

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

магістра

на тему: «Дослідження процесу скошування трав з удосконаленням ротаційної косарки»

Виконав: студент 2 курсу, групи АІм-21
спеціальності 208 Агроінженерія
за освітньо-професійною програмою
«Агроінженерія»

Ляшенко Є.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник Хомич С.М.

(прізвище та ініціали)

Гарант ОП Хомич С.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Панасюк С.Г.

(прізвище та ініціали)

Луцьк 2024

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет	аграрних технологій та екології
Кафедра	аграрної інженерії ім. проф. Г.А.Хайліса
Галузь знань	20 Аграрні науки та продовольство
Освітній ступінь	магістр
Спеціальність	208 Агроінженерія
Освітньо-професійна програма	Агроінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри аграрної інженерії
ім. проф. Г.А.Хайліса
доцент, к.т.н. С.М. Хомич
«30» грудня ~~2023~~ 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТУ

Ляшенко Євгенію Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження процесу скошування трав з удосконаленням ротаційної косарки

керівник роботи Хомич Сергій Миколайович, к.т.н., доцент

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

затверджена наказом ЛНТУ від «30» грудня 2023 р. № 445/01-02

2. Термін здачі студентом роботи до грудня 2024р

3. Вихідні дані до роботи Ширина захвату - 3м; тип машини - комбінована; вид оброблюваного матеріалу - люцерна на сіно; машина аналог - Е-303; агрегуються з ФТЗ-1104.

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

1. Титульний аркуш .
2. Завдання на роботу магістра.
3. Реферат.
4. Зміст.
5. Вступ.
6. Основну частину.
7. Загальні висновки.
8. Перелік джерел посилань.
9. Додатки.

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

	к-сть листів
1. Вихідні дані	1 лист
2. Теоретичні положення	1 лист
3. Апаратура та обладнання для експериментальних досліджень	1 лист
4. Результати експериментальних досліджень	1 лист
5. Планування та результати експерименту з використанням математичного методу планування	1 лист
6. Схема експериментальної установки чи досліджуваної машини (функціональна або принципова)	1 лист
7. Складальне креслення розроблюваного чи удосконаленого вузла	1 лист

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Юхимчук С..Ф., доцент		

7. Дата видачі завдання 30 грудня 2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд літератури за темою, формування завдань досліджень	15.06. – 01.07.2023 р.	Викон.
2	Обґрунтування конструкції і теоретичні дослідження	22.08 – 31.08.2023 р.	Викон.
3	Розробка схеми експериментальної установки чи досліджуваної машини	01.09 – 30.09.2023 р.	Викон.
4	Розробка програми і методики експериментальних досліджень	01.10 – 15.10.2023 р.	Викон.
5	Реалізація та обробка результатів експериментальних досліджень	01.10 – 15.10.2023 р.	Викон.
6	Експериментальні дослідження з використанням математичного методу планування	15.10 – 01.11.2023 р.	Викон.
7	Розробка креслення розроблюваного чи удосконаленого вузла	01.11 – 15.11.2023 р.	Викон.
8	Узагальнення результатів та оформлення пояснювальної записки	15.11 – 25.11.2023 р.	Викон.
9	Оформлення ілюстративного матеріалу для захисту магістерської роботи	15.11 – 25.11.2023 р.	Викон.
10	Нормоконтроль	до 09.12.2023 р.	Викон.
11	Представлення кваліфікаційної роботи на перевірку на плагіат	09.12.– 19.12.2023 р.	Викон.

Студент

Ляшенко Є.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

Хомич С.М.

(прізвище та ініціали)

Гарант ОПП

Хомич С.М.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота магістра присвячена дослідженню процесу скошування трав на сіно з вдосконаленням конструкції косарки.

У роботі представлені дослідження конструкції косарки та процесу висихання трави на сіно. Приведені окремі теоретичні розрахунки комбінованої ротаційної косарки.

Пояснювальна записка містить відомості про призначення та принцип роботи машин-аналогів, на основі яких, запропоновано оновлену конструкцію косарки і представлено її опис. Представлені відомості про технологічний процес роботи машини та властивості технологічного матеріалу, що обробляється. Наведена функціональна схема засобу та розроблюваного пристрою.

Представлені методики досліджень фізико-механічних властивостей люцерни. Виконані дослідження щодо моделювання процесу обробки трав'яної культури. Теоретично обґрунтовано взаємодії робочих органів з оброблюваним матеріалом.

Проведені експериментальні дослідження з використанням математичного методу планування експерименту та подані обґрунтування доцільності використання розробки і висновки.

Люцерна, трава, ротор, вологість, косарка, плющилка, розпушувач, сіно.

ABSTRACT

The master's qualification work is devoted to the study of the process of mowing grass for hay with the improvement of the design of the mower.

The paper presents studies of the design of the mower and the process of drying grass into hay. Separate theoretical calculations of the combined rotary mower are given.

The explanatory note contains information about the purpose and principle of operation of similar machines, on the basis of which, an updated design of the mower is proposed and its description is presented. Information about the technological process of the machine and the properties of the processed material is presented. The functional scheme of the tool and the device under development is given.

Methods of researching the physical and mechanical properties of alfalfa are presented. Studies have been carried out on the modeling of the process of processing herbal crops. The interaction of working bodies with the processed material is theoretically substantiated

Experimental studies were conducted using the mathematical method of experiment planning, and justifications for the feasibility of using the development and conclusions were presented

Alfalfa, grass, rotor, moisture, mower, tedder, loosener, hay

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	
ЗМІСТ.....	
ВСТУП.....	
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ, ФОРМУВАННЯ ЗАВДАНЬ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	
1.1 Характеристики і властивості матеріалу, що обробляється	
1.2 Відомості про скошування, як технологічного процесу заготівлі кормів	
1.3 Аналіз існуючих машин-аналогів та робочих органів, які приймають участь у технологічному процесі.....	
1.3.1 Аналіз теоретичних обґрунтувань	
1.4 Висновки до розділу 1 та завдання досліджень.....	
2 ОБґРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ І ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОТАЦІЙНОГО СКОШУВАННЯ ТРАВ.....	
2.1. Опис запропонованої конструкції.....	
2.2 Теоретичні обґрунтування параметрів ріжучого ротора.....	
2.3 Визначення параметрів плющильного барабана	
2.4 Визначення параметрів розпушувального ротора	
2.5 Обґрунтування технологічних параметрів машини.....	
2.6 Висновки до розділу 2.....	
3 ПРОГРАМА, МЕТОДИКА І РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕН-ТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	
3.1 Програма експериментальних досліджень	
4 МЕТОДИКА БАГАТОФАКТОРНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	

4.1	Методика проведення три факторного експерименту.....
4.2.	Результати дослідження.....
4.3	Висновки до розділу 4
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	
ДОДАТКИ.....	

ВСТУП

Для заготівлі кормів на період зимового стояння тварин необхідно зробити ряд технологічних операцій, які є досить енергозатратні. Зниження ефективності підготовки сіна проявляється через застосування великої кількості операцій де приймають участь різні машини для зрузування, ворущіння, збирання тощо. Скошування рослин, є досить проблемною операцією, яка започатковує весь технологічний процес виробництва сіна, тому за рахунок правильного вибору ріжучого органу та якості виконання скошуванням будуть залежати енергетичні витрати на наступні операції, а отриманий результат буде впливати на оцінку якості виготовленого продукту. В свою чергу навколишнє середовище і його температура теж відіграють особливу роль у виробництві такого виду корму, через те що забезпечують процес висушування.

Відомо що високий інженерно-технічний рівень пов'язаний з конструюванням може вирішити проблему зниження енерговитрат при заготівельних операціях. Тому пропонуємо об'єднати кілька операцій та виконувати їх одним енергетичним засобом, які покращать властивості матеріалу що обробляється. Так процес скошування поєднуємо з плющенням та розпушуванням. За рахунок застосування машини, що виконує представлені процеси в сприятливі погодні умови можна досягти ефективності процесу заготовки сіна.

Отож розробка нових машин та засобів досить актуальною. Оскільки фермери та господарства зацікавлені у пошуку техніки для швидкого виробництва сіна.

Актуальність теми дослідження.

Поєднання технологічних операцій для підвищення ефективності технологічного процесу досягається шляхом конструктивних рішень, а саме встановлення до різального апарату плющильного та розпушувального обладнання.

Мета дослідження – підвищення ефективності скошування трав на сіно шляхом розробки комбінованої ротаційної косарки.

Завдання роботи:

- провести аналіз відомих машин для скошування трав і їх робочих органів та на цій основі розробити теоретичні передумови проектування нової косарки з урахуванням недоліків аналогів;
 - обґрунтувати конструктивну схему та технологічний процес роботи ротаційної косарки з плющильним та розпушувальним апаратом;
 - провести виробничі дослідження та перевірити роботоздатності машини з розробкою відповідного оснащення;
 - провести експериментальні лабораторні дослідження визначення якості отриманого покосу та швидкості його висихання;
 - провести експеримент з використанням математичного методу планування
- Об’єкт досліджень.** Органічний сапропель, робочий процес рихлення покладів сапропелю, повітряний потік, змішувач.

Предмет дослідження. закономірності впливу конструктивних параметрів та режимів роботи запропоновані ротаційної косарки на інтенсивність процесу виробництва сіна та техніко-експлуатаційні показники роботи.

Об’єкт дослідження – технологічна операція скошування трав з використанням ротаційного робочого органу машини, з плющильним та розпушуючим механізмом.

Методи досліджень. Теоретичні обґрунтування та дослідження проводили використовуючи методи класичної фізики та механіки. Лабораторні дослідження проводили за галузевими та спеціально розробленими методиками.

Науково-технічна новизна.

- теоретично обґрунтована конструктивну схему та технологічний процес роботи комбінованої машини;
- розроблено теоретичні передумови для обґрунтування конструктивно

технологічних параметрів машини;

- досліджено фізико-механічні властивості люцерни, які впливають на процес висихання;

- проведено експериментальні дослідження з використанням математичного методу планування та доцільність використання розробки.

- розроблено складальне креслення роторної косарки з плющильним та розпушувальним механізмом.

Практичне значення одержаних результатів. На базі теоретичних та експериментальних досліджень розроблено конструкцію комбінованого косарки та визначені її раціональні параметри. Проведено дослідження з пошуку оптимальних параметрів роботи машини з застосуванням багатофакторного експерименту.

Апробація роботи. Основні положення виконаних досліджень, що містяться в магістерській роботі, доповідались та обговорювались на студентських науково-технічних конференціях.

За темою магістерської роботи автором опубліковано тези доповідей.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ, ФОРМУВАННЯ ЗАВДАНЬ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Характеристики і властивості матеріалу, що обробляється

Скошування рослин, є досить проблемною операцією, яка започатковує технологічний процес виконання подальшої обробки матеріалу та потрібної операції. За рахунок правильного вибору ріжучого органу та якості виконання скошуванням будуть залежати енергетичні витрати на наступні операції, а отриманий результат буде впливати на оцінку якості виготовленого продукту.

Основним матеріалом для заготівлі кормів для ВРХ, коней, овець являються природні сінокоси і сіяні трави. Відповідно після обробки з трав одержують сінаж, сіно, трав'яні брикети, сінажі тощо. Інколи господарства переробляють трави в високовітамінний корм такий, як трав'яна мука. Для отримання силосу вирощують кукурудзу, соняшник, амаран та багаторічні високостеблові трави.

Вибір робочого органу та якість роботи косарки значно залежить від періоду дозрівання стеблестою та його фізико - механічних властивостей. Що стосується скошування то тут робочі органи косарок можуть призначатись для збирання лише певного виду культури або бути універсальними. Запропоноване нами технічне рішення буде належати до останнього типу, тобто призначена для скошування трав і інших рослин різного роду. Оскільки різноманіття стеблестою який скошується для підготовки досить великий, то ми розглянемо та проаналізуємо декілька найбільш поширених типів трав, що скошуються для подальшого обробітку.

З огляду на те що великий вплив на якість роботи ріжучих апаратів є нерівномірне розподілення маси рослини по висоті стебла, а в більшості трав максимум маси знаходиться на верхній частині стебла, то доцільно застосувати ротаційне скошування.

Також важливими є розмірні параметри, вид листової частини та товщина стебла. При неправильно підбраному способу скошування, робочого органу, та режимів роботи, стебла рослин втрачають орієнтацію і можуть падати в різні сторони сформуючи заплутаний покіс. Важливим є і продуктивність стеблестою від якого залежить формування товщини покосу і його ширина, а в подальшому і їх обробки таких як швидкість природного висихання, в'ялення чи подрібнення. Тому для якісного скошування, та в залежності від призначення оброблюваного матеріалу важливі не тільки конструктивні розміри ріжучого апарату, але і засоби пришвидшення рослинного зневоднення та вимоги до роботи цих органів. Як показує аналіз досліджень, зусилля і робота при виконанні різання є у прямій залежності від діаметра самого стебла рослини. Важливим фактором, який визначає якість роботи одиничного ріжучого апарату чи його комплексу є твердість стебел рослини, яка протистоїть згину. При скошуванні зріз проходить тоді коли протидія перешкоди (стебла) стане значною. В умовах незначної твердості рослин утворюється зминання та рвання за рахунок не зрізаних рослин. Тому якість скошування збільшується при більшій швидкості різання.

В окремих випадках, заздалегідь визначених, відповідно виду рослини, їх стебла потрібно плющити для подальшої обробки. Або ж плющити при невдало вибраних термінів збирання чи погодних умов. Або ж при браку техніки чи робітників при ранньому розпосинанні збиральних операцій. Тому на сьогодні застосування комбінованих косарок з механізмами плющення є досить актуально.

Для вдалого вибору терміну скошування культур і рослин запропоновані оптимальні основні фізико-механічні властивості окремих

рослин табл. 1.1, за яких згідно аналізів необхідно проводити скошування з одночасним плющенням та з мінімальними затратами на зріз.

Таблиця 1.1. Фізико-механічні властивості рослин

Культури	Спосіб розсіву	Період збирання	Товщина стебел на висоті зрізу, мм		Висота стебел, м		Максимальна врожайність, т/га	Питома робота різання, Дж	
			мінімальна	максимальна	мінімальна	максимальна		мінімальна	максимальна
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Товсто-стебельні									
Сорго	суцільний	молочна стиглість	10	15	0,5	3,0	80	0,006	0,22
Люпин	рядковий	цвітіння	6	15	0,3	0,9	60	0,006	0,24
Чумиза	суцільний	молочна стиглість	5	15	0,5	1,5	60	0,01	0,29
Чина	суцільний	утворення бобів	3	6	0,2	0,5	4	0,003	1,19
Тимофіївка	рядковий	цвітіння	6	15	0,3	0,9	60	0,06	0,24
Суданська трава	суцільний	воскова свіжість	3	10	0,8	3,0	70	0,006	0,24
Трав'янисті:									
Жито	суцільний	молочна стиглість	3	8	0,5	1,0	20	0,005	0,2
Лугові трави	суцільний	цвітіння	2	5	0,3	0,8	10	0,004	0,22
Виківсяні та інші	суцільний	цвітіння	3	8	0,5	1,08	15	0,005	0,22
Бобово-злакові	суцільний	на початку утворення бобів	3	8	0,5	1,08	15	0,005	0,22

1.2 Відомості про скошування, як технологічного процесу заготівлі кормів

Основна вимога до скошування, як процесу заготівлі кормів має відповідати наступним критеріям: якісне, низьке зрізання без рвання,

створення умов швидкого висушування, унеможливлення потрапляння і змішування піску та ґрунту, отримання корму високої якості та калорійності, тощо. Наприклад, сіно з бобових першого, другого і третього класів має забезпечувати протеїнове відношення, відповідно не менше 14, 10 і 8% на один кілограм, каротину – 30, 20 і 15 мг.

В сінажі допустимо отримати показник клітковини 40...60% сухої речовини коли в інших кормах він становить не більше 30%.

Для забезпечення високої якості корм і одержати великої продуктивності потрібно уникнути втрат та виконувати скошування в сприятливі агротехнічні терміни, правильно робити підбір технології і вибір комплек машин, налаштовувати та регулювати машини на оптимальні режими, застосовувати прогресивні методи організації процесу.

Серед варіантів технології заготівлі кормів спостерігається багато їх різновидів, з яких найбільше розповсюджені наступні:

1. Заготівля сіна в розсипному вигляді. Дана технологія включає наступні операції: скошування або косіння з плющенням, природну сушку на стерні, обертання покосів, ворошіння, згрібання у валки і обертання валків, підбір валків у скирти, зберігання у скиртах з подальшим різанням та подрібненням і транспортуванням для роздачі худобі. За такої технології втрати сіна знижуються, а якість дещо зменшується за рахунок зберігання скирт на зиму в полі або біля тваринницьких ферм. Особливо якість втрачають верхні шари сіна (за рахунок постійного контакту з навколишнім середовищем) та нижній, які взаємодіють з ґрунтом та піддаються накопиченні вологи. Тоді ж, якщо проводити підбирання недосушеної траву з валків утворюватиметься спривання сіна та поїдання його грибок. Тому таке сіно слід підбирати і влаштовувати для досушування у склади зберігання з установки активного вентилявання. Сіно у скиртах, має менший термін зберігання ніж у складських приміщеннях, тому воно згодовується першочергово.

2. Технологія заготівлі сіна в пресованому вигляді. Ця технологія включає операції які на початковому приготування корму подібні між собою до того моменту коли проводять утворення валків. Далі валки підбирають з пресуванням сіна у тюки, та розміщенням їх на полі, або з одночасним збиранням і транспортуванням тюків. Створені тюки укладають в скирти продбазу місць реалізації. При застосуванні такої технології механічні дії і вплив погодних умов на отриманий продукт різко скорочуються, якість його підвищується, термін зберігання збільшується а втрати і вартість робіт зменшуються. Також спресоване у тюки сіно зручно транспортувати і зберігати.

3. Технологія заготівлі подрібненого сіна повторює операції попередніх , а після утворення валків проводиться підбирання з одночасним подрібненням на частинки довжиною 3...5см, далі масу транспортують, вивантажують в сіносховища, а при потребі досушують підігрітим або атмосферним повітрям шляхом венетлювання.

В таких технологіях можуть додатково застосовувати хімічну консервацію. В сіно зібране в погану погоду додають консервант. На збиральних машинах встановлюють пристосування, яке вносить останній в потік сіна і таким чином піддає обробці. Для прикладу таким консервантом може бути низькомолекулярна кислота (КНМК).

4. Скошування також застосовують і при технології заготівлі сінажу, яка схожа з технологією заготівлі подрібненого сіна. При цьому трава має бути вологості 50...55% її потім подрібнюють на відрізки 20...30 мм. При надмірній вологості трава скошується плющиться та дещо відлежується , щоб зневоднюється до потрібного відсотка. Після польових подрібнень масу перевозять до сінажних башт або ям, де закладають в них, утрамбовують та герметизують.

5. Виробництво трав'яної муки передбачає процеси технології заготівлі подрібненого сіна після якого його додатково штучно сушать у барабанних сушарках, та подрібнюють висушеної маси у вітамінну муку. Також можна застосувати і гранулювання цієї муки.

6. Технологія заготівлі силосу аналогічна отриманню сінажу тільки відповідно для виробництва сінажу застосовують траву, а для виробництва силосу кукурудзяну зелену масу у період воскової стиглості.

Як бачимо процес скошування у всіх технологіях стоїть на першому місці від його виконання залежать інші операції, а якщо проводити одночасне скошування і плющення то ефективність вологовідведення від трави чи іншої культури буде значно вищим, що призведе до ефективності процесу.

1.3 Аналіз існуючих машин-аналогів та робочих органів, які приймають участь у технологічному процесі

Оскільки рослина, яка бере участь у технологічному процесі є люпин інакше кажучи оброблюваний матеріал то проаналізуємо машини аналоги для його скошування.

Головний рекомендаційний технологічний параметр, який зустріли у науковій літературі, для люцерни, це скошування з плющенням [3].

Відповідно застосовують косарки-плющилки, що відразу плющать зрізану масу і укладають у покос.

Що стосується самохідних машин. то вітчизняна самохідна косарка-плющилка КПС-5Г (рис. 1.1), яка має призначення самостійно скошування сіяні трав з одночасним плющенням їх та укладанням у покос. Вона складається з енергетичного засобу на керованій ходовій частині 1 і

жниварки 2. Самохід оснащений кабіною та двигуном Д-240 з трансмісією потужністю 58,9 кВт. Керованими є задні колеса а ведучі передні.

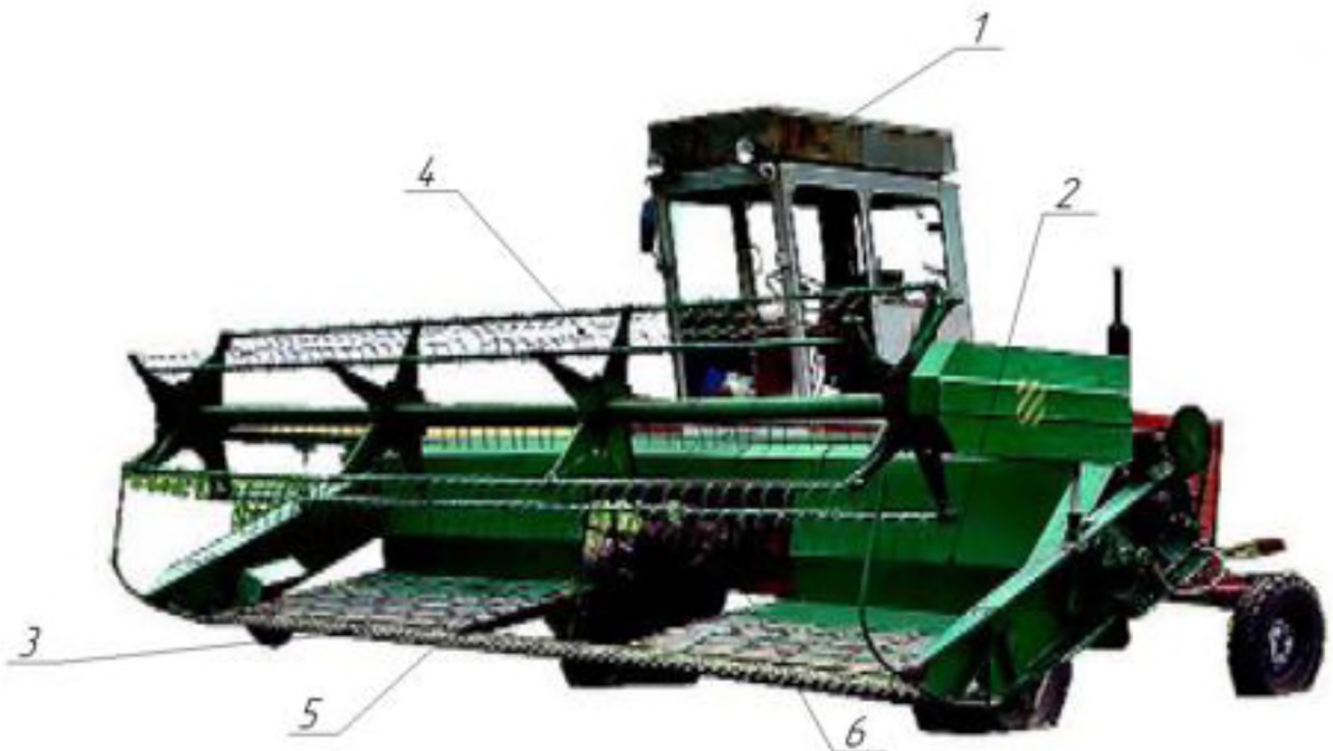


Рисунок 1.1 – Косарки-плющилки КПС-5Г:1 – кабіна (самохідне шасі);
2 – жатка; 3 – ріжучий апарат; 4 – мотовило; 5 – шнек; 6 –
валкоутворювач

Сам частина яка скошує траву у робочому положенні опирається на чотири ковзаючі башмаки, та приєднана до рушія за допомогою механізму підйому. У робоче і транспортне положення жниварка переміщується за допомогою гідроциліндрів.

КПС-5Г складається із ріжучий апарат 3, мотовило 4, подаючий шнек 5, валкоутворювач 6 та плющильний апарат.

Ріжучий апарат є сегментно-пальцевий, нормального різання. Містить брус до якого прикріплені пальці, пластини тертя і притискачі. У якості ножів слугують сегменти з насіченими ріжучими кромками, які приклепані добруса.

Мотовило призначене для нахилу та підведення рослин до ріжучого апарату та направлення скошеної маси до шнека для згрібання її до центру і подачі до плющілки

У модифікаціях машини є шнек виконаний у вигляді труби та з привареними лопатями з однієї і іншої сторони від периферії з правого і лівого напрямів. А також може бути скатний транспортір. Плющильний апарат змонтований за жаткою і призначений для надломлення і плющення скошених стебел. Він є ребристий тобто два вали з насічками. Останні обертаються назустріч один одному та поглинають скошену масу з частотою 613 хв^{-1} . Верхній валець є підпружинений і закріплений шарнірно а силу його тиску на скошену масу регулюють згідно врожайності трави та її виду.

Ширина захвату машини 5 м, висота зрізу до 8 см, зміна швидкості руху перемиканням передач безступінчасте.

Подібна за будовою та призначенням є косарка-плющілка самохідна Е-301 та її модифікації Е-302, Е-303 (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Косарки-плющілки, Е-303

Головним недоліком таких машин це їх самохідність тому, що зазвичай вони використовуються лише в один сезон, а решта часу року стоять на майданчиках. Це призводить їх до швидкого втомлювано-зберегального руйнування. Також недоліком самохідних косарок-плющилок є те, що вони формують досить щільний валок, який довго просихає. Тут слід застосовувати кілька додаткових операцій його слід зворушувати кілька разів.

На зміну самохідним агрегатам були запропоновані причіпні і навісні, вони як правило меншого розміру та при зберіганні займають менше місця, більш маневрені і простіші у конструкторській.

Варто звернути увагу і на робочий орган, відповідно це сегментно-пальцеві та роторні апарати.

Відповідно причіпні аналоги, як вітчизняні так і закордонні мають більший потенціал ніж самохідні.

Охарактеризуємо ротаційну косарку-мульчер Schulte 5026 (рис. 1.3).

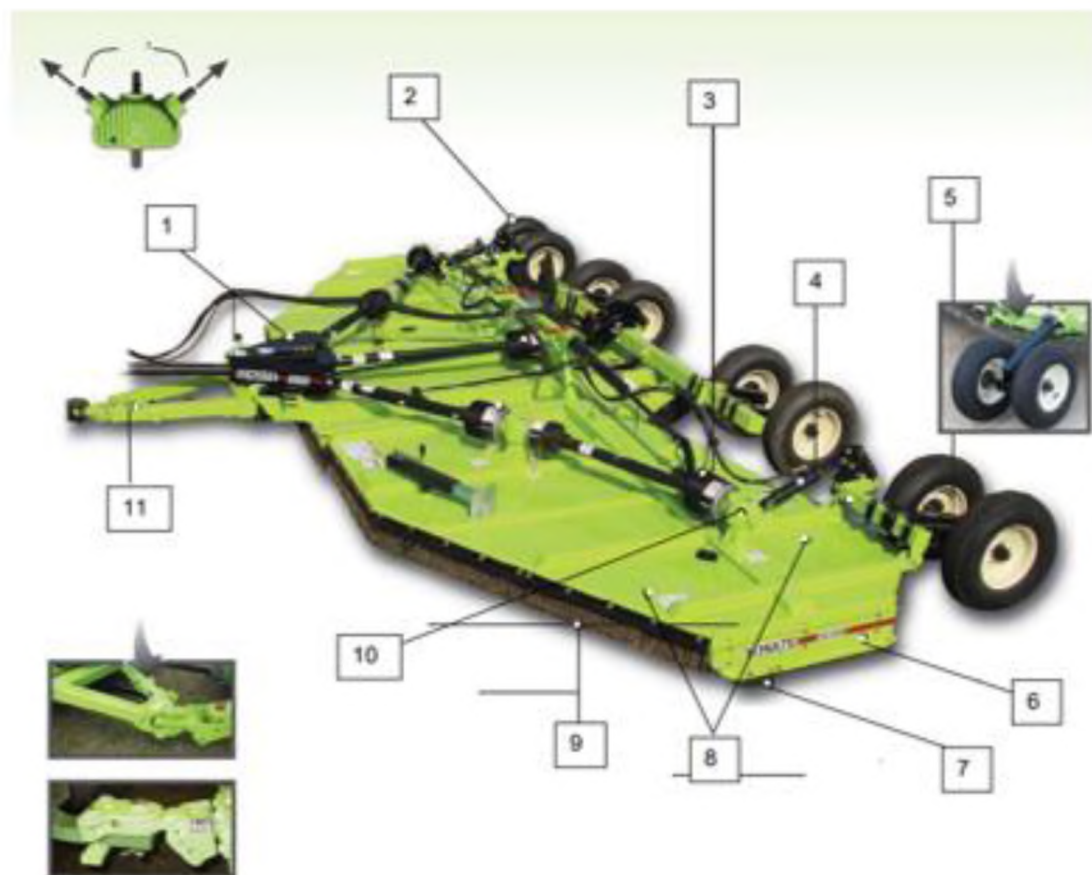


Рисунок 1.3 – Ротаційна косарка-мульчер Schulte 5026. 1. Роторний ніж. 2. Привод 3. Піддони. 4. полози. 5. Палуба. 6. Шини 7. Гідравлічні циліндри. 8. Циліндри підйому крил. 9. Втулки. 10. Підвіски 11. Транспортні фіксатори.

Косарка роторноа з шириною різального апарата 8м. Приводиться в рух від ВВП 1080 об/ хв. Піднімання робочого органу на поворотах і в транспортне положення виконує гідравлічна система. 8. Циліндри підйому крил двостороннього дії з механічним поплавком. Агрегат має центральну частину і бокові так звані крила. Вони працюють, як єдине ціле і після скошування одразу подрібнює траву не фракцію, щоб виготовити з них соковиті корми, або застосовується для подрібнення решток високої стерні для кращої заробки в ґрунт.

Відповідно проведем аналіз навісних косарок, як ротаційних так і сегментно-пальцевих рис. 1.4. здебільшого вони застосовуються у

невеликих господарствах або для обкошування розворотніх смуг чи узбічч доріг. Дані косарки не оснащені плющильним апаратом і застосовуються на малопродуктивних полях, з невеликою травою чи її отавою.



Рисунок 1.3 – Навісні косарки: а) роторна Wirax Z-169 / 069, б) сегментно-пальцева КПО-2,1

Такі косарки агрегують з тракторами 14 кН тяги.

У нашому випадку проєктована машина для заготівлі сіна може агрегуватися теж з такими тракторами класу тяги і виконувати одночасно три операції скошування, плющення та розпушування.

Трактора з якими агрегується машина можуть агрегуватись з навісними і причіпними машинами при обробці ґрунту, посівів та посадок культур і догляд за ними, а також при їх збиранні і заготівлі кормів з сільськогосподарських культур.

Трактори такого класу це МТЗ-80, ЮМЗ-6Л, John Deere 6110M, (6125M, 6140M), CLAAS NEXOS240-210, ДТЗ 1104 тощо, виконаний згідно класичної схеми дані трактори мають трансмісійну систему є напіввмні. Трактори обладнані універсальною роздільно-агрегатною системою та гідравлічною системою для збільшення зчіпної ваги. Оснащені заднім ВВП, двох швидкісним ВВП.

1.3 Аналіз теоретичних обґрунтувань

Теоретичними дослідженнями, які проводилися для визначення параметрів і режимів роботи ротаційних косарок досить важливі, адже слугували для розрахунку і конструювання машини. Також за допомогою попередньо виведених залежностей можна щоразу їх вдосконалювати

Так силу зрізування з врахуванням відношення висоти стебла яке зрізане (стерні) $H_{ст}$ до висоти зрізу $H_{зр}$ можна визначити за залежністю.

$$\varepsilon = \frac{H_{ст}}{H_{зр}} \quad (1.1)$$

Частота обертання ножа ротора

$$\omega = \sqrt{\frac{3E \cdot I}{m \cdot l^3}} \quad (1.2)$$

I та E – твердість стебла рослини;

l – довжина рослини;

m – маса.

Залежність яка оцінює швидкість ножа V_p^C виводять з залежності швидкості різання

$$P_{\text{зр}} = a \frac{B}{V_p^c} \cdot H \quad (1.3)$$

де: а, В, с – емпіричні коефіцієнти

Радіус ротора отримують з залежності

$$r = \frac{B}{2Z} \quad (1.4)$$

Кутову швидкість ротора оцінюється з залежності

$$R \cdot \omega - V_m \geq V_p \quad (1.5)$$

Площа зрізу одним ротором

$$F_{\text{зр}} = \frac{V_m \cdot 2\pi \cdot 2R}{\omega \cdot m} \quad (1.6)$$

Затрати потужності на зрізування стебел одним ротором

$$N_{\text{зр}} = \frac{P_{\text{зр}} \cdot k \cdot m \cdot V_0}{75}, (\text{к.с}) \quad (1.7)$$

$P_{зр}$ – зусилля зрізання стебла, Н

V_{θ} – кутова швидкість ножа, м/с

Подача трав'яної маси, кг/с

$$q = Q \cdot 2 \cdot R \cdot V_m \quad (1.8)$$

Проаналізовані залежності і теоретичні обґрунтування являються досить актуальними для обґрунтувань режимних, конструктивних та технологічних параметрів розроблюваної косатки з плющильним та розпушувальним механізмами.

1.4 Висновки до розділу 1 та завдання досліджень

Базуючись на викладеному, можна зробити висновок: відомі результати теоретичних досліджень для визначення параметрів роторного робочого органу та технологічних параметрів процесу є емпіричними і потребують розрахунок для конкретних умов.

Обґрунтування та дослідження машин аналогів є досить важливе для того щоб зрозуміти суть модернізації та дослідити конструкцію.

Оскільки метою є досягнення якомога швидшого природнього висушування люцерни то зазначені недоліки можна усунути за допомогою розробки конструкції нового плющильно-розпушувального апарату і в лабораторних умовах провести власні дослідження.

2 ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ І ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОТАЦІЙНОГО СКОШУВАННЯ ТРАВ

2.1. Опис запропонованої конструкції

Запропонований ротаційна косарка з плющильним та розпушувальним механізмом створена з метою прищвидшеного обробки скошеного матеріалу і перетворення його на корм тобто забезпечення продуктом харчування тварин зокрема сіном.

Оскільки аналоги машин є, як широкозахватні так і вузькозахватні, і лише такі, які або скошують траву, або скошують і плющать, то головним недоліком широкозахватних косарок-плющилок є надто високий покоїс, який не встигає просохнути і потребує ворущіння[20]. Тому нова широкозахватна машина буде після плющення проводити додаткове розпушення трави. шляхом комплектування фрезерним робочим органом, з метою розрихлення покладів.

Косарка плющилка з розпушувачем, для виробництва сіна, це причіпний агрегат з власною ходовою частиною, який приводиться в рух від ВВП трактора з 580об/хв, складається з трьох основних частин це ріжучий роторний апарат, плющилка (вальці), то штифтовий розпушувач, функціональна схема якого представлена на (рис. 2.1).

Кріплення машини до трактора відбувається через сницю а привід робочих органів через роздавальний редуктор передається за допомогою пасової передачі.

Роторний скошувально-плющильно-розпушувальний агрегат для виробництва сіна працює наступним чином.

Після агрегування МТА заїжджає на попередньо розбите на загінки поле з травою та вмикає ВВП. Роторний апарат зрізає трав'яну масу та автоматично стелить у покос у нижню частину жнивarki. Далі спрямовувач направляє масу на плющення між два котки зосереджені з напрямком руху щоб захватити масу. Після проходження маси через валки

вона потрапляє на розпушувальний барабан та розстелюється по поверхні стерні.

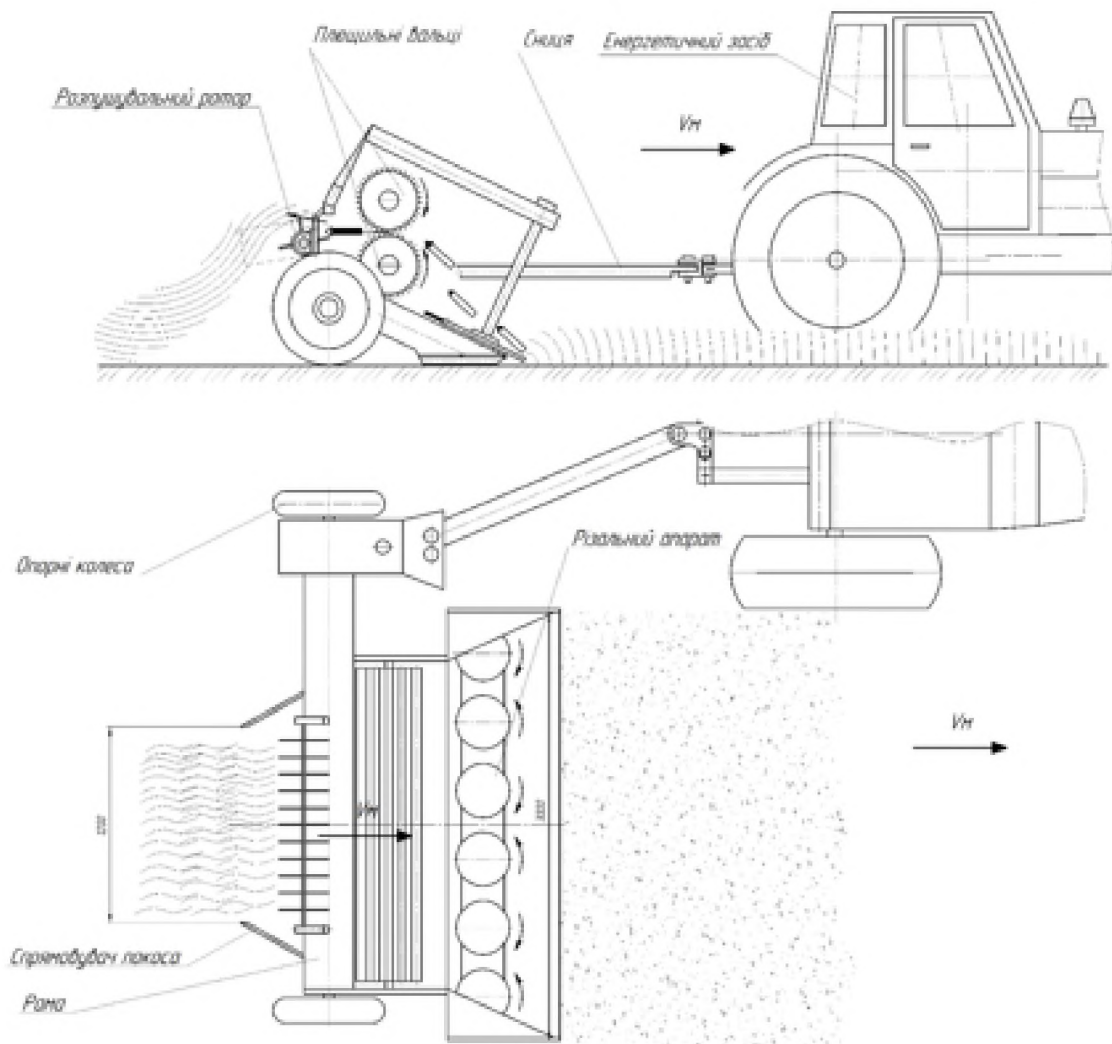


Рисунок 2.1 – Схема розробленого скошувально-плющильно-розпушувальної машини

Конструкція містить раму та опорні пневматичні колеса більша частина складальних одиниць виготовлена шляхом зварювання.

Застосування такого засобу для швидкого і якісного отримання корму (сіна) для тварин дає можливість значно зменшити строки збирання, дозволяє забезпечувати сільське господарство якісним кормом природного висушування та має ряд переваг над іншими машинами:

- застосування ротора забезпечує виконання технологічного процесу з максимальною продуктивністю трави без забивання ріжучого апарату;
- за використання енергетичного засобу у 100к.с. можливе збільшення швидкості скошування, за рахунок чого відбувається інтенсифікація процесу, а витрати палива лишаються сталими;
- процес легко піддається гідрофікації і автоматизації;
- поєднання безперервного процесу, який охоплює три операції і об'єднує їх в одну;
- невисока складність та висока надійність машини;
- змога збільшити кількість різальних роторів з двох до шести, відповідно і початкових покосів з одного до трьох;
- низька матеріаломісткість агрегату;
- можливість відключення плющільного барабана, при малих за врожайністю травостоях, або розпушувача.
- мала затраті робочої сили на обслуговування.

2.2 Теоретичні обґрунтування параметрів ріжучого ротора

Пропонований агрегат призначений для роботи з травою підвищеної продуктивності тому перший етап основні дії це безпідпирне різання стінанням, другий етап роботи ушільнення та зминання виконується за рахунок взаємодії двох вальців з одночасним транспортуванням. Третій – розпушування і розстилання.

Розрахункова схема роторного ріжучого апарату зображена на рис. 2.1., дана схема уособлює уявлення про побудову конструкції ріжучого апарату та взаємодію її з технологічними параметрами.

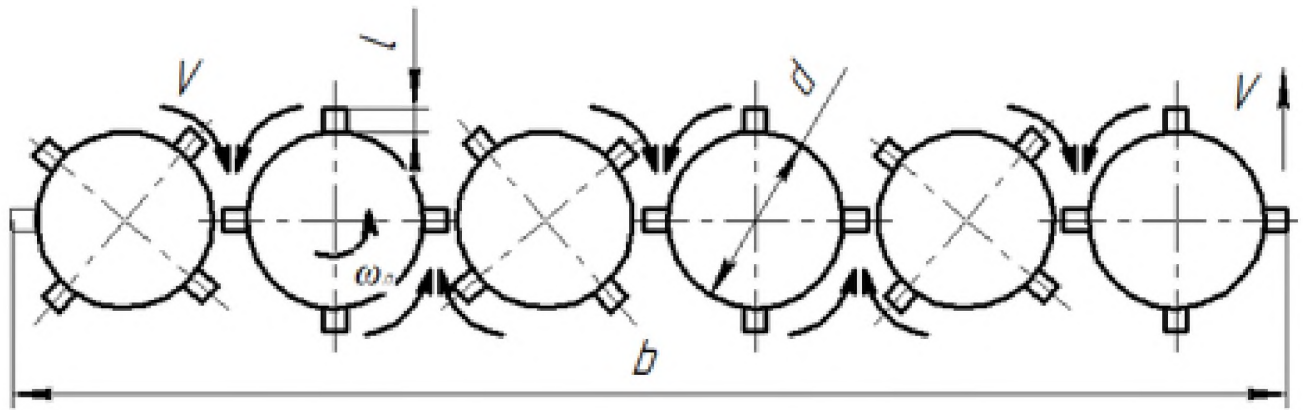


Рисунок 2.2 – Розрахункова схема роторного ріжучого апарату

Для підбору кількості ріжучих пар роторі та виходячи з 3м довжини косарки визначаймо число ножів для одного ротора:

$$m = \frac{2\pi \cdot V}{\omega_n \cdot l} \quad (2.1)$$

m – кількість ножів на одному роторі згідно [6], шт;

V_n – швидкості ножа робоча і поступальна 5,6 м/с;

ω_n – кутову швидкість вала на якому закріплені ножі ротора виходячи з 540 об/хв ВВП $\omega_n \geq 180 \text{ c}^{-1}$;

l – довжина одного ножа, мм. 0,06м.

$$m = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 5,6}{180 \cdot 0,06} = 3,25 \text{ приймаємо } 4 \quad (0.1)$$

З розрахункового значення прикисаємо кількість ножів 2.

Припустимо, що площа зрізу одним ротором, який не буде оснащений ножом але з врахуванням місця його кріплення (без його влаштування) становитиме:

$$S_s = \frac{V \cdot 2\pi \cdot 2r}{\omega_s \cdot m} \quad (2.3)$$

r – радіус місце кріплення ножа що описує коло 120мм

$$S_s = \frac{5,6 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 2 \cdot 120}{180 \cdot 0,06} = 781,51$$

З врахуванням виходу ножа на сторону одного диска та ширини захвату кількість пар роторів можна визначити з залежності:

$$S = x \cdot 2 \cdot (D + \frac{l}{2}) \quad (2.4)$$

x – кількість різальних роторів

звідси
$$x = \frac{S}{2 \cdot (D + \frac{l}{2})} \quad (2.5)$$

$$x = \frac{3000}{2 \cdot (0,24 + \frac{0,06}{2})} = 6,09$$

З врахуванням запасу міцності та корегуванням ширини значення кількості пар скошувальних роторів буде 3.

2.3 Визначення параметрів плющильного барабана

Визначаємо основні кінематичні параметри роботи плющильного апарату які пов'язані з механізмом розпушення скошеної і ущільненої маси.

Визначаємо колову швидкість барабанів (вальців), виходячи з умови:

$$u_n = \frac{m_c}{h_z \cdot l \cdot \varepsilon \cdot \eta \cdot \rho}, \quad (2.6)$$

m_c – секундна подача скошених рослини до вальців, кг/с;

h_z – значення параметру зазору між вальцями, м;

ε – експериментальний коефіцієнт використання робочої щілини вальців, становить 0,8...0,85 [4];

l – довжина вальців, що плющать, м;

η – коефіцієнт ковзання рослини по вальцях, $\eta=0,8...0,9$; [4]

ρ – середня щільність рослини, кг/м³, $\rho=86$ кг/м³. [3]

Секундну подачу оброблюваного матеріалу до плющильних вальців, визначаємо виходячи із урожайності люцерни, тобто:

$$m_c = B_p \cdot V_p \cdot Y \cdot \gamma \quad (2.7)$$

B_p – робоча ширина захвату машини, м;

V_p – робоча швидкість машини, м/с;

Y – урожайність конюшини, кг/м²;

γ – коефіцієнт використання ширини захвату.

$$m_c = 3 \cdot 2,2 \cdot 3,0 \cdot 0,94 = 18 \text{ кг/с}$$

Потрібний зазор між вальцями визначаємо за залежністю:

$$h_2 \geq h_1 - D \cdot (1 - \cos \varphi) \quad (2.8)$$

h_1 – товщина шару покосу рослини на вході в зазор між вальці, м;

D – діаметр вальців, м;

φ – кут тертя люцерни по вальцях, 39°. [4]

$$h_2 \geq 0,14 - 0,3 \cdot (1 - \cos 39^\circ) = 0,046 \text{ м}$$

Підставивши отримані значення у формулу 2.6 отримаємо:

$$u_n = \frac{18}{0,046 \cdot 3,0 \cdot 0,8 \cdot 0,85 \cdot 86} = 2,23 \text{ м/с}$$

Звертаючи на те, що люцерна буде укладатися у валок шириною 1,2м, то відбудеться звуження її потоку від загальної ширини росту стеблестою і зростання швидкості руху.

Такі розрахунки актуальні до застосування сінокосу люцерни, для урожайності 400 і більше ц/га.

2.4 Визначення параметрів розпушувального ротора

З умови нерозривності покосу трави визначаємо радіус розпушувального ротора за вершинами пальців виходячи.

Оскільки пальці ротора не повинні надмірно діяти на люцерку для запобігання її надлишкового подрібнення та відривання листочків, то для заданих умов визначаємо кутову швидкість вала на якому закріплені пальцеві розпушувачі:

$$\omega = \frac{u_e}{R_p} \quad (2.9)$$

Тоді

$$\omega = \frac{2,23}{0,15} = 14,9 \text{ с}^{-1}$$

Знаходимо частоту обертання вала розпушувача за формулою:

$$n = \frac{30 \cdot \omega}{\pi} \quad (2.10)$$

Тоді

$$n = \frac{30 \cdot 14,9}{3,14} = 142,35 \text{ об/хв}$$

Зовнішній радіус ротора збуде наступний.

$$R = \frac{\lambda \cdot u_e}{\omega}, \quad (2.11)$$

де λ – кінематичний показник, $\lambda=1,1$. [5].

$$R = \frac{1,1 \cdot 2,23}{14,9} = 0,164 \text{ м}$$

Визначаємо кількість розмішених пальців на розпушувачі за формулою:

$$z = q \cdot (L / p), \quad (2.12)$$

L – робоча довжина вала, м, $L=1,2$ м;

p – крок розміщення пальців 0,06 м.

q – кількість рядів пальців розмішених по діаметру вала

Тоді

$$z = 4 \cdot (1,2 / 0,06) = 80 \text{ штук}$$

Отже для якісної обробки (розпушення) сукупного сплющеного покоса, який формується з троях, що утворюються від зрізання роторами, достатня кількість зубів ротора становить 80 штук.

2.5 Обґрунтування технологічних параметрів машини

Згідно вихідних даних продуктивності сіна $Q = 14 \text{ т} / \text{га}$ при робочій швидкості машини приблизно $V = 10 \text{ км} / \text{год}$ та ширині захвату $B = 3 \text{ м}$. У такому випадку площа, що обробляється машиною за 1 с становитиме

$$S_c = k \cdot V \cdot B = 0,35 \cdot 10^{-3} \cdot 3 / 3600 = 0,27 \cdot 10^{-6} \text{ га} \quad (2.13)$$

де k – коефіцієнт швидкості на розворотах та при переключанні швидкості 0,35.

Тоді кількість обробленого поля за 1год становитиме 10,2год

У такому випадку секундна продуктивність пари ріжучого апарату буде

$$Q_c = \frac{Q}{t} = \frac{14}{3} = 4,6 \text{ m/год}, \quad (2.14)$$

Визначення потужності, що затрачається на привід пристрою визначимо за наступною методикою. Розглядаєм потужність однієї пари окремо взятих ріжучих елементів у випадку мінімальної висоти зрізу, а потім її сумуємо, всіх є 3. У такому випадку розрахункова потужність на привід визначатиметься за формулою.

$$N = N_z + N_m, \quad (2.15)$$

де N_z - потужність на зріз, кВт;

N_p - потужність на транспортування, кВт.

Першу складову можна визначити за формулою

$$N_z = \frac{10^{-4} \cdot k \cdot V_{об} \cdot n}{6}, \quad (2.16)$$

де k - питомий опір деформації та зрізу, приймемо дане значення як $k = 4 \text{ МПа}$;

$V_{об}$ - об'єм трави, що зрізається за 1 оберт, см^3 ;

n - частота обертання вала різального диска, для машин аналогів
 $n = 360 \text{ об} / \text{хв}$.

Об'єм трави, що зрізається за 1 оберт визначимо за формулою

$$V_{об} = \frac{60 \cdot Q_{v/c}}{n} = \frac{60 \cdot 0,019}{360} = 0,003 \text{ м}^3 = 3000 \text{ см}^3.$$

Тоді потужність на деформацію становитиме

$$N_s = \frac{10^{-4} \cdot 40 \cdot 10^{-3} \cdot 3000 \cdot 360}{6} = 0,72 \text{ кВт}.$$

Другу складову знаходять з виразу

$$N_m = 5 \cdot 10^{-4} \cdot \delta \cdot Q_{lc} \cdot V_o^2, \quad (2.17)$$

де δ - коефіцієнт відкидання, який для випадку розташування робочих органів можна прийняти рівним 1;

V_o - колова швидкість, м/с.

$$V_o = \frac{\pi \cdot n \cdot R}{30}, \quad (2.18)$$

де R - радіус кола яке описує ріжучий ніж, який для машин аналогів складає $R = 0,165 \text{ м}$.

Отже

$$V_o = \frac{3,14 \cdot 360 \cdot 0,165}{30} = 6,2 \text{ c}^{-1}.$$

Тоді

$$N_m = 5 \cdot 10^{-4} \cdot 1 \cdot 15,2 \cdot 2,1^2 = 0,29 \text{ кВт}.$$

Загальна розрахункова потужність на привід складатиме

$$N_p = 3 \cdot (0,72 + 0,29) = 3,04 \text{ кВт}$$

Дійсна потужність на привід розкидаючого пристрою, з урахуванням втрат в елементах приводу визначатиметься за формулою

$$N = \frac{K_o N_p}{\eta}, \quad (2.19)$$

де $K_o = 1.3 \dots 1.5$ - коефіцієнт перевантаження, приймемо;

η – сумарний коефіцієнт корисної дії елементів механізму приводу.

Сумарний коефіцієнт корисної дії елементів приводу проектовано механізму складатиметься із наступних компонентів

$$\eta = \eta_{z.n} \cdot \eta_{a.n} \cdot \eta_{n.k} \quad (2.20)$$

де $\eta_{з.л.}$ – к.к.д. закритої передачі, у приводі встановлено 1 головний конічний та 1 головний циліндричний редуктори, для яких к.к.д. відповідно складає $\eta_{з.л.}=0,96$; і $\eta_{з.л.} = 0,97$, також у приводі 6 конічних передач, які передають рух на кожен диск, але оскільки вони працюють паралельно та в різні сторони то можна їх рахувати як 2

Отже:

$$N = \frac{1,3 \cdot 4,04}{0,96^3 \cdot 0,97 \cdot 0,99^{10}} = 6,77 \text{ кВт}.$$

2.6 Висновки до розділу 2

За допомогою проведених розрахунків ми можемо визначити оптимальні характеристики та параметри розроблюваної машини.

Отримані результати показують, що згідно тяговими характеристиками енергетичних засобів роторна косарка з механізмами плющення та розпушування цілком підходить, як комплектуючий агрегат. Степінь використання енергії задовольняє характеристики тракторів МТЗ-80, ЮМЗ-6Л, John Deere 6110M, (6125M, 6140M), CLAAS NEXOS240-210, ДТЗ 1104 тощо.

3 ПРОГРАМА, МЕТОДИКА І РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕН- ТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Програма експериментальних досліджень

Уявлення, планування та проведення експерименту є важливою складовою досліджень, як наукових так і польових та експериментальних. На сьогодні такі дослідження та експерименти, що використовують при розробці конструкцій сільськогосподарських машин та обґрунтуванні їх робочих процесів є невідкладною складовою технічної документації, яка готується при розробці.

Щоб провести експериментальні дослідження треба скласти план чи програму та послідовно чи одночасно проводити і виконання завдання. Для проведення досліджень можна зробити припущення, спрощення чи прогнозування, від яких достовірність отриманих даних експерименту буде незначна. Спрощення процесу залежить від якісно підібраних послідовно виконуваних дій.

Щоб правильно вибрати методики та обладнання або інструмент, необхідно провести пошук аналогічних досліджень та показників (параметрів) досліджуваного явища. До цього потрібно запропонувати та змінити чи доповнити певні факторів, що впливають на результат.

«Експериментальні дослідження в яких вивчається вплив одного фактора на розвиток явища є однофакторним експериментом. Дослідження впливу багатьох факторів – багатофакторний експеримент. У більшості випадків експерименти багатофакторні. Оскільки чим більше факторів враховується при проведенні досліджень, тим достовірніші й адекватніші виявлені закономірності». [11, 12].

Звісно у програму досліджень входять перелік чи найменування дослідів або певна кількість питань, що потребують вивчення. При таких підборах і пошуках повинні бути враховані робочої гіпотези, мета і предмет дослідження, результати розробки, особливості побудови методики дослідження, а також наявні і власне сконструйовані технічні засоби, пристрої, стенди, установки, та інше обладнання, інструмент пристосовано тощо.

Питання, які необхідно розглянути не завжди задовільняють потрібний результат та все одно їх потрібно обґрунтувати щоб запевнитись у їх наслідках.

При проведенні досліджень щодо без підпірного скошування люцерни та подальшого плющення і розпушення покосу треба виконати та дослідити наступне:

- дослідити фізичні властивості люцерни визначити природну вологість, об'ємну масу;
- виготовити експериментальну установку згідно обґрунтувань та пропонованих схем;
- провести лабораторно-виробничі випробування за участі установки;
- побудувати графічні залежності показників ефективності розроблюваної машини.
- провести багатфакторний експеримент за планом Бокса-Бенкіна.

Виконання даних завдань дасть можливість частково у першому наближенні отримати уявленні про розроблювану машину.

3.2 Опис апаратури, обладнання і приладів, для досліджень

Щоб реалізувати програму досліджень треба першим кроком зробити аналіз продуктивності вирощеної люцерни та встановити її призначення і терміни збирання. Господарство, на якому проводили дослідження це СГПП «Дружба» з поголів'ям молочно – м'ясних ВРХ 1750 штук.

Засіяна рілля люцерною першого укосу була з продуктивністю приблизно 110ц/га сіном вологістю 15%.

Для відбору зразків скошеної маси, яка відбиралась, щоб в подальшому визначити її вологість використовували швидкозакривні герметичні ємкості в об'ємі 5дм³.



Рисунок 3.1 – Ємкість для відбору зразків: 1 – ємкість, 2 – кришка, 3 – застібка

Відбірник складається із ємкості 1, кришка 2 та застібка 3. Зстібка дозволяє герметизувати масу і унеможливити втрату вологи при зберіганні її за температури +20°C.

Далі для визначення вологості відібраних шматків трави використовувалось таке лабораторне обладнання (рис. 3.2), сушильна електрошафа, точна до 0,01г електронна вага та ексикатор.

Обладнання, яке передбачало дослідний зразок машини, відповідно експериментальна установка складалась з 2 скошувальних ротора з

плющильними вальцями та штифтового розпушувачем та була виготовлена згідно схеми 2.1.



а



б



в

Рисунок 3.2 – Прилади та обладнання для проведення досліджень: а – сушильна електрошафа СНОЛ – 3,5.3,5.3,5/3 ИЗ; б – електронні ваги ТЛВ-0,5; в – ексикатор

3.3 Методика проведення відбору зразків

Процес (методика досліджень) була наступною. Згідно завдання проводили скошування з одночасним плющенням та розпушуванням люцерни, яке проводили зранку та сліdkували за температурою навколишнього середовища. Одразу після скошення зразки зрізаної люцерни складали у ємкість. Фіксували температуру та продовжували спостереження. Наступні проби з одного і того ж покоса відбирали через 2 год., і так протягом дня проводили аналогічний відбір.

Відібрані проби відносили до лабораторії зважували по 0,5 кг та проводили висушування у сушильній шафі. Так ми визначили вміст вологи у щойно зрізаній траві. Та наскільки змінювалась її вологість через 2 год за

фіксованої температури визначали наступним просушуванням наступної проби.

Повторність дослідів становила 3 проби. Таким чином протягом дня отримали 7 часових значень у кожному по 3 проби.

Аналогічний процес проводили для люцерни скошеної звичайною роторною косаркою КРН-1,35, щоб порівняти зміну вологості звичайної скошеної трави з плющеною та розрушеною.

Відбір проб, як у першому так і у другому варіантах проходив у трьох місцях покосу.

3.4 Методика та результати прогнозування кількості запасів сіна і природніх термінів збирання.

Прогнозування проводили заздалегідь виходячи з кількості поголів'я тварин під яку готували площі посіву люцерни. Для цього аналізували потрібний склад кормів господарства та встановлювали кількість потрібного запасу. З розрахунку запасів сіна потрібно 1,8 кг на добу на 1 голову ВРХ масою 500-600кг. З врахування стійлостою тварин, що приблизно становить 150днів. Це приблизно 2т сіна на 1 ВРХ.

Тому запас отримували за залежністю:

$$Z = q \cdot n \quad (3.1)$$

q – кількість сіна, які поїдає ВРХ за час зимового стояння;

n – кількість ВРХ і господарстві.

3.5 Методика і результати експерименту з застосуванням розробленої установки.

Для проведення експерименту користувались роздільними способами проведення технологічного процесу. Для першого процесу, тобто зрізування люцерни виконали установку рис. 1 з роторним робочим органом. Дана установка була виконана з приводним двигуном ротора, а поступальний рух ножа з врахуванням робочої швидкості становив 0,56 м/с.



Рисунок 3.3 – Установка для скошування

Процес плющення виконували за допомогою установки рис 2 і проводили відразу після скошування. А отриманий плющений покis дещо розпушувався вручну. В кінцевому варіанті покis мав меншу густину ніж нерозпушений приблизно на 25..30%. Оцінку розпушеності визначали, вишотою шару покосу.

Відповідно до пропонованого обладнання послідовно проводили всі процеси та відбирали проби для досліджень.

Методика досліджень була наступною. В результаті роботи отримували три покоси. Перший був лише роторно скошений, другий після

скошення проплющений, а третій ще і розпушений. З кожного покоса відбирались проби та визначали їх вологість шляхом висушування згідно методики описаної в [7], за наступною послідовністю.



Рисунок. 3.4 – Заготовка для виготовлення плющильного апарата, та плющильний апарат

З підготовленої проби трави наважували проби $m=50$ гр, які поміщали у бюкси та сушильну шафу.

Сушильну шафу нагрівали до $t=100\pm 5^{\circ}\text{C}$, і витримували цю температуру на протязі усього періоду дослідження. Після 120 хвилин сушіння матеріа виймали і охолоджували. Після охолодження матеріал зважували та знову завантажували для контрольного висушування на 20 хв. потім з охолоджувальними бюксами здійснювали контроль за результатами відсутності різниць у масі сушіння припиняли і проводили дослідження наступних проб.

Вміст води (W) у відсотках обчислювали за формулою [9]:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m} \times 100\%, \quad (3.2)$$

де m_1 – маса бюкса з наважкою до висушування, кг;

m_2 – маса бюкса з наважкою після висушування, кг;

m – маса наважки, кг

Відповідно повторностей до дослідження проводили з дев'яти покосів а проби відбирались у трикратній послідовності.

Кожна наступна проба відбиралась через 2 год. і так на протязі дня під час якого покоси висихали природнім способом. Температура повітря щоразу фіксувалась а швидкість вітру становила 3..6м/с. Дослідження першого дня закінчували з настанням ночі, а на наступний день продовжували знову. Відбирання проб і продовження визначення вологості сіна продовжували після ворущіння усіх покосів. В нічний час середня температура повітря становила 16⁰С.

Згідно отриманих результатів визначення вологості люцерни побудували графічні залежності рис. 3.5-3.6.

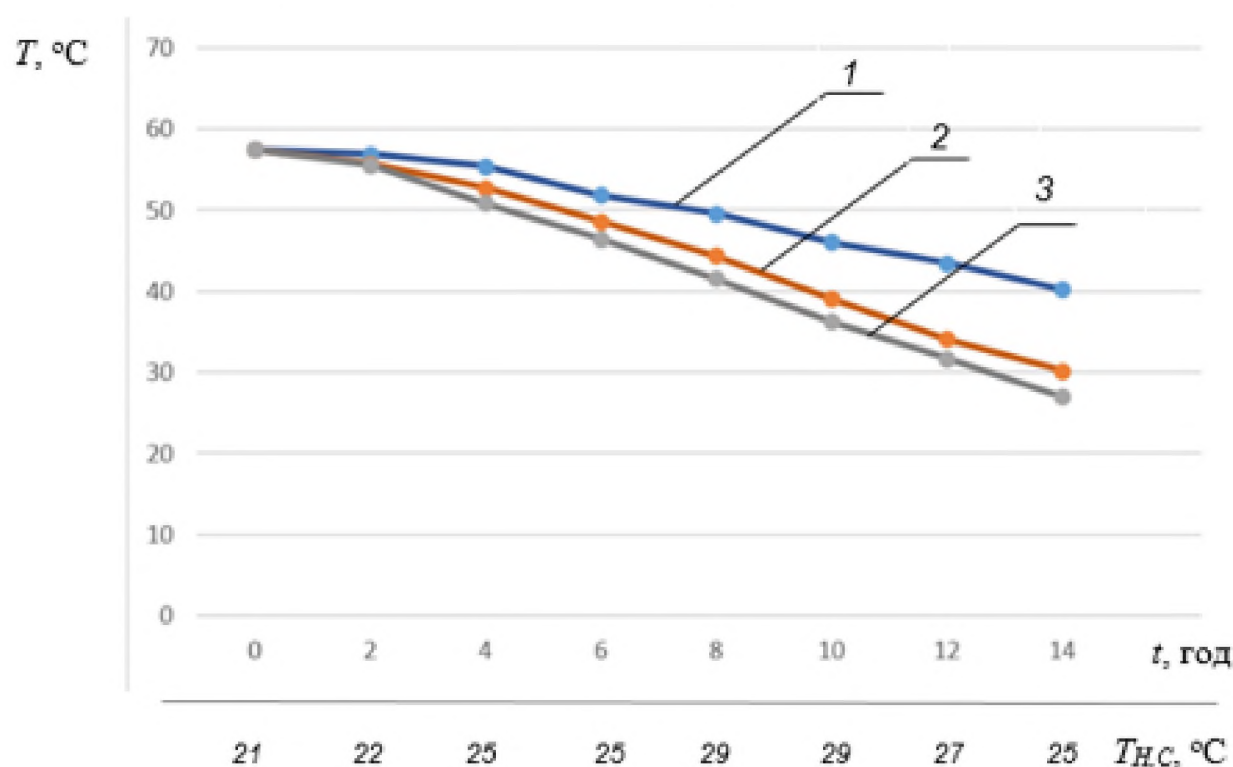


Рисунок 3.5 – Залежність зміни вологості люцерни розміщеної у покосі в перший день скошування від часу природного висихання при температурі 21...29⁰С та швидкості вітру 3...6м/с: 1 – скошування роторною косаркою, 2 – скошування роторною косаркою з плющенням, 3 – скошування роторною косаркою з плющенням та розпушенням

Як бачимо з досліджень та графічних залежностей, що процес плющення суттєво впливає на зміну вологості матеріалу тобто природного

сушіння трави. З врахуванням розпушувача покосу час на висушування сіна може значно скоротитись в залежності від денної температури навколишнього середовища. Таким чином ефективність косарки підтверджує її правильне конструктивне виконання. Застосування даної машини знизить енергетичні витрати на процес заготівлі сіна та час на виконання операцій.

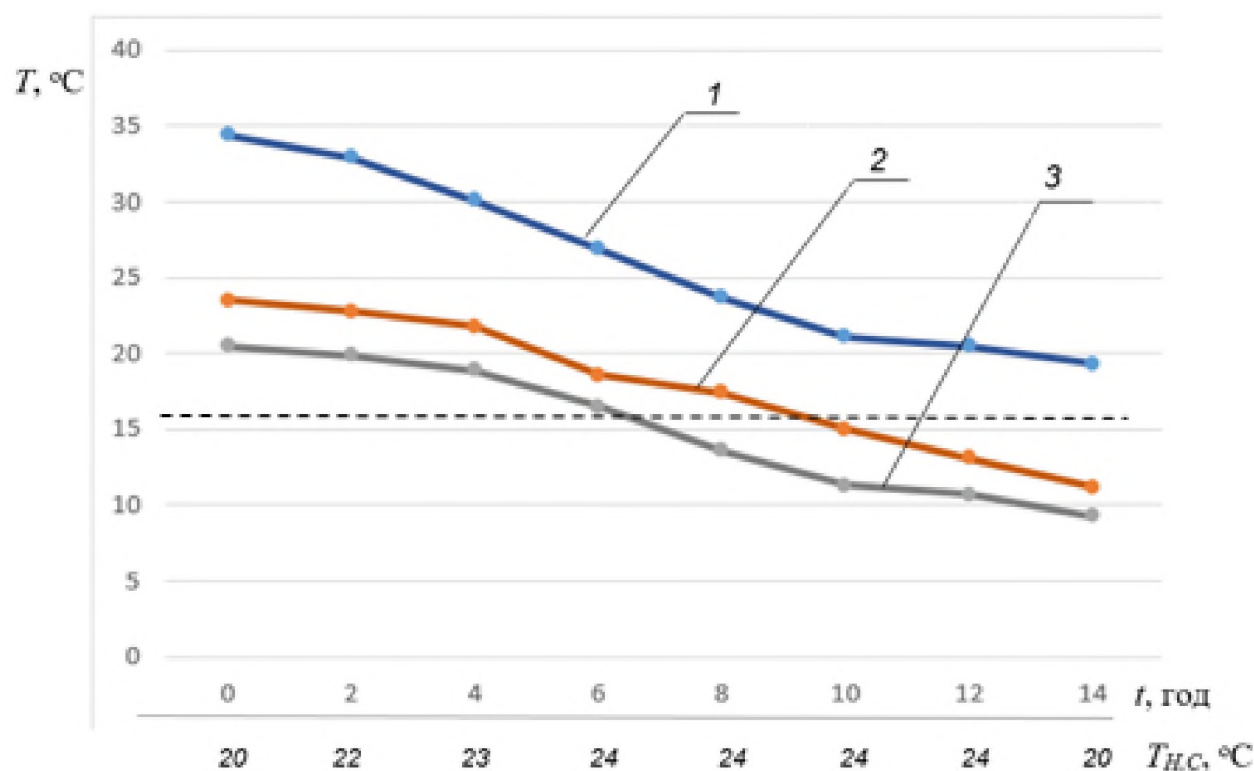


Рисунок 3.5 – Залежність зміни вологості люцерни розміщеної у покосі в перший день скошування від часу природного висихання при температурі 20...24°C та швидкості вітру 3...6м/с: 1 – скошування роторною косаркою, 2 – скошування роторною косаркою з плющенням, 3 – скошування роторною косаркою з плющенням та розпушенням

Оскільки параметри температури навколишнього середовища не передбачувані то методику дослідження можна вважати адекватною а користування графічними залежностями можна за подібних температурних умов лише для культури люцерна. Для інших культур потрібно проводити індивідуальні дослідження. Модернізацією даних досліджень може бути

явище проведення безперервного досліду визначення вологості сіна під час сушіння, тобто проводити нічні дослідження.

3.6 Висновки до розділу 3

1. Для підтвердження ефективності роботи запропонованої ротаційної косарки проведено лабораторно-польові дослідження, розроблено програму і методики, виконано та представлено опис обладнання, яке застосовувалось, приведені характеристики приладів.

2. При проведенні лабораторних досліджень використовувалось стандартне та власне сконструйоване і виготовлене обладнання та інструмент.

4 МЕТОДИКА БАГАТОФАКТОРНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Методика проведення три факторного експерименту

Проаналізувавши процес роботи експериментальної установки зіштовхнулись з процесами на які впливають певні фактори. Оскільки їх кількість досить велика то вирішили дослідити вплив кількох з них на продуктивність виробництва сіна тобто на час сушіння.

Серед факторів, які впливають на час природного висихання люцерни можна виділити: температура навколишнього середовища, врожайність сіна та його початкова вологість.

Таким чином, проводили експеримент з застосуванням цих трьох фактрів. Змінювали їх рівні варіювання у певних реальних межах і проводили дослідження на експериментальній установці виконана за схемою (рис. 3.3).

Щоб відбулось переведення отриманих результатів у безрозмірні величини проіюдили їх кодування а зв'язок з натуральними величинами встановлювався залежностями:

$$x_1 = \frac{T - T_0}{\varepsilon_1}, \quad x_2 = \frac{H - H_0}{\varepsilon_2}, \quad x_3 = \frac{W - W_0}{\varepsilon_3}, \quad (4.1)$$

де T_0, W_0, H_0 – значення досліджуваних факторів;

$\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$ – інтервали варіювання.

Для три факторного дослідження повне квадратне рівняння має вид:

$$\begin{aligned} \bar{y} = & b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2 + \\ & + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3. \end{aligned} \quad (4.2)$$

Коефіцієнти регресії визначають за наступними формулами:

$$b_0 = \frac{1}{n_0} \sum_{u=1}^{n_0} y_{0u}, \quad (4.3)$$

$$b_j = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^n x_{ji} y_i, \quad (4.4)$$

$$b_{jr} = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^n x_{ji} x_{ri} y_i, \quad (4.5)$$

$$b_{jj} = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^n x_{ji}^2 y_i - \frac{1}{16} \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n x_{ji}^2 y_i + \frac{1}{2n_0} \sum_{u=1}^{n_0} y_{0u}, \quad (4.6)$$

де u – порядковий номер дослідження;

n_0 – кількість дослідів;

r, j – номери фактора;

p – загальна кількість факторів;

i – номер дослідів;

n – загальна кількість дослідів;

y_i – значення функції відгуку в i -му досліді;

x_{ji}, x_{ri} – кодовані значення j -го чи r -го фактора в i -му досліді;

y_{0u} – значення функції відгуку в u -му досліді в центрі плану.

Величину даного критерію Кохрена:

$$G^{розр} = \frac{S_{y_{i,max}}^2}{\sum_{i=1}^n S_{y_i}^2}, \quad (4.7)$$

де $S_{y_{i,max}}^2$ – найбільша із дисперсій.

$S_{y_i}^2$ – значення дисперсії, що характеризує хаотичність результатів в i -му досліді.

$$S_{y_i}^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{g=1}^m (y_{ig} - \bar{y}_i)^2, \quad (4.8)$$

де m – кількість повторностей;

g – номер повторності;

y_{ig} – результат g -ї повторності i -го досліді;

$\bar{y}_i$ – середнє значення усіх повторностей i -го досліді.

Дисперсію відтворюваності експерименту визначали за результатами дослідів в центрі плану. Розраховані коефіцієнти, які мали незначні значення вважали незначущими та нехтували ними.

4.2. Результати дослідження

Обробка даних експерименту, здійснювалась за допомогою програми Mathcad 18. Правильність підбору дисперсій звіряли за критерієм Кохрена і перевіряли на відтворюваність. Оскільки $G^{розр} = 0,313 < G^{табл}(0,05; 15; 2) = 0,335$ то процес відтворюється і може використовуватись.

Після підстановки кодових значень досліджуваних і шуканих параметрів рівняння регресії набуло вигляду:

$$y=1,651+0,41x_1-5,3x_2-2,049x_3-0,31x_1^2-0,068x_2^2+0,053x_3^2+0,08x_1x_2+0,166x_1x_3+0,005x_2x_3 \quad (4.9)$$

Перевірку адекватності даного рівняння виконували за критерієм Фішера. Розрахункове значення якого при дисперсії неадекватності $S_{\text{неад}}^2=3,102$ і дисперсії відтворюваності досліду $S_y^2=0,028$ становило $F^{\text{розр}}=2,189$, а табличне $F^{\text{табл}}(0,05; f_2; f_1)=19,38$,

де $f_2=7$ – число ступенів вільності дисперсії неадекватності;

$f_1=2$ – число ступенів вільності дисперсії відтворюваності досліду.

З залежності, $F^{\text{розр}}=2,189 < F^{\text{табл}}(0,05; f_2; f_1)=19,38$, встановлено, що гіпотеза адекватності підтверджується.

Остаточне рівняння набуло вигляду:

$$t=1,651+0,41T-5,31H-2,049W-0,31T^2-0,068H^2+0,053W^2+0,08TH+0,166TW+0,005HW \quad (5.25)$$

де T – температура навколишнього середовища, °C

H – врожайність, т/га;

W – вологість матеріалу після скошування, мм.

За даним рівнянням отримали поверхні відгуку (рис. 4.1).

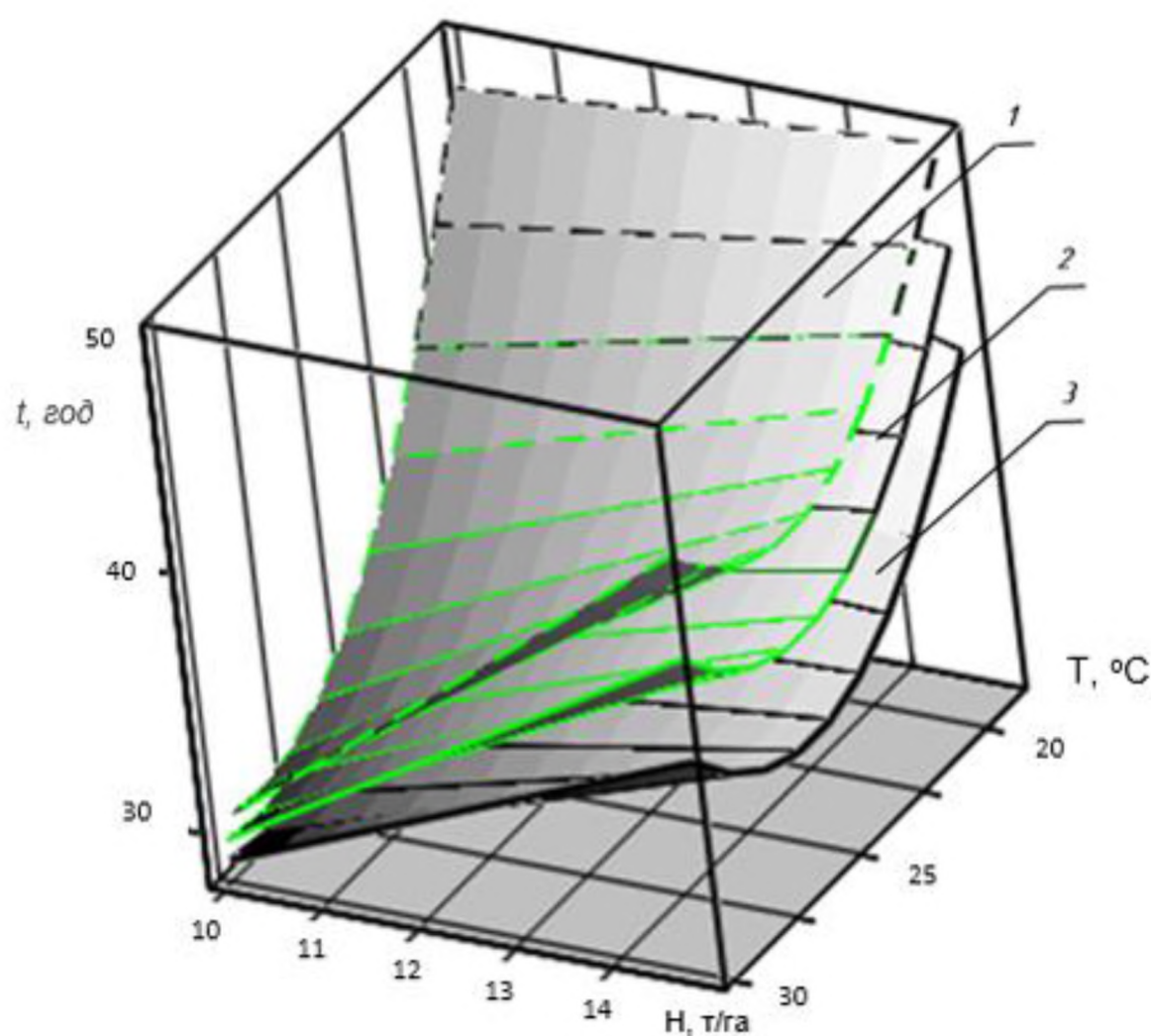


Рисунок 4.1 – Залежність часу сушіння t від температури навколишнього середовища T та врожайності H , за початкової вологості скошеної маси:

1 – $W=70\%$; 2 – $W=60\%$; 3 – $W=50\%$

4.3 Висновки до розділу 4

За результатами розрахунків побудована поверхня відгуку показує, що із збільшення температури навколишнього середовища час висихання значно

зменшується, в той час із збільшенням продуктивності трави він дещо зростає незалежно від того, яка вологість початкового матеріалу.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. У дослідженнях представлено аналіз джерел на темау процес підготовки трави на сіно та машини, які забезпечують ефективність підготовки трави після скошування .

2. Шляхом проведення теоретичних обґрунтувань, які полягають у розширенні функціональних косарки, а саме за одну операцію і прохід провести три операції тобто скошуванні плющення і розпушення валків.

3. При проведенні лабораторних досліджень розробили дослідну установку та провели експеримент. Проказники, які отримані при дослідженні ефективно впливають на процес пришвидшення висихання сіна.

4 Проведені експериментальні дослідження за методикою багатофакторного експерименту стверджують, що із збільшення температури навколишнього середовища час висихання значно зменшується, в той час із збільшенням продуктивності трави він дещо зростає незалежно від того, яка вологість початкового матеріалу.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Войтюк Д. Г., Гаврилюк Т. Р. Сільськогосподарські машини – К.: Урожай, 1988. – 448 с.
2. Гречкосій О. М. та ін. Довідник сільського інженера – И.: Урожай, 1988. – 360 с.
3. Джигирей В.С., Житецький В.Ц. Безпека життєдіяльності. – Львів: Афіша, 2000. – 253 с.
4. Дипломне проектування. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту для студентів спеціальності «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва» (7.090215) машинобудівного факультету денної та заочної форм навчання. / Хайліс Г.А., Цизь І.Є., Сацюк В.В., Кірчук Р.В. – Луцьк: ЛДТУ, 2007. -60 с.
5. Ільченко В. Ю., Нагірний Ю. П. Машиновикористання в землеробстві – К.: Урожай, 1996. – 382 с.
6. Кияк Г. С. Рослинництво – К.: Вища школа, 1982. – 399 с.
7. Агулов, І. І. Довідник по технічному обслуговуванню сільськогосподарських машин / І. І. Агулов, Л. Ф. Вознюк, О. В. Левчій. – К.: Урожай, 1989. – 252 с.
8. Бондаренко, М. Г. Комплектування і використання машинно-тракторного парку в рослинництві : підруч. для студ. вузів / М. Г. Бондаренко, В. А. Демещук. – К. : Вищ. шк., 1995. – 237 с.
9. Войтюк, Д. Г. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку : навч. посіб. / Д. Г. Войтюк, С. С. Яцун, М. Я. Довжик ; за ред. Д. Г. Войтюка. – Суми : Унів. кн., 2008. – 543 с.

10. Гевко, Р. Б. Машини сільськогосподарського виробництва : навч. посіб. для студ. вузів / Р. Б. Гевко, І. Г. Ткаченко, І. І. Павх ; М-во освіти і науки України, Терноп. акад. нар. госп-ва. – Тернопіль, 2002. – 251 с.

11. Данильченко, М. Г. Сільськогосподарські машини : підручник / М. Г. Данильченко ; Терноп. АНГ. – Т : Екон. думка, 2001. – 272 с.

12. Заїка, П. М. Теорія сільськогосподарських машин : навч. посіб. Для вузів. Т. 2. Ч. 1. Машини для заготівлі кормів / П. М. Заїка – Х. : Око, 2003. – 360 с.

13. Зінченко О.І. Рослинництво: Підручник / О.І. Зінченко, В.Н. Салатенко, М. А. Білоножко; За ред. О. І. Зінченка. - К.: Аграрна освіта, 2001. - 591 с.

14. Кобець, А. С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин : навч. посіб. / А. С. Кобець ; ред. А. С. Кошик. – Дніпропетровськ : ДДАУ, 1999.

15. Киркач Н.Ф., Баласанян Р.А. Розрахунок і проектування деталей машин, ч.1 -2-е вид., перероб. и доп. -Х.:Вища шк. Вид-во при Харківському університеті, 1987. -136 с.

16. . Методи і принципи проектування сільськогосподарських машин і агрегатів : навч. посіб. / К. І. Шмат, П. В. Сисолін, О. Є. Самарін [та ін.]; М-во освіти і науки України, Херсон. держ. техн. ун-т. – Херсон : Олді-плюс, 2004. – 176 с.

17. Міцність та надійність машин : навч. посіб. для викл. і студ. вищ. навч. закладів / О. С. Грінченко, В. В. Карабін, В. Я. Анілович [та ін.] ; за ред. В. Я. Анілович. – К. : Урожай, 1996. – 283, [3] с.

18. Павлище, В. Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: підручник / В. Т. Павлище ; Мін. освіти і науки України. – 2-е вид.

19. Підвищення якості роботи сільськогосподарської техніки / М.С. Хоменко, Ю. Г. Вожик, В. Г. Герасимчик [та ін.] ; за ред. М. С.

20. Робочі процеси і розрахунок сільськогосподарських машин : навч. посіб. / К. І. Шмат, П. В. Сисолін, В. В. Карманов, Г. І. Іванов ; Херсон. держ. техн. ун-т. – Херсон : Олді-плюс, 2004. – 308 с.

21. Форнальчик Є. Ю. Охорона праці в сільському господарстві.: навчальний посібник. – Суми / Є.Ю. Форнальчика: ВТД «Університетська книга», 2007.-456 с

ДОДАТКИ

Звіт подібності

метадані

Заголовок

Ляшенко Є.О_208_2024

Автор

Ляшенко Є.О.

Науковий керівник / Експерт

підрозділ

Lutsk National Technical University

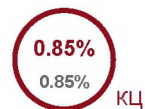
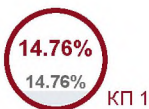
Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв	Б	6
Інтервали	A→	0
Мікропробіли	:	0
Білі знаки	Б	0
Парафрази (SmartMarks)	a	41

Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.



25

Довжина фрази для коефіцієнта подібності 2

5731

Кількість слів

44316

Кількість символів

Подібності за списком джерел

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Колір тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

10 найдовших фраз

Колір тексту

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)	
1	Новосад _П_В_208_2024 12/11/2024 Lutsk National Technical University (Lutsk National Technical University)	112	1.95 %
2	Новосад _П_В_208_2024 12/11/2024 Lutsk National Technical University (Lutsk National Technical University)	68	1.19 %
3	https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/41938/1/dyplom_Mykhalkiv_A_2023.pdf	45	0.79 %

4	Пархомчук_208_2024 12/18/2024 Lutsk National Technical University (Lutsk National Technical University)	44	0.77 %
5	Пархомчук_208_2024 12/18/2024 Lutsk National Technical University (Lutsk National Technical University)	43	0.75 %
6	http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/5435/11/dis_Homych.pdf	40	0.70 %
7	https://revolution.allbest.ru/agriculture/00594716_0.html	38	0.66 %
8	Berezitskyi Mykola Volodymyrovych.doc 12/9/2019 Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University (кафедра автомобілів)	31	0.54 %
9	https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/41938/1/dyplom_Mykhalkiv_A_2023.pdf	30	0.52 %
10	https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/41938/1/dyplom_Mykhalkiv_A_2023.pdf	21	0.37 %
з домашньої бази даних (7.31 %)			
ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)	
1	Новосад _П_В_208_2024 12/11/2024 Lutsk National Technical University (Lutsk National Technical University)	225 (7)	3.93 %
2	Пархомчук_208_2024 12/18/2024 Lutsk National Technical University (Lutsk National Technical University)	178 (10)	3.11 %
3	Хомич_208_2024 11/28/2024 Lutsk National Technical University (Lutsk National Technical University)	16 (2)	0.28 %
з програми обміну базами даних (0.84 %)			
ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)	
1	Berezitskyi Mykola Volodymyrovych.doc 12/9/2019 Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University (кафедра автомобілів)	37 (2)	0.65 %
2	Обґрунтування параметрів технологічного процесу заготівлі кормів із трав та робочого органу косарки КПРН-3,0 12/22/2016 Lviv National Agrarian University (LNAU) ((MEX) Кафедра Сільськогосподарських машин)	11 (2)	0.19 %
з Інтернету (6.61 %)			
ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ДЖЕРЕЛО URL	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)	
1	https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/41938/1/dyplom_Mykhalkiv_A_2023.pdf	164 (10)	2.86 %
2	http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/5435/11/dis_Homych.pdf	141 (12)	2.46 %
3	https://revolution.allbest.ru/agriculture/00594716_0.html	38 (1)	0.66 %
4	https://ua-referat.com/%D0%9A%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%B8_%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B8	36 (2)	0.63 %

Список принятых фрагментів (немає принятих фрагментів)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗМІСТ	КІЛЬКІСТЬ ОДНАКОВИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
------------------	-------	---------------------------------------