з необхідними медикаментами.

Працювати необхідно у зручному одязі, щоб не допустити його попадання у рухомі частини машини.

Інструменти, прилади і обладнання для технічного обслуговування і ремонту повинні використовуватись тільки за своїм призначенням, бути справними і забезпечити безпечність проведення робіт.

Своєчасно і якісно проведене планове технічне обслуговування забезпечує нормальний технічний стан, попереджуючи передчасний знос і поломку складових частин, збереження заданих характеристик машини, збільшення строку служби, скорочуючи витрату експлуатаційних матеріалів

протягом встановлених ресурсів і строку служби, підвищення продуктивності праці і відповідно ефективності використання машини.

Стаціонарні пости технічного обслуговування і агрегати технічного обслуговування повинні бути обладнані засобами пожежогасіння.

У машин, які пройшли технічне обслуговування не повинно бути підтікання палива. Особи, які працюють на машині, а також які беруть участь у проведенні технічного обслуговування, повинні знати пожежотехнічні мінімуми.

Система технічного-обслуговування носить планово-попереджувальний характер і включає технічне обслуговування при використанні згідно ОСТ 20793-86; технічне обслуговування при збереженні згідно ГОСТ 7751-85.

При щозмінному технічному обслуговуванні очищають від пилу, землі і рослинних залишків складові частини машини. Оглядають і перевіряють надійність різьбових з'єднань, і складових частин машини; відсутність підтікання масла у з'єднаннях і ущільненнях; правильність регулювання і стан робочих органів. Прокручують машину на холостому ході і перевіряють працездатність її складових частин.

При першому технічному обслуговуванні очищають від рослинних залишків машину; оглядають машину і перевіряють: надійність різьбових з'єднань складових частин, натяг ланцюгів валів. Перевіряють і при необхідності доводять до нормального тиску повітря у шинах коліс. Прокручують машину на холостому ході і перевіряють працездатність її складових частин.

При другому технічному обслуговуванні очищають від рослинних залишків і миють машину; оглядають машину і перевіряють: надійність різьбових з'єднань складових частин, натяг ланцюга приводу, кріплення. Перевіряють і при необхідності доливають масло у редуктор.

Прокручують машину на холостому ході і перевіряють працездатність робочих органів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Результатом розрахунків кваліфікаційної роботи є.

Вартість дизельного палива при ціні 45 грн/л складе 86429,8 грн на весь обсяг робіт.

Враховуючи заробітну плату працівників, отримаємо приблизну вартість виробництва 1 га люцерни на сіно – 1020 грн/га.

Отримане значення затрат на виробництво сіна з 1 га є досить приблизним, оскільки тут не враховано ряд відрахувань, вартості посівного матеріалу, підготовки поля тощо. Тут підраховані прямі витрати на технологію вирощування. Це дає можливість виробнику зорієнтуватися щодо собівартості виробництва конкретної продукції, використовуючи наявні енергозасоби та сільськогосподарські машини.

Отримані результати щодо технологічної операції скошування люцерни:

- робоча швидкість агрегату – 7.6км/год;
- годинна продуктивність – 2,58 га/год;
- коефіцієнт використання тягового зусилля трактора – 0,87;
- коефіцієнт використання номінальної потужності – 0,43;
- узагальнюючим показником, що характеризується ефективністю комплектованого агрегату є коефіцієнт експлуатації – 0,38;
- чистий робочий час – 5,9 год;
- коефіцієнт використання часу зміни – 0,84;
- радіус повороту агрегату – 3,3 м;
- кінематична довжина агрегату – 6.5 м;
- мінімальна (фактична) ширина поворотної смуги – 11.6 (12) м.

Розрахунок вартості виконання технологічної операції:

- вартість дизельного палива – 17523 грн;
- загальна вартість ПММ на операцію складе – 21197,3 грн;
- амортизаційні відрахування – 27,2 грн/га;
- відрахування на ТО і ремонт – 13.78 грн/га;

– сумарні витрати на 1 га скошування люцерни складають – 319,9 грн.

Для розпушувального вала встановлено:

частота обертання вала – 293,03 об/хв;

радіус вершини пальця – 0,165 м;

кількість пальців – 46 шт.;

крок пальців – 25 мм.

Для приводу пальцевого ротора встановлюємо пасову передачу з діаметром привідного шківa $d_1=125$ мм та веденого $d_2=224$ мм; для з'єднання вала із шківом використовуємо шпонку шириною 6 мм, висотою 6 мм, та довжиною 30 мм.

Також описано можливі небезпеки та вимоги безпеки під час заготівлі сіна та вимоги безпеки при роботі з косаркою КПРН-3,0 та при підготовці її до роботи

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Andreykiv O., Babii A., Dolinska I., Yadzhak N., Babii M. Residual lifetime prediction of field sprayer booms under the action of manoeuvre loading and corrosive environment. *Procedia Structural Integrity*. Volume 36, 2022, Pages 36-42.
2. Andrii Babii, Taras Dovbush, Nadiia Khomuk, Anatolii Dovbush, Anna Tson, Vasyl Oleksyuk, 2022. Mathematical model of a loaded supporting frame of a solid fertilizers distributor. *Procedia Structural Integrity* No 36. 203-210.
3. Babii A.; Aulin V.; Babii M.; Levytskyi B. (2022) Investigation of the working capacity of the operating body suspension functional-transporting machine. *Scientific Journal of TNTU (Tern.)*, vol 105, no 1, pp. 5–12.
4. Syrotyuk A.M., Babii A.V., Barna R.A., Leshchak R.L., Marushchak P.O. Corrosion-Fatigue Crack-Growth Resistance of Steel of the Frame of a Sprayer Boom. *Materials Science*, 2021, 56(4), P. 466–471.
5. Бабій, А. Математическая модель нагрузки привода режущего аппарата косилки [Текст] / А. Бабій, М. Бабій, Т. Рыбак // *Motrol*, 2014. – Commission of motorization and energetics in agriculture. – Lublin. Vol. 16, No 4. – С.275–284.
6. Бабій А.В. Аналіз параметрів штангового обприскувача з метою збільшення його продуктивності. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine, 2019. Vol. 10. No. 4. С. 51–55.
7. Бабій А.В. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Конструкція, розрахунок і виробництво сільськогосподарських машин» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» зі спеціалізацією «Машини сільськогосподарського виробництва» для здобуття освітнього ступеня «бакалавр» / А.В. Бабій. Вид–во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2017. 100 с.
8. Бабій А.В. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Сільськогосподарські машини: конструкції та розрахунок» для

студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 208 «Агроінженерія» для здобуття освітнього ступеня «Бакалавр». Машини для заготівлі кормів. Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя. 2022. 76 с.

9. Бабій А.В., Бабій М.В. Динамічна модель енергозберігаючого приводного механізму косарки. Вісник ХНТУСГ. Випуск 145. “Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва”. Харків, 2014. С.112–118.

10. Бабій А.В., Бабій М.В. Дослідження впливу конструкторсько-технологічних факторів на запас міцності спинки ножа косарки. Вісник ХНТУСГ. Випуск 139. “Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва”. Харків, 2013. С.187–192.

11. Бабій А.В., Бабій М.В. Організація і технологія механізованих робіт: навчальний посібник до курсового проектування для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 208 «Агроінженерія» для здобуття освітнього ступеня «Бакалавр». Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя. 2023. 144 с.

12. Бабій А.В., Головецький І.В., Герасимович П.В. Проблеми та перспективи розвитку картоплярства в Україні. Збірник тез доповідей X Міжнародної науковопрактичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “. Тернопіль 24-25 листопада 2021 року. ФОП Паляниця ВА. Т.1. С. 25-26.

13. Бабій А.В., Довбуш Т.А., Бабій М.В., Ткаченко О.І., Сташків М.Я. Динаміка машин. Навчальний посібник для студентів денної та заочної форм навчання спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування» та 208 «Агроінженерія» для здобуття освітнього ступеня «Магістр». Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя. 2023. 246 с.

14. Бабій А.В., Коноваленко С.І., Бабій М.В., Цепенюк М.І. Причіпний пристрій широкозахватної машини. Деклараційний патент на корисну модель 140142 А01В 59/06 (2006.01). Заявлено 24.06.2019, u201907015 опубліковано 10.02.2020, бюл. № 3/2020.

15. Бабій А.В., Сташків М.Я., Цепенюк М.І. Професійно-орієнтована практика: методичний посібник для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія» для здобуття освітнього ступеня «Бакалавр». Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя. 2023. 96 с.

16. Бабій М. В. Дослідження роботи енергозберігаючого приводного механізму косарки / Марія Василівна Бабій, Андрій Васильович Бабій // Вісник ТНТУ – Тернопіль : ТНТУ, 2015. – Том 77. – № 1. – С. 149-161. – (Машинобудування, автоматизація виробництва та процеси механічної обробки).

17. Бабій А.В., Рибак Т.І., Бабій М.В. Обґрунтування конструктивних особливостей енергозберігаючого приводного механізму косарки. Вісник ХНТУСГ. – Випуск 134 “Технічний сервіс машин для рослинництва”. Харків, 2013. С.116–122.

18. Довбуш Т.А., Хомик Н.І., Бабій А.В., Цьонь Г.Б., Довбуш А.Д. Опір матеріалів: навчальний посібник до виконання розрахунково-графічних робіт і самостійної роботи. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 220 с.

19. Желібо Є.П., Заверуха Н.М., Зацарний В.В. Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник / За ред. Є.П. Желібо, В.М.Пічі. Львів: „Новий світ–2000”, 2002. – 328 с.

20. Желібо Є.П., Заверуха Н.М., Зацарний В.В. Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник / За ред. Є.П. Желібо, В.М.Пічі. Львів: „Новий світ–2000”, 2002. – 328 с.

21. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножка М.А. Рослинництво: підручник. За ред. О.І. Зінченка. К. : *Агроосвіта*, 2001. 591 с.

22. Ільченко В.Ю., Нагірний Ю.П., Джолос П.А. Машиновикористання в землеробстві. К.: *Урожай*, 1996. 384 с.

23. Карпенко А.Н., Халанский В.М. Сельскохозяйственные машины. – 6-е изд., перераб. И доп. М.: Агропромиздат, 1989. 527 с.

24. Керб Л. П. Основи охорони праці: Навч. пос. К.: КНЕУ, 2003. 215с.

25. Ластівка М.М. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний

посібник для здобувачів вищої освіти аграрних технікумів і коледжів зі спеціальності 208 Агроінженерія. *Ладизинський коледж*, 2019. 374 с.

26. Левицький Б.Б., Бабій А.В. Дослідження опору переміщенню обприскувача. Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems", 13-15 квітня 2022 р. Кропивницький : ЦНТУ, 2022. С.106-107.

27. Лімонт А.С., Мельник І.І., Малиновський А.С. та ін. Практикум з машиновикористання в рослинництві: Навч. посібник / За ред. І.І. Мельника. К.: *Кондор*, 2004. 284 с.

28. Машиновикористання в землеробстві. За ред. проф. В.Ю. Ільченка та доц. Ю.П. Нагірного. К.: *Урожай*, 1996. 382 с.

29. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсів «Технологія механізованих робіт в рослинництві» та «Машиновикористання в рослинництві» для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія» та 133 «Галузеве машинобудування» / Укладачі: В.М. Сало, С.М. Лещенко, Д.І. Петренко, О.М.Васильковський, П.Г.Лузан. *Кропивницький: ЦНТУ*, 2018. 170с.

30. Методичні рекомендації з оплати праці робітників сільськогосподарських підприємств на збиранні зернових культур урожаю 2018 року / І. М. Демчак, В. О. Мариненко, В. М. Івченко та ін. К. : *НДІ "Укragропромпродуктивність"*, 2018. 40 с.

31. Опір матеріалів. Під заг. ред. акад. АН УССР Г. С. Писаренко. К.:Вища школа, 1974. 304 с.

32. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. К.: Вища шк., 1993. 556 с.

33. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. К.: Вища шк., 1993. 556 с.

34. Перелік сортів ЛЮЦЕРНА ПОСІВНА зареєстровані з 2018 до 2023 року. Аграрії разом: веб-сайт. URL: https://agrarii-razom.com.ua/list-culture-varieties?title=&culture=All&plant=531&zr4_sortu_year=2018&zr4_sortu_year_end

=2023&field_in_reestr_value=All.

35. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку : навч. посіб. / за ред. Д. Г. Войтюка; авт. кол.: / Д.Г. Войтюк, С.С.Яцун, М.Я. Довжик. Суми: *ВТД «Університетська книга»*, 2008. 543 с.

36. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. із спец. «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва» / За ред. М.І. Черновола. Кн. 1: Машини для рільництва / П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.М. Кропівний; За ред. М.І. Черновола. К.: *Урожай*, 2001. 384 с.

37. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. із спец. «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва» / За ред. М.І. Черновола. Кн. 3: Машини та обладнання для переробки зерна та насіння / П.В. Сисолін, М.М. Петренко, М.О. Свірень; За ред. М.І. Черновола. К.: *Фенікс*, 2007. 432 с.

38. Скошування як перший етап технології заготівлі трав'яного силосу.
PÖTTINGER: веб-сайт. URL:
https://www.poettinger.at/uk_ua/Newsroom/Artikel/9633/.

39. Технології та нормативи витрат на вирощування кормових та зернофуражних культур / За ред. П.Т. Саблука, Д.І. Мазоренка, Г.Є. Мазнева. Київ: *ННЦ ІАЕ*, 2009. 756 с.

40. Технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур: монографія / Л.М. Тіщенко, С.І. Корнієнко, В.А. Дубровін та ін. за ред. Л.М. Тіщенка. Харків: *ХНТУСГ*, 2015. 273 с.