

Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет
Факультет аграрної інженерії та екології
Кафедра аграрної інженерії імені професора Г.А. Хайліса

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»**

на тему:
**«УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИГОТУВАННЯ
СІНАЖУ З МОДЕРНІЗАЦІЄЮ УЩІЛЬНЮВАЧА
ПОДРІБНЕНОЇ МАСИ»**

спеціальності 208 Агроінженерія
(шифр і назва спеціальності)
освітня програма «Агроінженерія»
(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи АІз- 41
ДОВЖИК Олександр Сергійович

(підпис)

Керівник: к.т.н., доцент
ХОМИЧ Сергій Миколайович

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«__» _____ 20__ р.
Гарант освітньої програми:
к.т.н., професор
КІРЧУК Руслан Васильович

(підпис)

Луцьк 2025

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет	<u>аграрних технологій та екології</u>
Кафедра	<u>аграрної інженерії ім. проф. Г.А.Хайліса</u>
Ступінь вищої освіти	<u>бакалавр</u>
Галузь знань	<u>20 Аграрні науки та продовольство</u>
Спеціальність	<u>208 Агроінженерія</u>
Освітня програма	<u>Агроінженерія</u>

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри аграрної інженерії
імені професора Г.А. Хайліса
доц., к.т.н. ХОМИЧ Сергій
Миколайович _____

“ _____ ” _____ 202_ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Довжиску Олександр Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Удосконалення технології приготування
сінажу з модернізацією ущільнювача
подрібненої маси

Керівник роботи: Хомич Сергій Миколайович, доцент, к.т.н.

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

затверджена наказом ЛНТУ від “17” січня 2025 р. № 33/01-07

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи
« _____ » _____ 202_ р.

3. Вихідні дані до роботи _____

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

1. Титульний аркуш .
2. Завдання на роботу бакалавра.
3. Анотація.
4. Зміст.
5. Вступ.
6. Основну частину.
7. Загальні висновки.
8. Перелік джерел посилань.

Додатки

5. Перелік графічного матеріалу:

	к-сть листів
1. Схема удосконаленої технології	- 1 лист
2. Функціональна (принципова) схема машини	- 1 лист
3. Організація робіт або операційно-технологічна карта	- 1 лист
4. Складальне креслення розроблюваного вузла	- 1 лист
5. Робочі креслення деталей	- 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 «__» _____ 202_ р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Ознайомлення з матеріалами і літературою	08.04 – 11.04.2025 р.	
2	Формування вихідних даних, мети та завдання виконання кваліфікаційної роботи	12.04 – 18.04.2025 р.	
3	Розробка рекомендації з покращення (удосконалення) технології	19.04 – 25.04.2025 р.	
4	Розрахунки параметрів машини і вузла, які проектуються	26.04 – 01.05.2025 р.	
5	Розробка функціональної (кінематичної) і принципової схем машини	02.05 – 08.05.2025 р.	
6	Розробка конструкції вузла і його деталей	09.05 – 15.05.2025 р.	
7	Розробка питань охорони праці та довкілля	16.05 – 22.05.2025 р.	
8	Оформлення пояснюючої записки	23.05 – 29.05.2025 р.	
9	Нормоконтроль	30.05 – 03.06.2025 р.	
10	Представлення кваліфікаційної роботи на перевірку на плагіат	до 10.06.2025 р.	

Здобувач вищої освіти _____

(підпис)

Довжик Олександр Сергійович

(прізвище та ініціали)

Керівник
кваліфікаційної роботи _____

(підпис)

Хомич Сергій Миколайович

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Сторінок – , малюнків – , таблиць – , джерел – , додатків – .

СІНАЖ, КОТОК, ВУЗОЛ, ПІДШИПНИК КОРПУС, ТРАКТОР, УЩІЛЬНЕННЯ, ВІСЬ, ТЕХНОЛОГІЯ

У змісті пояснювальної записки приведена документація на удосконалення технології заготівлі сінажу з модернізацією трамбувального котка, який агрегується з трактором класу тяги 3,0 кН.

Використовуючи вихідні данні, в роботі розроблено вихідні вимоги на удосконалення технології перевантажування, сформульовано вимоги технічного завдання, визначені вихідні дані для проектування, проведено обґрунтування параметрів, побудована функціональна схема машини та обґрунтовані кінематична і принципова. Також розроблено конструкції збірних одиниць і деталей трамбувального котка.

Пояснювальна записка містить відомості про призначення та принцип роботи машини, відомості про технологічний процеси заготівлі силосу та властивості технологічного матеріалу.

Наведені основні відмінності модернізованої машини у відповідності до машин аналогу.

Розглянуто питання організації робіт з використанням причіпного котка а також його експлуатаційні характеристики. Подані висновки та рекомендації з експлуатації та обслуговування.

					<i>КАІ.УПМ.00.00.0000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Ущільнювач подрібненої маси</i>	<i>Літера</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розробив</i>	<i>Добжик</i>					<i>Б</i>	<i>3</i>	
<i>Перевір.</i>	<i>Хамич</i>					<i>ЛНТУ, каф. АІ ім. проф. Г.А.Хайіса</i>		
<i>Т.канц.</i>						<i>ст. гр. АІ-41</i>		
<i>Н. канц.</i>	<i>Юхимчук</i>							
<i>Затверд.</i>	<i>Хамич</i>							

ЗМІСТ

Завдання.....	2
Реферат.....	3
Зміст.....	4
Анотація	6
Вступ	8
1 Оглядова частина.....	10
1.1 Аналіз сучасних технологій в яких застосовується машина.....	10
1.2 Особливості технологічного процесу заготівлі силосу.....	13
1.3 Особливості оброблюваного матеріалу.....	16
1.4 Вихідні дані мета та завдання.....	19
2 Рекомендації з покращення (удосконалення) технології.....	21
2.1 Обґрунтування до комплектування машини.....	21
2.1.1 Обґрунтування функціональної схеми	21
2.1.2 Опис кінематичної схеми.....	23
2.1.3 Розробка принципової схеми.....	24
3 Проектна частина.....	27
3.1 Аналіз конструкцій машин-аналогів.....	27
3.2 Обґрунтування конструкції вузла.....	30
3.3 Розрахунок параметрів робочого органу.....	31
3.3.1 Конструктивний розрахунок котка	31
3.3.2 Кінематичний розрахунок.....	32
3.3.3 Визначення продуктивності і кількості транспортних засобів...	35
4 Охорона праці та довкілля.....	37
4.1 Вимоги до техніки безпеки при експлуатації.....	37
4.2 Аналіз об'єкту проектування з позиції його безпеки.....	37
4.3 Правила безпечного проведення робіт із використанням котка.....	39

					<i>A1.4.UM.00.00.0000 ПЗ</i>	Арк. 4
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

4.4 Технічне обслуговування трамбувального котка	40
Загальні висновки	42
Перелік джерел посилань	43
Додатки	45

АНОТАЦІЯ

У випускній роботі бакалавра висвітлюється сучасний стан і перспективи розвитку галузі тваринництва за рахунок високоефективного приготування соковитих кормів.

Згідно завдання та досліджуваної тематики проведено огляд матеріалу, який містить опис технології приготування соковитого корму тварин, а саме сінажу, проведено опис базового обладнання, та характеристики засобу агрегування, проаналізовано новітні технології, які забезпечують підвищення якості виготовлення сінажу під час його заготівлі.

Для виробництва конструкторської документації представлено обґрунтування структурної, функціональної, кінематичної та принципової схем та представлено їх зображення.

Виконано розрахунок параметрів ущільнювача подрібненої маси та його робочих органів на основі положень вищої математики, теоретичної механіки, теорії механізмів і машин, деталей машин.

Виконано креслення розроблюваного вузла а саме підшипникової опори, представлено конструкції складальних одиниць та деталей.

У третьому розділі розглянуто питання рекомендацій з експлуатації машини, заходів з організації робіт показників технічного обслуговування. Висвітлені рекомендації послідовності і переліку операцій з підготовки машини до роботи та налагодження робочих органів.

В кінці роботи подані висновки, перелік джерел посилань, специфікації та додатки.

					<i>А1УПМ.00.00.0000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		6

ANNOTATION

The bachelor's thesis highlights the current state and prospects for the development of the livestock industry through highly efficient preparation of succulent feeds

According to the task and the researched subject the review material containing the description of technology of preparation of a forage of animals - a silage, the description of the basic equipment, and characteristics of means of aggregation is carried out, the newest technologies which provide increase of quality of a silage in the course of its preparation are analyzed. The first section presents the initial data, purpose and objectives of the bachelor's thesis.

For the production of design documentation, the substantiation of structural, functional, kinematic and basic schemes is presented and their images are presented.

The calculation of the parameters of the ramming roller and its working bodies is performed on the basis of the provisions of higher mathematics, theoretical mechanics, the theory of mechanisms and machines, machine parts.

The drawing of the developed unit is made, namely the bearing support, the constructions of assembly units and details are presented.

In the third section the questions of recommendations on operation of the car, measures for the organization of works of indicators of maintenance are considered. Recommendations of sequence and the list of operations on preparation of the car for work and adjustment of working bodies are covered.

At the end of the work are the conclusions, a list of reference sources, specifications and appendices.

					ALYNM.00.00.0000 ПЗ	Авр.
Эм.	Лист	№ докум.	Подпис	Дата		7

ВСТУП

Основним завданням в галузі сільського господарства є забезпечення населення продуктами харчування. Найбільший показник повинен припадати на тваринницький сектор, оскільки вихідні його продукти є найважливіші. Для отримання максимальної кількості якісної продукції тваринництва, залежно від рівня його введення необхідно комплексно підходити до питання. Оскільки галузь сільського господарства всередині сама себе забезпечує також продуктами харчування.

Найбільшої віддачі досягають в тих господарствах де тваринництво ведеться на науковій основі, а обіг вирощування худоби і виробництва продукції забезпечується самим господарством. Тоді і функціонує рентабельне господарювання. Досвід передових господарств показує що при створенні належної кормової бази і механізованому способи підготовки і роздачі кормів тваринництво є завжди високорентабельним.

Відомо, що 25...30% енергії кормів виробляється і переробляється іншими промисловостями. Але необхідно спиратись на власне виробництва оскільки закупівельні продукції кормів можуть по собівартості перевищувати пропозиції тваринництва. Всім відомо, що правильне і якісне виробництво корму зберігає смакові якості та їх поживну цінність. Тому, при заготівлі їх потрібно якомога краще зберегти.

Розробка технології виробництва кормів залежить від багатьох факторів і вимагає відповідних знань і досвіду, окрім того потребує модернізації техніки.

					А/УПМ.00.00.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		8

В випускній роботі з урахуванням основних факторів і завдання на проектування, представлено удосконалену технологію виробництва корму для тварин, а саме соковитого сінажу та проведені розрахунки знаряддя, яке проводить трамбування матеріалу – ущільнюючого котка. Також в роботі проведено обґрунтування продуктивності МТА, визначено основні параметри знаряддя, запропоновано рекомендації з експлуатації та технічного обслуговування.

					<i>АІУПМ.00.00.0000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>9</i>

1 ОГЛЯДОВА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз сучасних технологій в яких застосовується машина

Оскільки машина застосовується у технології заготівлі кормів зокрема сінажу, та виконує передостанню операцію – трамбування, то зупинимось на описі загальної технологія заготівлі та його зберігання силосу. Процес трамбування проходить з одночасним грубошаровим та тонкошаровим розрівнювання за рахунок чого застосовують один енергетичний засіб та два знаряддя. Це так званий ущільнювач подрібненої маси (коток) відповідно ковш та грабельна планка. Остання змонтована на рамі котка.

Дана технологія передбачає проведення наступних операцій: скошування (без пров'ялювання або з); подрібнення, використовуючи МТА; навантажування; перевезення; закладання у сховища; рівномірне вирівнювання; трамбування; щільне укріття для герметизації; зберігання та догляд.

Схема виконання технологічного процесу зображена на (рис 1.1).

Коротко опишем кожну з них. Якщо технологічний процес передбачає пров'ялювання трави то відбувається скошування зеленої маси та витримка її протягом 2-3 днів у покосах на полі. У разі виконання технологічного процесу без прив'ялювання відбувається зразу подрібнення, яке сприяє розвитку якісних бактерій і прискоренню виділення цукру з рослинних клітин.

					<i>АІУПМ.00.00.0000 ПЗ</i>	<i>Док.</i>
						<i>10</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

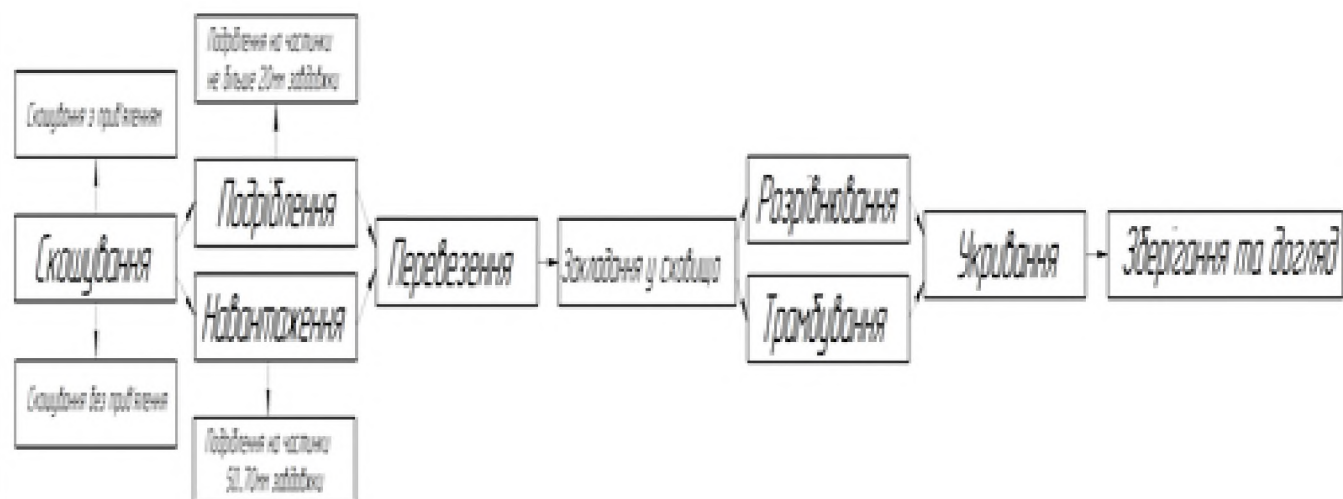


Рисунок 1.1 Технологія заготівлі сінажу.

При вологості рослинної маси 60-70% її подрібнюють на частки до 2 см в еквівалентному розмірі (відповідно довжини стеблестою), а при 70-80% на 5-7см, при 80-85% – 8-10 см, а при вологості більше 85% – 10-12 см. Також розмір частинок в певній мірі залежить від призначення згодовування, у відповідності до тварин які будуть його споживати. Так наприклад сінаж для молодняка телят та дорослих коней буде суттєво відрізнятись у розмірах частинок.

За рахунок подрібнення відбувається зберігання поживних речовин у зеленій масі зменшуються втрати соку, та проходить краще трамбування. Відповідно збільшується енергетична цінність та сінажу краще поїдається тваринами.

Заготівля не можлива без виконання додаткових операцій таких завантаження у транспортний засіб та транспортування матеріалу до складських ям, а також вивантаження тобто закладання у дані сховища. Дана операція виконуються за допомогою вантажних автомобілів з

нарощеними бортами або за допомогою МТА оснащеним нпівпричепом чи причепом.

Наступна операція це розрівнювання з одночасним трамбуванням. Ці операції поєднані та виконуються одним і тим же трактором, це економить затрати та енергію. Рівномірність розподілення корму по всій площині ями є обов'язковою операцією, за рахунок неї відбувається і рівномірне трамбування.

Процес ущільнення маси є обов'язковий, тому що відбувається витіснення повітря із силосованої маси та відбувається так званий холодний спосіб силосування.

За температуро утворенням постійно слідкують. Приблизна температура маси не повинна перевищувати (+35...38°C). Даний спосіб заготівлі унеможливорює загнивання корму і призначений для згодовування худобою передпасовищний період.

Якщо масу не ущільнювати то температура підвищиться до +50...80°C, це не є критичною помилкою відповідно спосіб силосування називається гарячим.

При такому способі заготівлі сінажу можливість його до скормлювання проходить вже після двох місяців після утилізації, ймовірність його до загнивання дещо підвищена, тому його необхідно скормлювати першочергово у пізній осінній період, або тваринам які перебувають на стійлі у літній та осінній період. Холодний спосіб дає позитивні результати збереження і високу калорійність корму, а гарячий спосіб дає дещо гірші результати оскільки калорійність та перетравність поживних речовин знижується на 20...30%.

					<i>АІУПМ.00.00.0000 ПЗ</i>	Аск.
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		12

Сінаж, отриманий за таких умов приготування, має бурочоричневий колір і запах свіжого житнього хліба, він добре поїдається тваринами.

Для дуже перегрітого силосу властиві умови різкого зниження молочної кислоти а підвищення майже вдвічі оцтової тому його називають солодким. Пришвидшене самозігрівання викликає втрату близько 30-ти % крохмалю, 75-ти % цукрів, 25-ти % каротину і більше ніж удвічі сирого жиру також зростає концентрація аміаку до 20...35% від загального вмісту азоту.

Отже, холодний спосіб заготівлі сінажу є одним із основних заходів, який забезпечує отримання якісного корму з мінімальними втратами біологічно активних і поживних речовин. Тому необхідність у триманні під час приготування силосу є однією з найважливіших операцій.

Також досить важливою умовою унеможливлення втрат поживних речовин є швидкість завантаження силосних ям. Звичайно ями виконуються для багаторічного використання тому необхідно розрахувати їх параметри для утримки тварин, а також використовувати підібрані посівні площі для 100%-го заповнення.

Останній процес заготівлі це герметичне укривання ями на довготривале чи короткотривале зберігання. Герметизація маси є обов'язковою умовою отримання якісного корму. Догляд за кормом відбувається протягом усього терміну використання, а перевірка придатності і якості силосу виконує завідуючий зоофермою, у лабораторії два рази на тиждень.

					<i>ALUPM.00.00.0000 ПЗ</i>	Арх.
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		13

1.2 Особливості технологічного процесу заготівлі сінажу

Комплексні рішення процесу приготування якісного та поживного тваринного корму, та продуктів з яких його формують залежать від правильності виконання технологічних операцій з застосуванням раціонально підібраних знарядь.

Оскільки розроблювана машина приймає участь у технологічному процесі заготівлі сінажу, а саме трамбування і ущільненні його, то пропонуємо використовувати важкі модернізовані котки для підвищення ефективності виконання операції.

Процес трамбування досить відповідальний і важливий, від нього залежить якість корму, тому потребує підвищеної уваги. За параметрами складності трамбування є не складною операцією, відповідно не потребує складної конструкції машини.

Проектована машина призначена для рівномірного і безперервного ущільнення подрібненої трав'яної маси на сінаж по площині заготівельно-зберігаючої силосної ями.

Машина містить вантажонесучий циліндричний робочий орган розмішений на опорній осі та приєднаний до навіски трактора за допомогою зчпної рами з петлею.

Машина може ущільнювати всі види подрібнених трав'яних матеріалів (багаторічні трави, вика, люцерна, зелена маса злаків, кукурудзи, соняшнику, бобових, амарану, диких трав, топінасбуру, кропиви, бур'янів у ранній стиглості, гички буряків та ріпи тощо), які заготовляються як корм для тварин.

Агрегатується машини – з трактором класу тяги 3,0 кН, загальна вага 4200кг.

					<i>АЛУПМ.00.00.0000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		14

Ущільнювач подрібнених частинок бере участь у технологічному процесі який предсталений на (рис. 1.1).

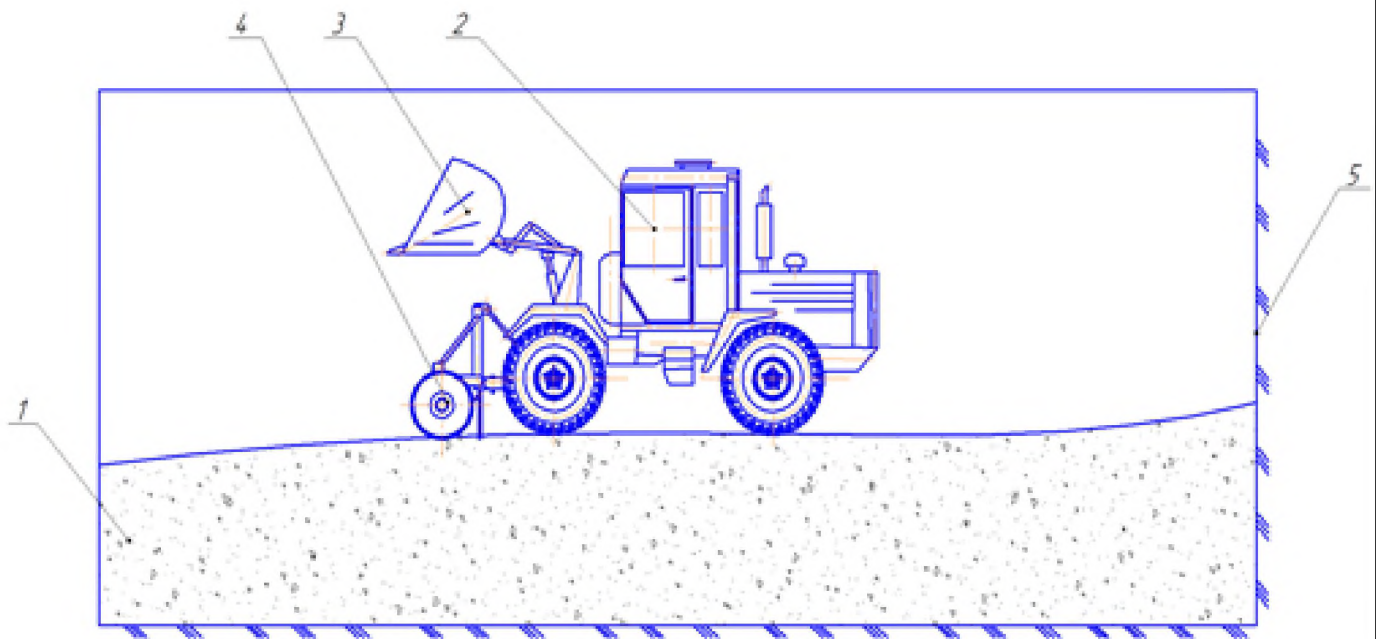


Рисунок 1.1 – Технологічний процес розрівнювання і трамбування сінажу: 1 – розрівнений і утрамбований в ямі сінаж; 2 – трактор ХТЗ Т-156 БЭ-Э; 3 – ковш 2 м³; 4 – трамбувальний коток

Технологія заготівлі сінажного корму для тварин з використанням трамбувального котка є швидшою та ефективною. Процес ущільнення проходить впродовж всього часу заповнення силосної ями безперервно. Приблизний час заповнення ями не більше трьох днів. Завантаження ями проходить постійно оскільки для цього використовують якомога більше техніки. Яма як правило прямокутна з відкритою однією меншою стороною, для початкового заїзду. Згодом при заповненні ями до половини цю сторони закривають плитами та присипають ґрунтом. При завантаженні ями трактор який проводить трамбування розрівнює силос та

переміщується по всій площині ями рухаючись вперед і назад та трамбуєчи силос. Звісно з врахуванням ваги трактора цей процес пришвидчується, та вселдно крайні частини можуть бути погано втрамбовані, тому МТА постійно проводить розвороти для зміни напрямку руху та кращого ущільнення країв ями.

Оператор з кабіни МТА візуально повинен постійно чи періодично контролювати роботу машини.

Після повздожнього трамбування потрібно виконати розворот і переміщуватися аналогічно. Після заповнення сінажу в ямі на 30...40 см по площині цикл повторювати знову.

1.3 Особливості оброблюваного матеріалу

Оскільки розроблювана машина може трамбувати сінаж та силос з будь яких трав, злакових та сумішей, фацелія, люцерна, конюшина, кормові трави та тимофійка то проведемо аналіз властивостей для цих культур.

Початкова операція вирощування трави на зелений корм це її посів. Як правило для цього використовують менш родючі землі, оскільки у спекотний період там може вирости несприятливий врожай.

Якщо вирощування проводити на ґрунтах з достатньою літньою вологою то можна висівати високопродуктивні трави з нормою мою висіву 35-35 кг/га.

Також щоб підвищити поживну цінність маси, траву висівають разом з бобовими це можуть бути соєві, люпин та кормові боби. Догляд за посівами виконують такий же як і для звичайних культур, підживлюють та оприскують від шкідників.

					<i>ALUPM.00.00.0000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ Взам.	Підпис	Дата		16

Збирання проводять у фазі початку колосінні або виходу трави у трубочку, тому що саме тоді в рослині накопичується найбільше цукристих речовин, протеїну та білка, бобові можна скошувати у період утворення бобовин.

Тривалість таких періодів досить незначний, а тому на великих площах посівів з врахуванням погодніх умов, необхідно розпочинати збирання у ранніх фазах і швидкому темпі. При цьому майже не відбудуться втрати сухої речовини вони становитимуть до 10%.

Енергетична кормова цінність сінажу залежить від співвідношення кількості листяна стеблі, його об'ємний профіль та стебел. Тут потрібно дотримуватись правил густини посіву, тому що у рідких посівах формуються та виростають товсті і грубі стебла, та маленькі листочки, це значно знижує якість силосу та його поживність.

Так як трави на сінаж можна вирощувати в суміші з зернобобовими культурами, це практикується як найкраща добавка а її енергія проростання завжди краща. За рахунок застосування зернобобових підвищується вміст протеїну в сінажній масі до майже вдвічі. Бобову культуру сіють через 2-3 тижні після сівби основного компоненту та з можливістю впоперек напрямку рядків.

Залежно від способу сівби норма висіву бобових відрізняється за рахунок ширини міжрядь може бути 14...16 кг/га може 50...60 кг/га, а може бути, і до 90 кг/га.

Зі строками збирання трав на сінаж не слід відтягувати та запізнюватись, через те що в запізнілі строки нижнє листя підсихає, а стебла набувають твердості і грубішають.

При фазі бутонізація в рослинах міститься якомога найбільше цукрових речовин, білків та вітамінів і найменше клітковини.

Також для отримання маси на приготування сінажу в нашій державі вирощують топін сояшник, у перемішку з тимофіївкою. Технологія посіву, догляду, вирощування та заготівлі на сінаж з трав та топін сояшника аналогічна технології вирощування трав з бобовими.

1.4 Вихідні дані мета та завдання.

Удосконалення технології заготівлі сінажу на корм тваринам з поглибленим вивченням його трамбування та модернізацією трамбувального котка, повинно відповідати вимогам технічного завдання. Для досконалого модернізації машини нам необхідно досягнути певних результатів і вирішити ряд задач.

Щоб вирішити кожен з них треба провести розрахунок конструктивних параметрів і підборі правильних режимів роботи МТА.

Достовірність розрахунку залежить від точності вихідних даних, які необхідно скомпонувати.

Для удосконалення технології приготування сінажного корму необхідно:

- провести аналіз сучасних технологічних процесів приготування сінажного корму, а також конструкцій трамбувальних машин-аналогів, і на цій основі розробити теоретичні передумови модернізації шляхом проектування і удосконалення опори кріплення трамбувального котка;
- засвоїти властивості матеріалу, що оброблюється;
- запропонувати схему удосконаленої технології на основі МТА;
- розробити і обґрунтувати схеми машини і конструкцію вузла;
- провести розрахунок параметрів опори кріплення трамбувального котка;

					<i>АЛУПМ.00.00.0000 ПЗ</i>	Арх.
						18
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- розробити і викреслити складальне креслення розроблюваного вузла та робочі креслення чотирьох його деталей (складальних одиниць);
- розглянути питання охорони праці та довкілля з застосуванням пропонованої технології;
- надати рекомендації для експлуатаційні.

					<i>А1УПМ.00.00.0000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>19</i>

2 РЕКОМЕНДАЦІ З ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ

2.1 Обґрунтування до комплектування машини

2.1.1 Обґрунтування функціональної схеми

Для побудови функціональної схеми нам необхідно розробити спочатку структурну та використати машини аналоги подібних котків. Для комплектування необхідно встановити взаємозв'язок між матеріалом який обробляється в нашому випадку це подрібнені стебла кукурудзи та робити органами тобто складальними одиницями машини. Також треба досконало володіти операціями технологічного процесу заготівлі корму, і привильно використати конструкції машин аналогів.

Оскільки машина призначена лише для трембування силосу то структурна схема машини матиме вигляд сукупних дій блоків котка з матеріалом де відбуватиметься процес роботи та безпосередньої взаємодії з матеріалом. Коток буде складатись з циліндричних блоків які забезпечуватимуть необхідну якість роботи.

Схему можна зробити застосовуючи наступну послідовність. Оскільки технологічний процес вимагає енергетичний засіб, а швидко привезений матеріал необхідно розрівнювати по площині ями то пропонуємо об'єднати ці два процеси в один з використанням однієї машини. За рахунок цього зменшиться кількість машин і підвищиться якість роботи.

Таким чином може бути запропоновано кілька функціональних схем, аналіз яких забезпечить вибір кращої.

При цьому враховується, що взаємне розташування робочих органів повинно забезпечувати надійність робочих процесів. Розміщення складових блоків котка на відстані один від одного буде призводити до потрапляння у зазор рослинних шматків, тому конструктивно встановимо чистики для виймання їх з зазору. При обертанні котка буде виконуватись очищення поверхні знаряддя.

					А14УПМ.00.00.0000 ПЗ	Арх.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		21

3 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

3.1 Аналіз конструкцій машин-аналогів

Щоб досконало володіти технологічних процесах розроблюваної машини, необхідно вивчити конструкцій машин-аналогів. Порівняти та співставити спільні елементи та проаналізувати позитивні і негативні показники. Відповідно більшу увагу звернути на недоліки запропонувати рекомендації їх усунення та реалізовувати задумане згідно плану.

Тому розглянемо машину аналог коток для силосу (Рис. 3.1).



Рисунок 3.1 Силосний коток

Робоча довжини машини може змінюватись від 2000 до 4900 мм. Вага агрегату змінна в залежності від довжини та від потужності машини з якою агрегується коток і змінюється від 1200 до 2700 кг. Є можливість доповнення конструкції додатковими розрівнювачами, які закріплюють по боках котка в залежності від ширин трамбувальної ями. Додаткові розрівнювачі можуть збільшувати та зменшувати ширину захвату за допомогою гідроциліндрів. Внутрішня частина котка заповнюється водою. На гладкій поверхні котка прикріплені дискові ножі для заглиблення в оброблюваний матеріал та кращого трамбування.

					A1.УПМ.00.00.0000 ПЗ	Арх.
Зм.	Лист	№ Взам.	Підпис	Дата		26

Недоліком аналогу є присутність додаткової гідросистеми, яка несе негативні наслідки у разі виходу з ладу, то заповнюваність водою, що призводить до швидкого ерозійного спрацювання матеріалу.

Розглянемо також зубчасто кільчастий коток (рис. 3.2) призначений для прикочування ґрунту перед посівом і після.



Рисунок 3.2 – Зубчасто - кільчастий коток

Знаряддя виконує подрібнення кірки ґунту та вирівнює зоране поле. Коток складається з окремих дисків з насічками по колу які кріпляться на валу та створюють батарею. Загалом він містить три таких батареї. Знаряддя агрегатують як окремо так і у комплексному обробітку ґрунту з дисками чи лушильниками [5].

Коток може працювати з вологим ґрунтом у відсотковому співвідношенні від 12 до 25%, твердість обробленого ґрунту склвдає приблизно 0,25...0,6 МПа.

Коток є причіпним з власними опорними колесами та гідросистемою регулювання робочого і транспортного положення. Рама виконана з суцільної квадратної труби.

Особливість даного котка є те що при переїздах з поля на поле за рахунок власних транспортних коліс можна швидко рухатись та транспортуватись на значні відстані.

Водоналивний прикочувальний коток КВГ-1,4 (рис. 3.3) призначений для ущільнення орного шару ґрунту до початку посіву та після посіву культур.



Рисунок 3.3 – Водоналивний коток

Найбільш застосовується для ущільнення з метою забезпечення підтягування вологи до поверхні. Прикочуються як посіви зернових злакових культур так і ріпи, гороху, моркву, буряків тощо [8].

Застосування перед посівом в основному буряків та моркви вони вирівнюють поверхню поля та ущільнюють рихлий ґрунт.

Коток складається з металевого циліндру закритого з торців діаметром 0,5 або 0,7 м и довжиною 1,4 м.

В циліндрі міститься заглушка у яку наливають воду. Об'єм води який поміщається приблизно 500л. Кількість води в циліндрі можна зрегулювати в залежності від потрібного тиску на ґрунт, який становить відт 23 до 60 Н на 1 см ширини захвату котка [6].

Остання заповнює порожнину циліндра і таким чином коток набирає ваги. До торців циліндра прикріплені пів осі , які в монтовані у підшипникові опори що з'єднані з рамою. За рахунок рами і зчіпної петлі коток агрегується з енергетичним засобом.

Для збільшення ширини захвату використовують зчіпку та кілька котків одночасно 3, 6, 9, в залежності наявності їх у господарстві та класу тяги трактора.

Також подібні за принципом роботи і призначенням кільчатошпорові котки для подрібнення грудок ґрунту, які складаються з окремих циліндричних секцій розміщених на валу (рис. 3.3). вони виконуються з шляхом виливання та кування з сірого чавуну і мають пустоту маточини.

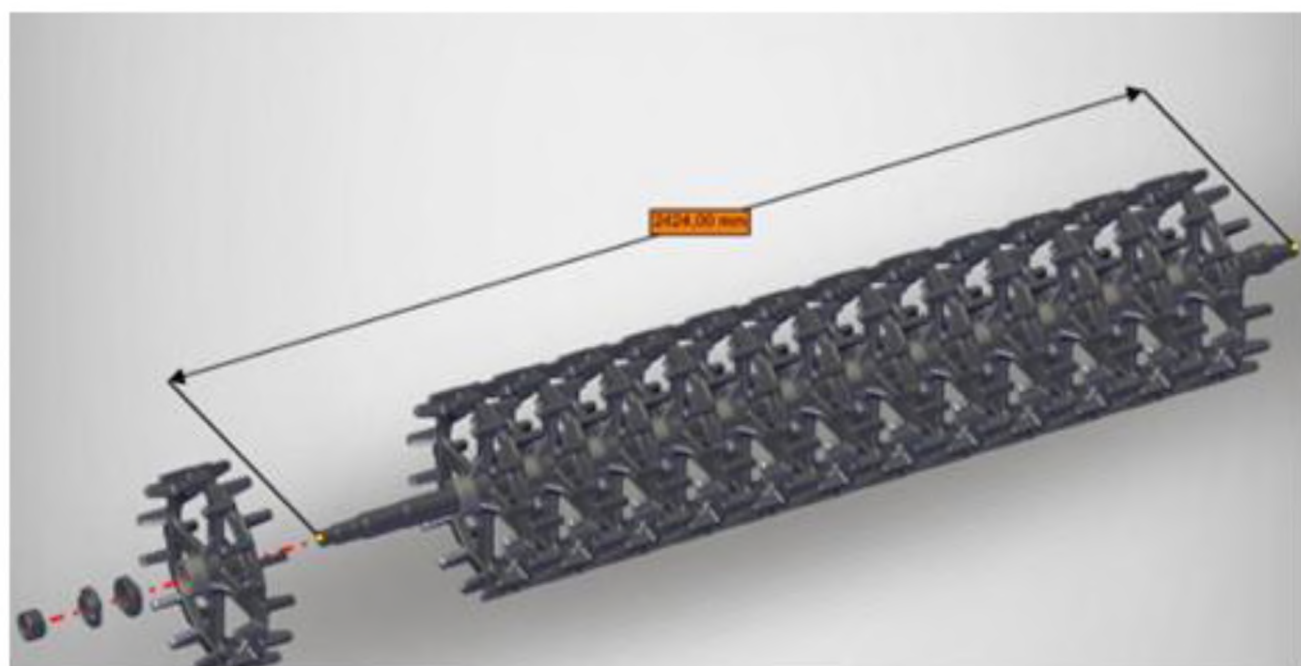


Рисунок 3.3 – Кільчато-шпоревий коток

Дані котки забезпечують задовільні результати та застосування їх для ущільнення силосу буде негативне оскільки подрібнені рослини будуть забивати циліндричну порожнину котка.

3.2 Обґрунтування конструкції вузла

З опрацьованого матеріалу конструкцій призначення та будови машин аналогів встановлено, що всі котки кріпляться в опорах та обертаються за рахунок взаємодії матеріалу з яким працює машина руху МТА.

Тому для надійності і довговічності роботи тарамбувального силосного котка пропонуємо застосувати секційні диски закріплені на валу, а точку обертання – підшипникову опору, яка розміщена на ньому. В свою чергу опору встановити не на периферії циліндричної батареї, а

всередині на рівноуднаковій відстані від центру вала. Це пояснюється тим, що навантаження яке сприймається валом буде рівномірно розподілене на три частини, та унеможливить прогин та поломку валу.

Розроблювальний вузол це дві підшипникові опори, які забезпечують обертання батареї котка та кріплять зчіпний дишель до енергозасобу.

Також специфікою є те що дані опори легко знімаються з вала завдяки розкручуванню хомутового з'єднання, а зчіпний дишель можна агрегатувати з іншим знаряддям наприклад боронами чи культиватором.

В конструкцію опори входять такі складальні одиниці і деталі : корпус, два кулькових підшипники, манжета, прокладки, кришка болти, тощо [5].

3.3 Розрахунок параметрів робочого органу

3.3.1 Конструктивний розрахунок котка

Визначення діаметр:

$$D = \sqrt{\frac{K \cdot Q}{q}} ; \text{м} \quad (3.1)$$

K – коефіцієнт пропорційності, K = 2.2;

Q – продуктивність Q = 0,52 кг/с;

q – питома навантаження котка, кг/с (згідно завдання q = 4,6кг/с) [5].

$$D = \sqrt{\frac{K \cdot Q}{q}} = \sqrt{\frac{2,2 \cdot 0,52}{4,6}} = \sqrt{0,248} = 0,497 \text{ м, приймаємо } 0,50 \text{ м}$$

Довжина ущільнювача:

$$L = \frac{D}{K}, \text{ м} \quad (3.2)$$

$$L = \frac{0,5}{2,2} = 2,27 \text{ м, приймаймо } 2,3 \text{ м.}$$

Визначаємо кількість дисків між опорами [5].

$$z = \frac{L - \Delta k}{\sigma + s} \quad (3.3)$$

Δk – сумарна товщина дисків, приймаємо товщину одного диска $\Delta l = 150$ мм і їх буде встановлено $n = 14$ шт.

$$\Delta k = \Delta l \cdot n = 150 \cdot 14 = 2100 = 2,1 \text{ м}$$

b – коефіцієнт розподілення навантаження $b = 0,012$

s - відстань між дисками, приймаємо $s = 20$ мм.

$$z = \frac{2,3 - 2,1}{0,012 + 0,2} = 8,3, \text{ приймаємо } 8 \text{ штук [6].}$$

3.3.2 Кінематичний розрахунок

					<i>А1.УП1.00.00.0000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		32

Швидкість утрамбовування сінажу при одному проході:

$$v_y = \sqrt{\frac{1}{\rho} \cdot K \cdot G \cdot \ln \frac{a}{x}}, \text{ м/с.} \quad (3.4)$$

K – коефіцієнт динамічності, приймаємо $K = 1.5$ [5].

G – границя міцності подрібнених стебел трави $G = 2.9$ МПа;

$a = 0,04$ м – довжина шматка стебла;

$x = 0,038$ м – довжина деформованого стебла після трамбування;

$\rho = 720$ кг/м³ – щільність сінаж.

$$v_y = \sqrt{\frac{1}{720} \cdot 1,5 \cdot 2,9 \cdot \ln \frac{0,04}{0,038}} = 0,077, \text{ м/с.}$$

Швидкість руйнування при багаторазовому трамбуванні:

$$v'_y = \sqrt{K_p \cdot (0,81 + 2,3 \cdot \lg(\lambda))}, \text{ м/с} \quad (3.5)$$

Де: K_p – коефіцієнт, який характеризує фізико механічні властивості сінажу [5]:

$$K_p = \frac{K_z \cdot G_{cm}}{\rho}; \quad (3.6)$$

$$K_p = \frac{1,5 \cdot 2,9 \cdot 10^6}{720} = 6,4 \cdot 10^3$$

λ – коефіцієнт степені подрібнення зеленої маси $\lambda = 2,5$.

$$v_y = \sqrt{6,04 \cdot 10^3 \cdot (0,81 + 2,3 \cdot \lg(2,5))} = 102, \text{ м/с}$$

Необхідна кількість проходів котка для нормального трамбування:

$$z_p = \lambda(\lambda - 0,44) \quad (3.7)$$

$$z_p = 2,5(2,5 - 0,44) = 5 \text{ раз}$$

Необхідна частота обертання котка [5].

$$n = \frac{V_M}{\pi \cdot D} \quad (3.8)$$

V_M - швидкість руху МТА 6 км/год

$$n = \frac{0,0017}{3,14 \cdot 0,5} = 0,0011 \text{ об/с}$$

Тоді його кутова швидкість становитиме [5].

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} \quad (3.9)$$

					<i>АЛУПМ.00.00.0000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		34

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 0,0011}{30} = 0,00011 \text{ рад/с.}$$

3.3.3 Визначення продуктивності і кількості транспортних засобів

Продуктивність транспортних засобів для перевезення кормів [5]:

$$W_{\text{тр.з.гр.}} = \frac{V_K \times K_s \times \gamma}{t_{\text{ц}}}, \text{ кг/год.} \quad (3.10)$$

V_K – об'єм кузова тракторного причіпа, приймаємо $V_K = 17 \text{ М}^3$;

K_s – коефіцієнт заповнення кузова (для грубих кормів $K_s = 0,85$);

γ – Об'ємна маса грубих кормів, приймаємо $\gamma = 100 \text{ кг/М}^3$.

$t_{\text{ц}}$ – Час циклу, год:

$$t_{\text{ц}} = t_s + t_d + t_v + t_{\text{хх}}, \text{ год.} \quad (3.11)$$

Де: t_s – час завантаження причіпа, приймаємо $t_s = 0,25$ год.

t_d – час доставки корму, приймаємо $t_d = 0,10$ год.

t_v – Час вивантаження корму, приймаємо $t_v = 0,05$ год.

$t_{\text{хх}}$ – Час холостого ходу, приймаємо $t_{\text{хх}} = 0,05$ год

$$W_{\text{тр.з.гр.}} = \frac{17 \cdot 0,85 \cdot 100}{0,3 + 0,1 + 0,05 + 0,05} = 3211,1 \text{ кг/год.}$$

Кількість транспортних засобів для перевезення кормів (подрібненої маси) [5].

$$n = \frac{Q}{W_{\text{тр.з.сп}}} = \frac{3050}{3211,1} = 0,95, \text{ шт.} \quad (3.12)$$

Q – 3050 кг – об'ємна маса сінажу.

					<i>АІУПМ.00.00.0000 ПЗ</i>	Арк.
						36
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

4.1 Вимоги до техніки безпеки при експлуатації

Конструкція причіпного трамбувального котка розробляється відповідно до «Санітарних правил № 4282 – 87 і галузевих єдиних вимог до конструкції і сільськогосподарських машин щодо безпеки і гігієни праці».

Розроблювана машини в процесі експлуатації не забруднює навколишнє середовище, вона не містить власного джерела енергії тому не викидає шкідливих газів. Машина є причіпною тому робота керується з кабіни трактора.

Монтаж, налагодження та ремонт машини проходить без застосування спеціального обладнання а лише за участі традиційних інструментів та наборів ключів.

4.2 Аналіз об'єкту проектування з позиції його безпеки

У МТА з робочим органом котком має бути виключена вірогідність до перекидання під час роботи. Гасіння інерції виконує вага машини та оператор- тракторист використовуючи органи керування.

Робоча швидкість повинна становити 3...5 км /год. Коток має прилади для очищення від решток які забивають диски, це чистики до яких є хороший доступ обслуговуючого персоналу.

Не допускається буксування або протягування котка. В разі виникнення такої причини необхідно зупинитись та очистити машину і зменшити рух пересування.

					<i>А14УПМ.00.00.0000 ПЗ</i>	Арк.
						37
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Експлуатація котка має бути спланована так, щоб унеможливити їх завали матеріалом, що трембується особливо це стосується, при зупинці або старті роботи та в ті моменти коли відбувається завантаження сировини.

Оскільки вага котка становить 4,2 т, то користуватись навіскою трактора для його піднімання не заборонено.

При агрегуванні з трактором для транспортування МТА повинно бути обладнано фарами (передніми і задніми), габаритними вогнями, покажчиками поворотів, дзеркалами заднього виду, звуковими сигналами, підніжками і поручнями, світловими сигналами гальм, засобами гасіння пожежі, комплектом інструменту і пристроїв.

Обов'язково у кабіні трактору повинні бути термос для питної води з водою, пристрої для підвішування верхнього одягу, аптечка допомоги а також необхідною техніко-експлуатаційною документацією.

Робоче навантаження на керовані колеса повинно бути не менше 12% експлуатаційної маси машини.

Технічного обслуговування котка найбільш заключається у його очищенні, миттю, та зашприцювання солідолу у маслінки на підшипникових опорах. Конструкція котка забезпечує безпечно проведення технічного і сервісного обслуговування.

Матеріали, які застосовуються при виготовлнні машини це метали сталі і чавуни вони є не шкідливі і безпечні для обслуговуючого персоналу

Конструкція машини виключає можливість контакту оператора з гарячими і переохолодженими деталями.

					<i>АІУПМ.00.00.0000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		38

у комбінезоні з метою усунення небезпеки замотування одягу на швидкісні рухомі вузли механізмів.

Завантаження матеріалу у яму слід проводити бережно з дотриманням правил техніки безпеки щодо експлуатації сільськогосподарських машин.

Забороняється знаходитись між трактором і машиною під час переїзду агрегату, допускати до управління машини сторонніх осіб.

Забороняється оглядати коток, використовуючи факели, розводити біля машини багаття, заливати паливо-змащувальні матеріали при його роботі.

Регулювати і очищувати робочі органи машини слід після зупинки двигуна трактора.

При виконанні ремонтах робіт, під колеса слід ставити башмаки, а рухому на рамі поворотну систему зафіксувати запобіжниками. Під машину, підняту домкратом, потрібно встановити опори чи зварні підставки.

При поломках котка забороняється працювати до повного їх усунення. При ремонтних роботах потрібно заглушувати двигун. При виникненні пожежі забороняється заливати водою паливо і мастило, яке горить, необхідно користуватись вогнегасником, піском, землею, а також брезентом чи іншими придатними для цих цілей матеріалами.

4.4 Технічне обслуговування трамбувального котка

Технічне обслуговування котка є основою продовження його ресурсу, тому його потрібно проводити щодня і періодично. Щоденне ТО

					<i>А1УПМ.00.00.0000 ПЗ</i>	<i>Арх.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>40</i>

буде проводитись в кінці напрацьованої зміни. Шляхом зовнішнього огляду виявляють несправності машини усувають їх, після цього машину очищають від залишків та змащують основні вузли.

Періодичного обслуговування, проводиться після трамбування однієї заготівельної силосної ями, регулюють натяг хомутів, вирівнюють зігнуті грабельні пальці, змащують підшипники.

					<i>ALYPM.00.00.0000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		41

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі вирішено науково-прикладну задачу, яка забезпечує удосконалення технологічного процесу приготування корму для тварин.

У розділах роботи представлено аналіз відомих технологічних процесів, ущільнення матеріалів котками, проведений аналіз конструкцій машин-аналогів, розроблені функціональна, структурна, принципова та кінематична схеми машини, модернізовано опору кріплення трамбувального котка та виконано робочі кресленнями його деталей.

В роботі представлено розрахунки щодо обґрунтування параметрів трамбувального котка, який приймає участь у технологічному процесі заготівлі силосу і виконує операцію ущільнення, подані рекомендації для експлуатації, технічного обслуговування та охорони праці. Дані розрахунки можна використовувати при виробництві конструкції машини. Вцілому машина забезпечить ефективне виготовлення корму для годівлі тварин зокрема великої рогатої худоби.

Застосування проектованої машини в технологічному процесі годівлі підвищить його ефективність. А використання розробленої технічної документації підвищить технологічну ефективність виготовлення машини.

					А1УП1.00.00.0000 ПЗ	Арх.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		42

11. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України / Редкол: М.В. Зубець (голова) та ін. – К.: Логос, 2004. – 776 с.

12. Технологія виробництва продукції рослинництва : навч. посібник. Ч.2 / [Мельник С.І., Муляр О.Д., Кочубей М.Й., Іванцов П.Д.]. – К. : Аграрна освіта, 2010. – 427 с.

13. Технологія виробництва продукції рослинництва : підручник / [С.П. Танчик, М.Я. Дмитришак, Д.М. Алімов та ін.]. – К.: Видавничий Дім «Слово», 2008. – 1000 с.

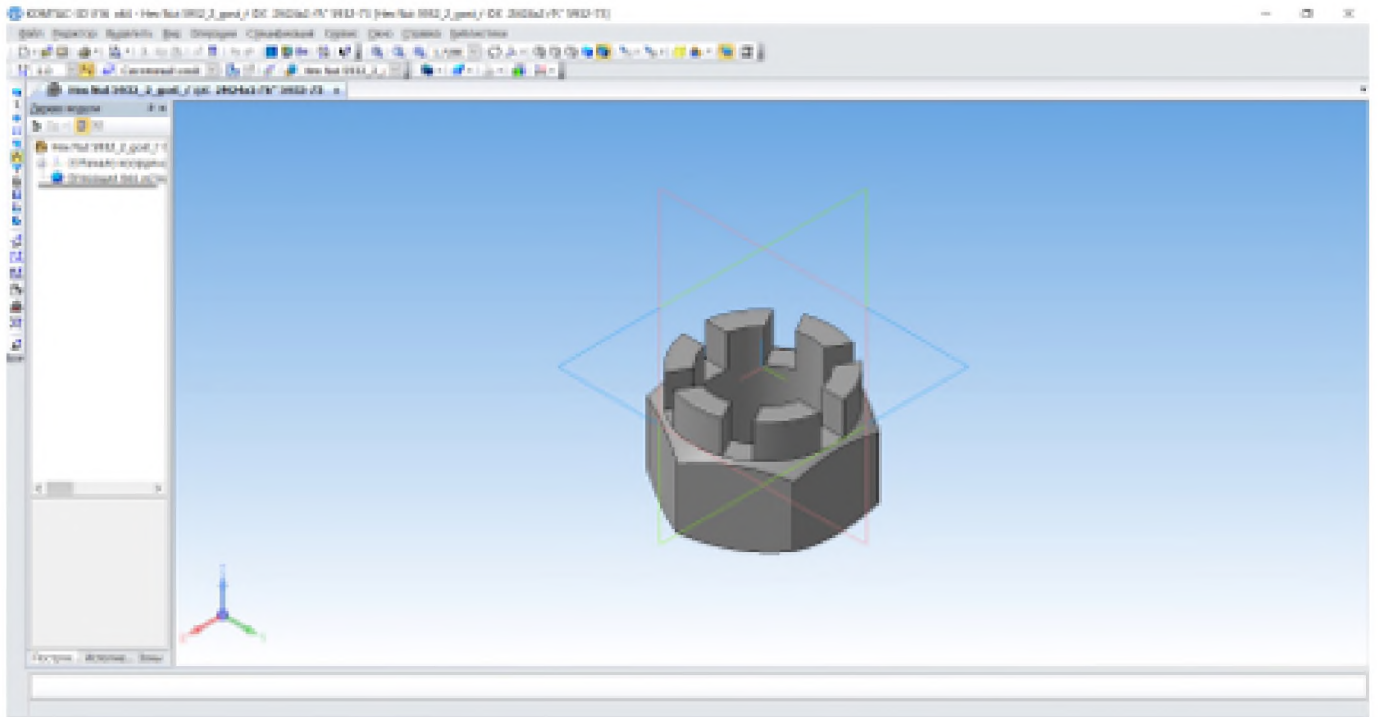
14. Семенов О.М. Інноваційні технології виробництва сільськогосподарської продукції : [навчально-методичні матеріали для проведення лабораторного заняття «Дослідження пріоритетних технологій заготівлі та збирання кормів» навчальної дисципліни для студентів інженерних спеціальностей на освітньо-кваліфікаційному рівні «Спеціаліст», «Магістр»] / Семенов О.М., Грушецький С.М. – Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2013. – 20 с

					<i>ALUPM.00.00.0000 ПЗ</i>	Лек.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		44

ДОДАТКИ

					АІУПМ.00.00.0000 ПЗ	Арх.
Эк.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		45

3D модель контрзайки



Формат	Зона	Позиція	Позначення	Назва	К-ть	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			AI.УПМ.07.00.0000 СК	Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
A3		1	AI. УПМ.07.00.0001	Диск	14	
		2	AI. УПМ.07.00.0002	Кільце вузьке	1	
		3	AI. УПМ 07.00.0003	Кільце	1	
A3		11	AI. УПМ.07.00.0011	Бугіль	2	
		12	AI. УПМ.07.00.0012	Вал	1	
		13	AI. УПМ.07.00.0013	Зажимна щока	1	
A3		14	AI. УПМ 07.00.0014	Корпус	1	
A3		15	AI. УПМ.07.00.0015	Стакан	1	
		16	AI. УПМ.07.00.0017	Кришка	1	
		17	AI.УПМ.07.00.0017	Пракладка		
		20	AI. УПМ 07.00.0020	Шпанка		
		21	AI. УПМ 07.00.0021	Шайба		
		22	AI. УПМ.07.00.0022	Контргайка		
				<u>Стандартні вироби</u>		
		4		Підшипник 31606 ГОСТ 333-79	2	
		5		Манжет 1-30x52-1 ГОСТ 8752-79	7	
		6		Гравер 8.65Г ГОСТ 6402-70	4	
		7		Болт М10-6dх90 ГОСТ 7798-70	4	

					AI.УПМ.07.00.0000 СК		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата.	Опора		
Розробив.	Добжик						
Прийм.	Хамич						
Т. Контр.							
Н. Контр.	Юхимчук						
Затв.	Хамич				ЛНТУ каф. АІ гр. АІз-41		

