

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

Інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Технічної механіки та сільськогосподарських машин

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Обґрунтування параметрів механізму подачі кормів мобільного**
кормороздавача

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МСмз-61
спеціальності _____

133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва спеціальності)

Качор Р.О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Довбуш Т.А.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Довбуш А.Д.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Гевко Р.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль 2020

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та	Окіпний І.Б., доцент		
безпека у надзвичайних ситуаціях	Клепчик В.М., ст.викл.		

7. Дата видачі завдання

01 вересня 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз особливостей об'єкту проектування	до 20.11.20	
2	Обґрунтування основних параметрів об'єкту розробки	до 01.12.20	
3	Дослідження параметрів об'єкту розробки	до 05.12.20	
4	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	до 08.12.20	
9	Реферат. Вступ. Висновки.	до 10.02.20	
10	Графічна частина. Специфікації	до 12.12.20	

Студент

(підпис)

Качор Р.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Гевко Р.Б.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Автор роботи – Качор Роман Олегович

Тема роботи – «Обґрунтування параметрів механізму подачі кормів мобільного кормороздавача»

Робота виконана на кафедрі технічної механіки та сільськогосподарських машин Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Керівник роботи – Довбуш Тарас Анатолійович, кандидат технічних наук, доцент кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань (23 найменувань). Загальний обсяг текстової частини – 63 сторінках, на яких є 18 рисунків та 1 таблиця. Додатки розміщені на __ сторінках. Графічна частина складається з 6 аркушів формату А1.

Актуальність теми роботи

Кормоцехи, які є обов'язковими елементами у структурі фермерських господарств, оснащені типовими машинами, які дозволяють механізувати всі процеси кормоприготування, від завантаження різномірних компонентів кормів до відвантаження готової збалансованої суміші кормів. До комплектації кормоцехів по відгодівлі великої рогатої худоби входять наступні машини: для приготування концентрованих кормів; для подрібнення грубих стеблових культур; для мийки та порізки коренебульб. Комплекс цих машин складає відповідні лінії. Кожна лінія кормоцеху має свої транспортні засоби та дозатори. Дозовані комплектуючі кожного виду корму потрапляють в змішувачі. Після ретельного змішування, а це забезпечує краще засвоєння корму тваринами, кормосуміш готова до споживання, завантажується в бункери кормороздавачів.

Процес роздавання кормів відповідальний етап відгодівлі тварин. Роздача кормів повинна відбуватися швидко, з мінімальними втратами та з точним ваговим дозуванням корму для кожної тварини. Мобільні

кормороздавачі запобігають значним втратам кормів і при правильному розрахунку правильно дозують кормосуміш.

Мета роботи

Обґрунтування конструктивних, технологічних, кінематичних та енергетичних параметрів механізму роздачі кормів мобільного кормороздавача.

Завдання дипломної роботи магістра:

- провести огляд обладнання для приготування кормів;
- провести огляд машин для очищення т подрібнення коренебульб;
- провести огляд обладнання механізмів подрібнення стеблових кормів;
- проаналізувати машини та механізми роздачі кормів;
- розрахувати генеральний план ферми;
- обґрунтувати кількість машин кормоцеху;
- провести кінематичний та енергетичний розрахунок коренебульборізки;
- провести технологічний та енергетичний розрахунок машини для змішування кормів;
- дослідити механізми подачі кормів;
- розрахувати кінематичні параметри мобільного кормороздатчика;
- розробити конструкцію вивантажувача кормосумішей;
- провести розрахунок геометричних параметрів шнекового вивантажувача;
- розрахувати системи вентилявання та обігріву ферми
- забезпечити санітарно-ветеринарний захист тварин

Об'єкт, методи та джерела дослідження

Об'єкт дослідження. Механізм кормосуміші мобільного подачі кормороздатчика.

Предмет дослідження. Шнековий механізм для подачі технологічної сировини, а також його технологічні, конструктивні, кінематичні,

енергетичні параметри.

Методи дослідження. Аналітичний з використанням знань технічної механіки, агрономії математичного аналізу, теоретичної механіки, графіки.

Наукова новизна отриманих результатів

Аналітичні дослідження доводять ефективність використання модернізованого мобільного кормороздатчик з використанням комбінованого шнекового механізму.

Практичне значення отриманих результатів.

Проведені аналітичні дослідження підтверджують ефективність використання комбінованого шнекового механізму в порівнянні з базовими моделлю мобільного кормороздатчика. Запропонована конструкція забезпечить швидшу роздачу кормів з меншими втратами.

Апробація. Окремі результати роботи доповідались на IX Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», Тернопіль, ТНТУ, 25-26 листопада 2020 року.

Ключові слова: кормосуміш, коренебульборізка, подрібнювач, шнек, велика рогата худоба, раціон.

ЗМІСТ

	Стр.
ВСТУП	9
1. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ	10
1.1 Огляд та структура об'єкту розробки	10
1.2 Огляд обладнання кормоцехів	15
1.2.1 Обладнання приготування кормоцехів	15
1.2.2 Обладнання очищення та подрібнення коренебульб	17
1.2.3 Обладнання подрібнення силосу соломи стеблових кормів	18
1.3 Обґрунтування теми дипломної роботи магістра	21
2. ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ	22
2.1 Розрахунок генплану ферми великої рогатої худоби	22
2.2 Кількісний розрахунок машин кормоцеху	29
2.3 Кінематичний та енергетичний розрахунок коренебульборізки	32
2.4 Технологічний та енергетичний розрахунок змішувача кормів	36
3. ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ.....	40
3.1 Обґрунтування вибору кінематичної схеми подачі кормосумішей	40
3.1.1 Технологічні розрахунки механізмів подачі кормів	40
3.1.2 Вибір кінематичної схеми та розрахунок кінематичних параметрів мобільного кормороздатчика	42
3.2 Розробка конструкції вивантажувача кормосумішей	45
3.2.1 Вибір конструкції шнекового вивантажувача мобільного кормороздатчика	45

3.2.2 Розрахунок геометричних параметрів шнекового вивантажувача	48
3.3 Аналіз результатів дослідження	50
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	52
4.1 Безпека праці на фермі по відгодівлі великої рогатої худоби	52
4.2 Захист персоналу та навколишнього середовища від небезпечних виробничих факторів	56
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	59
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	60
ДОДАТКИ.....	63

ВСТУП

З кожним роком зростає потреба в продуктах харчування, яка залежить від виробництва продукції землеробства та тваринництва. Галузь сільського господарства – тваринництво, залежить від розвитку землеробства, це забезпечення високоякісними кормами, а також впровадження ефективних способів утримання тварин з використанням максимальної механізації та автоматизації процесів кормоприготування та роздачі кормів. На сучасних фермерських господарствах, які займаються відгодівлею тварин, широко використовуються сучасні технології, а саме: механізоване приготування кормових сумішей; автоматизована роздача кормів мобільними кормороздавачами.

Кормоцехи, які є обов'язковими елементами у структурі фермерських господарств, оснащені типовими машинами, які дозволяють механізувати всі процеси кормоприготування, від завантаження різнорідних компонентів кормів до відвантаження готової збалансованої суміші кормів. До комплектації кормоцехів по відгодівлі великої рогатої худоби входять наступні машини: для приготування концентрованих кормів; для подрібнення грубих стеблових культур; для мийки та порізки коренебульб. Комплекс цих машин складає відповідні лінії. Кожна лінія кормоцеху має свої транспортні засоби та дозатори. Дозовані комплектуючі кожного виду корму потрапляють в змішувачі. Після ретельного змішування, а це забезпечує краще засвоєння корму тваринами, кормосуміш готова до споживання, завантажується в бункери кормороздавачів.

Процес роздавання кормів також відповідальний етап відгодівлі тварин. Роздача кормів повинна відбуватися швидко, з мінімальними втратами та з точним ваговим дозуванням корму для кожної тварини. Мобільні кормороздавачі запобігають значним втратам кормів і при правильному розрахунку правильно дозують кормосуміш.

В даній роботі проводимо обґрунтування параметрів механізму подачі кормосуміші великій рогатій худобі.

1. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1 Огляд та структура об'єкту розробки

Рентабельність ферми по вирощуванню тварин в першу чергу залежить від комплексної механізації підготовки кормів, приготування кормів та їх роздача. Приготування корму, а правильніше кормо сумішей, відповідальний етап при відгодівлі тварин. Необхідно в певних пропорціях, добре перемішаний корм подавати свійським тваринам. Класична схема підготовки кормів показана на рисунку 1.1 [1, 2].

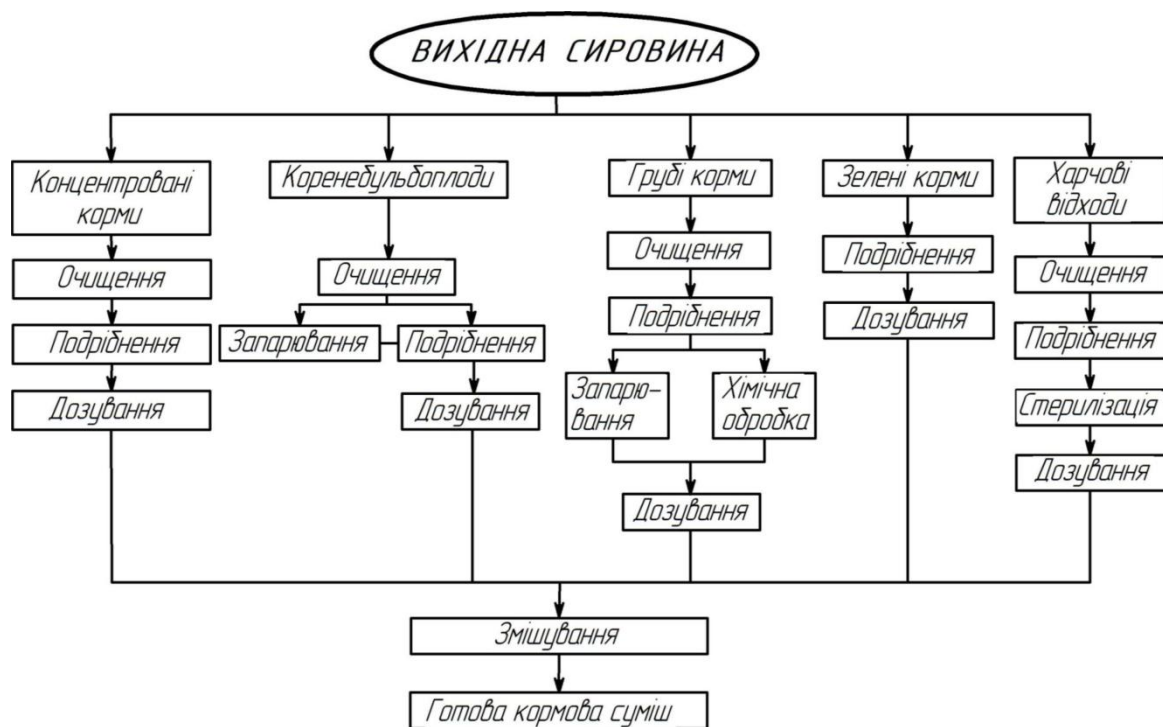


Рисунок 1.1. Класична схема підготовки кормів

Виробництво кормів на тваринницьких фермах проводять в окремих підрозділах – кормоцехах. Кормоцехи обладнанні, у більшості випадків типовим обладнанням, яке забезпечує якісну підготовку кормів за класичними схемами (див. рис. 1.1).

Для проектування кормоцеху який забезпечує кормами заплановану кількість великої рогатої худоби, слід вибрати одну з рекомендованих схем приготування кормосумішей.

Кормоцех КЦК-5, схематизація та розміщення технологічного обладнання показана на рисунку 1.2.

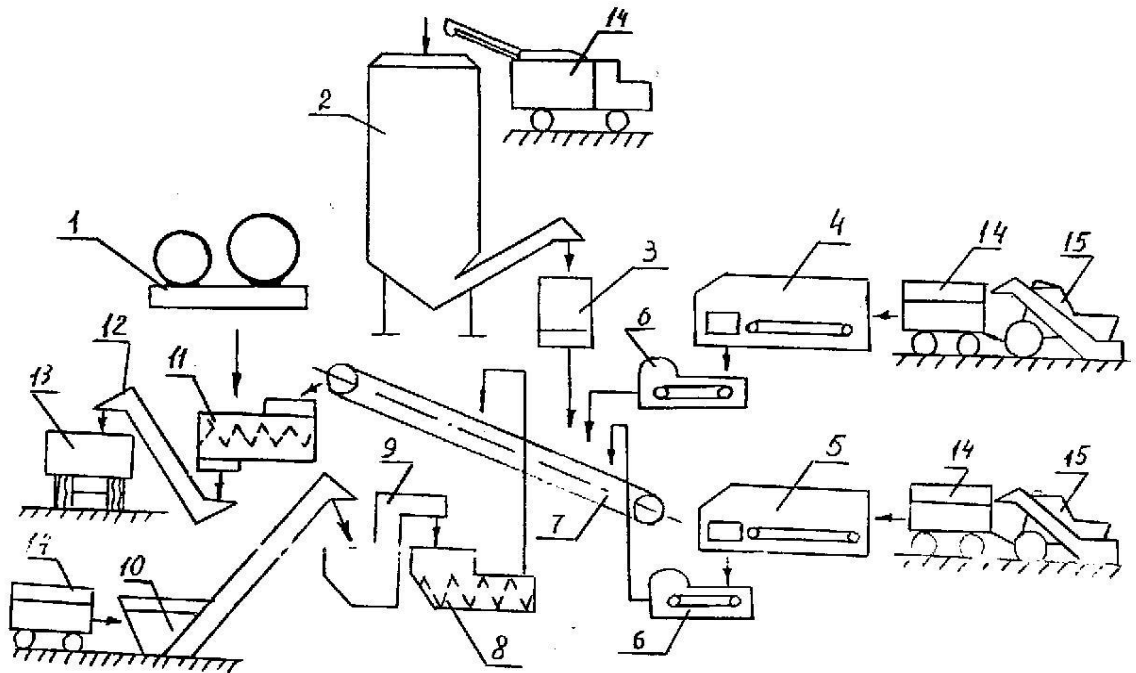


Рисунок 1.2. Схематизація приготування кормів кормоцеху КЦК-5

Всі компоненти кормо сумішей поступають в змішувач кормів 11. Концентровані корми, а це фуражне зерно завантажують транспортним засобом 14 у бункер 2, де після подрібнення дозуються дозатором 3 потрапляє на транспортер 7, який доставляє продукцію в кормозмішувач 11.

Подача стеблистих кормів та силосу до змішувача проходить по такій схемі: транспортні засоби 14,15 подають сировину до живильників 4,5 далі проходять дозування на дозаторах 6 і транспортером 7 до змішувача 11.

Аналогічний етап проходять коренеплоди. Транспортний засіб 14 подає в бункер 10 коренеплоди, де проходить їх очищення від земельних домішок і транспортується до подрібнювача коренеплодів 9, далі дозатор 8 подає на

транспортер 7 з подальшим транспортуванням до змішувача 11. Готова суміш кормів транспортером 12 відвантажується на кормороздавач 13.

На рисунку 1.3 та 1.4 наведені схематизації кормоцехів для приготування кормів для великої рогатої худоби [1, 2].

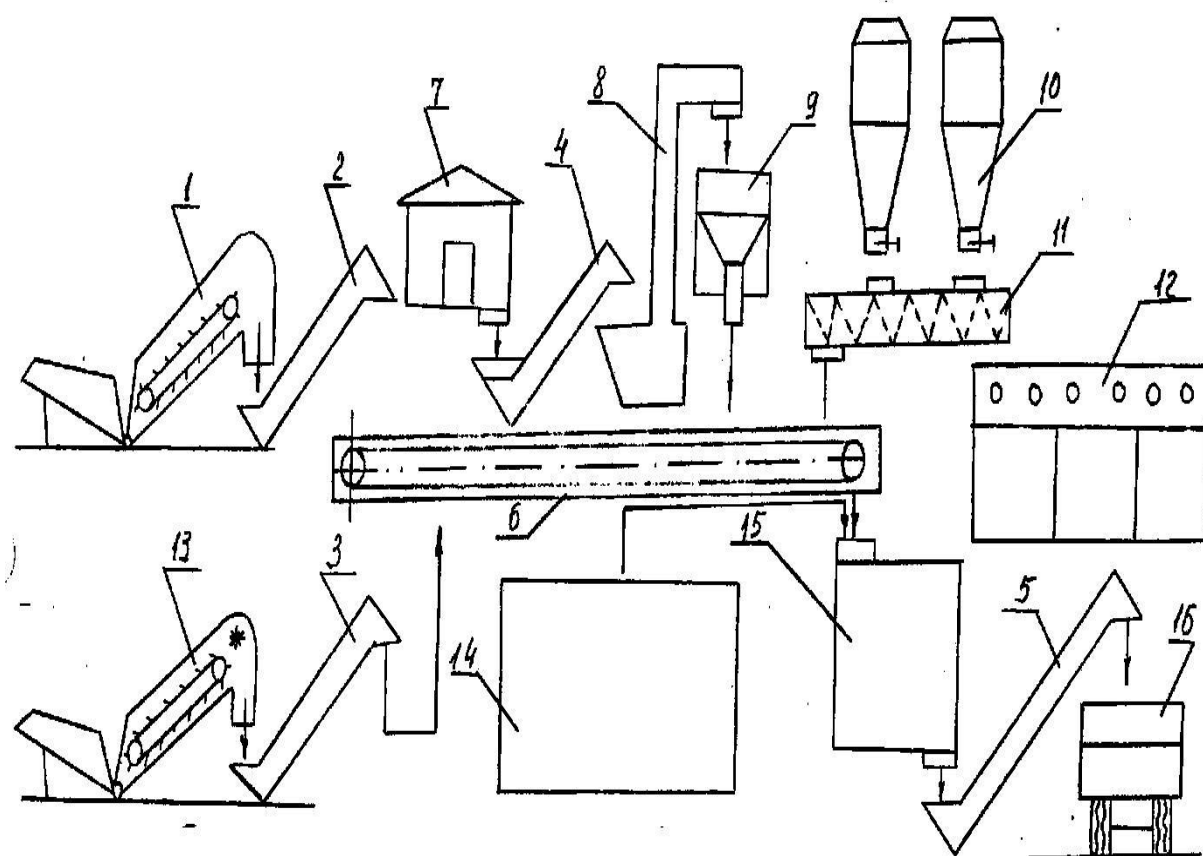


Рисунок 1.3 – Схематизація цеху приготування кормів КОРК-15:

- 1 – транспортер подачі силосу; 2,3,4,5,6 – механізми транспортування кормів;
7, 8, 9 – подача, мийка, подрібнення коренебульб; 10 – сховище концентрованих кормів; 11 – транспортер; 12 – пульт керування;
13 – дозатор грубих кормів; 14 – додаткове обладнання; 15 – змішувач кормів;
16 – причеп кормороздавача.

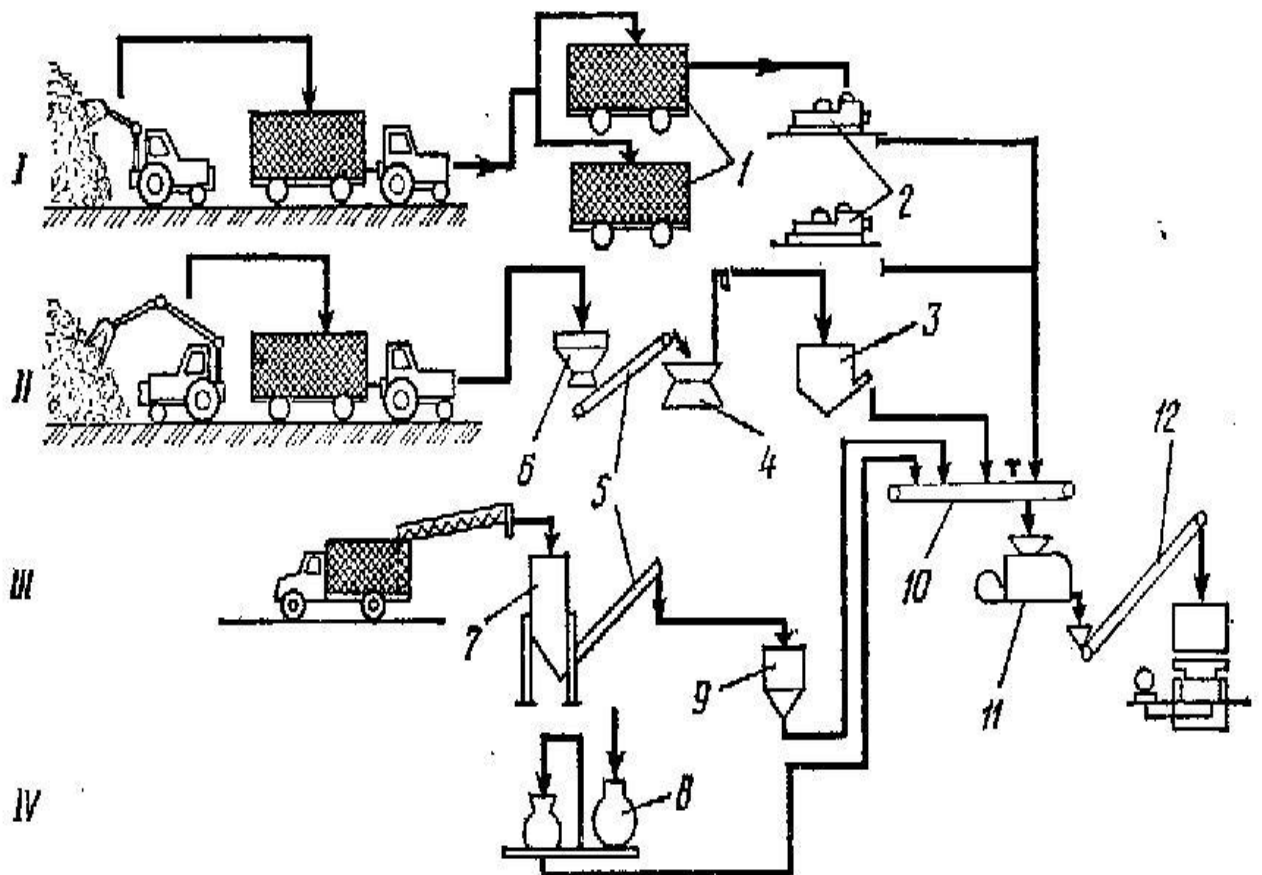


Рисунок 1.4 – Схематизація кормоцеху на 400-800 голів великої рогатої худоби:

I – лінія приготування грубих кормів;

II – лінія приготування коренеплодів;

III – лінія приготування концентрованих кормів;

IV – лінія подачі м'яси та кормодобавок.

Кормоцехи для відгодівлі свиней мало чим відрізняються від аналогічних об'єктів для годування великої рогатої худоби (рис. 1.5).

Кормоцех включає лінії: приготування концентрованих кормів – 1; очищення та подрібнення коренеплодів – 6,7; подрібнення силосу та зеленої маси – 3,4; змішування – 9.

Подача компонентів кормів здійснюється транспортними механізмами шнеками та транспортерами [1, 2].

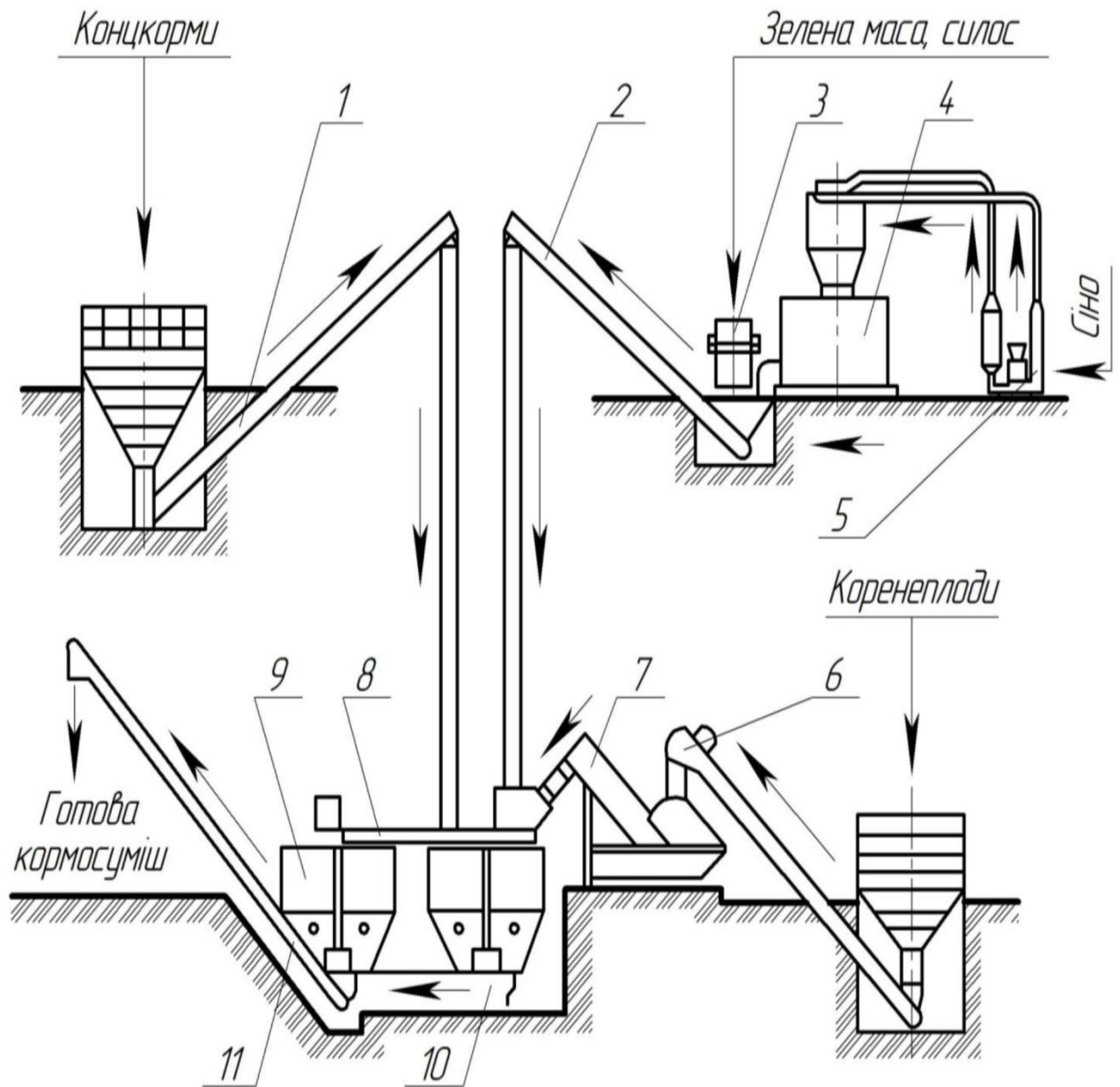


Рисунок 1.5 – Структурна схема кормоцеху для відгодівлі 6000 тисяч свиней

Обов'язковими атрибутами кожного кормоцеху для відгодівлі тварин для відгодівлі тварин повинні бути лінії приготування: концентрованих кормів; коренебульб; грубих кормів; м'яси та різних кормодобавок.

1.2. Огляд обладнання кормоцехів

1.2.1. Обладнання приготування кормоцехів

Зернові складові кормосумішей подаються тваринам в подрібненому вигляді це покращує їх засвоювання органами травлення. Для підготовки концентрованих кормів використовуємо машину для подрібнення кормів КДУ-2 (рис. 1.6-1.7) [1, 2].

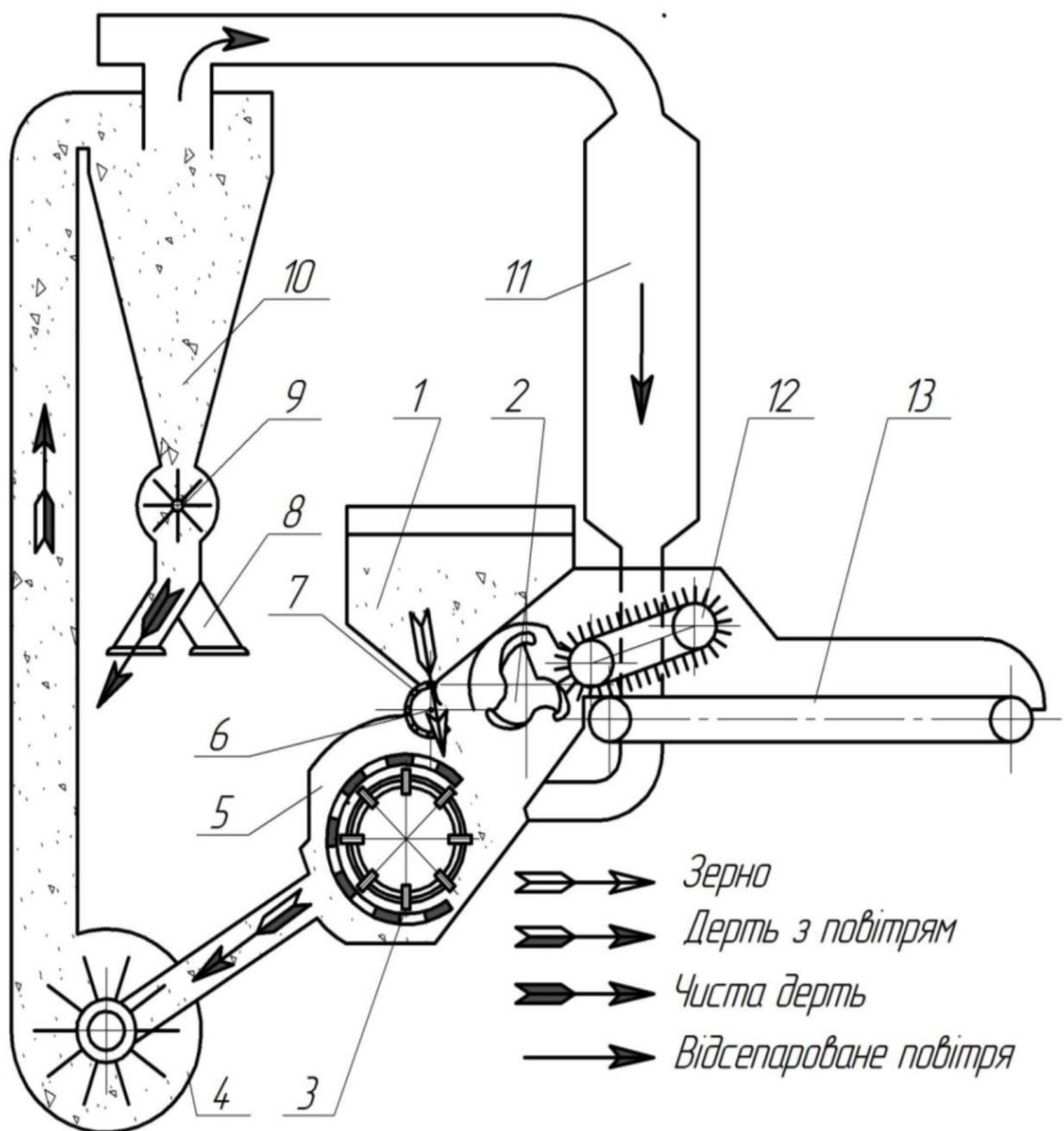


Рисунок 1.6 – Схема подрібнення зернових КДУ-2

Technical drawing of a mechanical drive system for a conveyor, showing a side view (top) and a front view (bottom).

Side View (Top):

- Motor (1) connected to a gearbox (2) via a coupling (3).
- Gearbox output shaft (4) connected to a large gear (5) which meshes with a smaller gear (6) on the conveyor shaft.
- Dimensions: $D_1 = 280 \text{ mm}$, $D_3 = 180 \text{ mm}$, $D_4 = 425 \text{ mm}$, $D_6 = 200 \text{ mm}$.
- Module: $m = 2.8$.
- Gear counts: $Z_1 = 15$, $Z_2 = 36$, $Z_3 = 12$, $Z_4 = 12$, $Z_5 = 12$, $Z_6 = 36$.

Front View (Bottom):

- Conveyor structure with two horizontal shafts (7 and 8) and a central vertical shaft (9).
- Dimensions: $D_2 = 150 \text{ mm}$, $D_5 = 2725 \text{ mm}$.
- Module: $m = 2.8$.
- Gear counts: $Z_1 = 15$, $Z_2 = 36$, $Z_3 = 12$, $Z_4 = 12$, $Z_5 = 12$, $Z_6 = 36$.

16

Кормодробарка рисунок 1.6 працює наступним чином. Зернові культури (кукурудза, пшениця, горох, ячмінь і т.п.) завантажуються транспортером у бункер – 1. Кількість зернових, що потрапляє на подрібнення в ротор – 3, регулюється заслінкою – 7 і очищається від металічних домішок магнітом – 6. Регулювання розмірів подрібнення проводиться за рахунок змінних решіт – 5. Поток повітря, який створює вентилятор – 4 подрібненні зернові культури (дєрть) потрапляє в циклон – 10, звідки через заслінку – 9 відвантажуються для подальшого змішування.

Роботу дробарки забезпечує електродвигун – 1, який через клинопасову передачу – 2 забезпечує обертання вала ротора подрібнювача барабана – 3 і вала вентилятора – 4. Також показана кінематика руху транспортерів – 11 та 12 через редуктор – 9 та ланцюгову передачу – 7.

1.2.2 Обладнання очищення та подрібнення коренебульб

Для миття, сепарації та подрібнення коренебульб приймаємо комплексну машину ІКМ-5 (рис. 1.8) [3].

Коренебульби, а це в основному буряки та картопля є основною складовою кормової суміші великої рогатої худоби. Буряки та картопля, які поступають в сховище ферм досягають домішків землі до 20%. Також разом з коренями трапляються тверді включення – каміння метал. Тому є необхідність перед подрібненням коренебульби мити та видаляти тверді включення.

За допомогою транспортера коренебульби завантажуються у ванну – 1 в якій проходить миття під дією активатора – 2 та видалення домішок транспортером – 3. Транспортним шнеком – 4, який приводиться в рух електродвигуном – 6 очищені плоди через патрубок дозатор передаються на подрібнювач – 7. Вал ротора подрібнювача змонтовано на валу електродвигуна – 8. Машина встановлена на рамі – 9, викидання коренів та води захищені кожухом – 5.

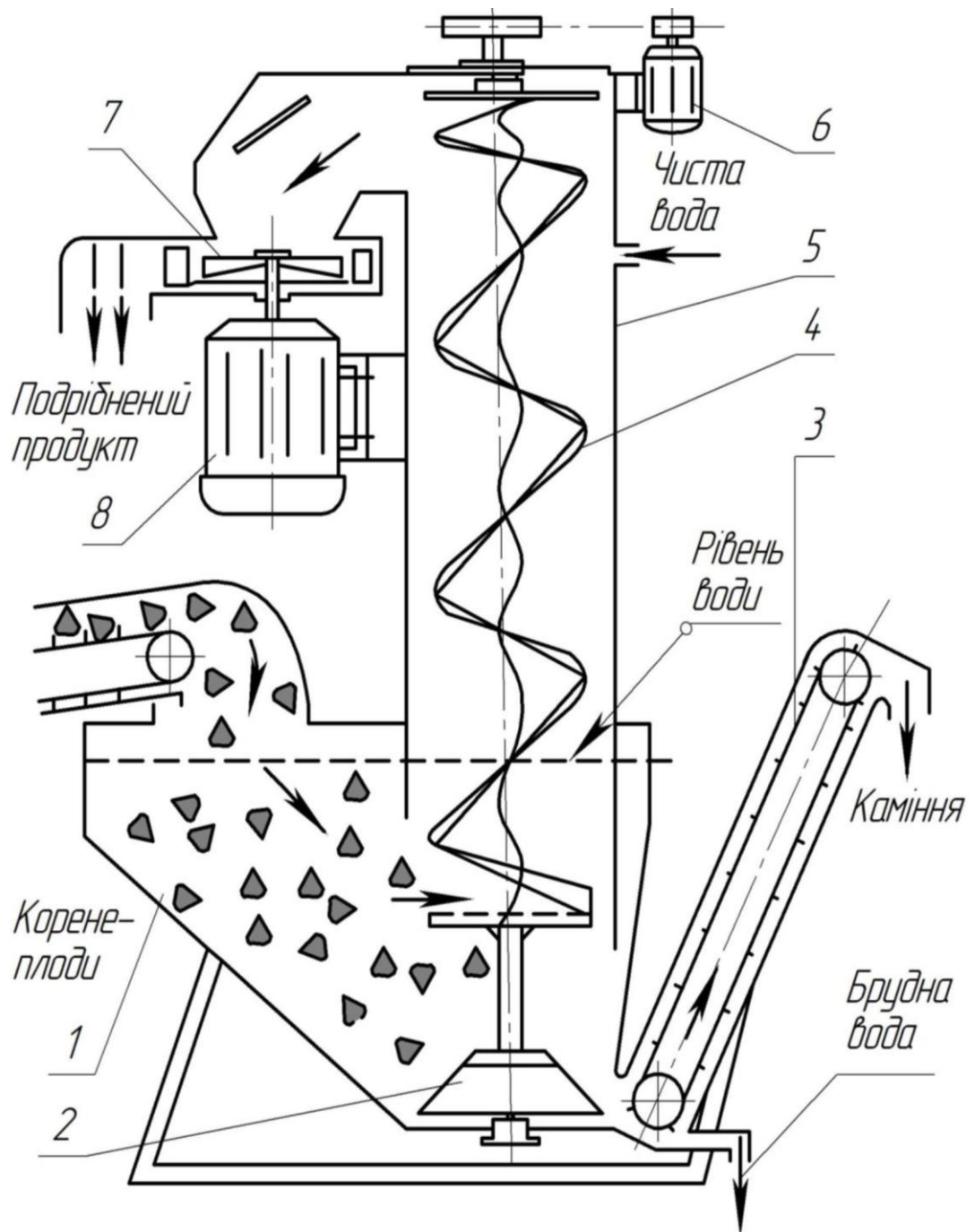


Рисунок 1.8 – Схема приготування коренебульб машиною ІКМ-5

1.2.3 Обладнання подрібнення силосу соломи стеблових кормів

Для подрібнення стеблових кормів використовуємо машину ІГК-Ф-4-1 (рис. 1.9) [1-3].

Транспортером – 9 сировина подається за допомогою притискаючого механізму – 8 в камеру подрібнення – 7. Ротор – 2 з лопатками – 3 обертається за допомогою двигуна – 1 зтягує сировину (стебла, соломку) на різальні ножі – 6. Готова сировина через систему каналів – 4,5 відвантажується на транспортер, який подає її в кормозмішувач.

В результаті роботи кормоцеху готова до споживання кормова суміш відвантажується у спеціальні бункери кормороздавачів і подається на ферму до згодування тваринам. На рисунку 1.10 показана класифікація кормороздавачів.

У подальшому проектуванні ферми використовуємо мобільні роздавачі

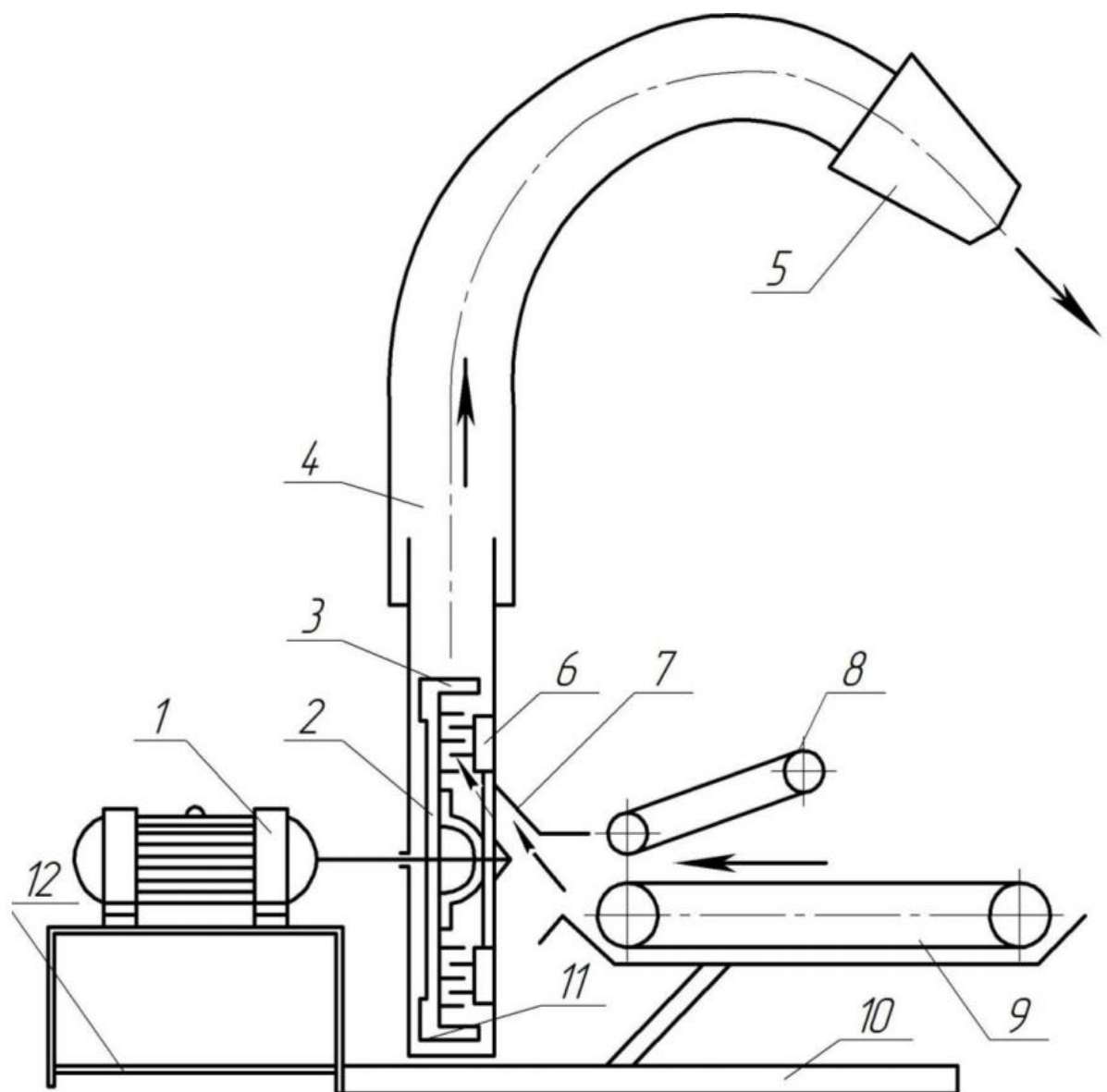


Рисунок 1.9 Принципова схема роботи машини ІГК-Ф-4-1кормів

1.3 Обґрунтування теми дипломної роботи

Провівши аналіз машин та механізмів підготовки кормів та їх роздачу тваринам ставимо за мету дипломної роботи магістра розробити план ферми для утримання 500 голів великої рогатої худоби від 12-18 місяців. Провести технологічні розрахунки для забезпечення кормами тварин протягом відгодівельного періоду. Вибрати технологічне обладнання для вибраної схеми приготування кормів. Розглянути технологію використання мобільної техніки для роздачі кормів. Провести вдосконалення механізмів їх роздачі.

Для машини роздачі кормів провести технологічні, кінематичні та енергетичні розрахунки. Провести розрахунки на міцність та жорсткість найбільш відповідальних деталей.

У роботі подати рекомендації з охорони праці на фермі а також з цивільного захисту.

Основні технологічні та конструктивні розрахунки відобразити в графічній частині.

2. ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ

2.1 Розрахунок генплану ферми великої рогатої худоби

Вибір земельної ділянки під тваринницьку ферму насамперед повинен відповідати санітарно-гігієнічним нормам, нормам пожежної безпеки, напрямкам дії вітру в даному регіоні. Виділена земля під ферму повинна бути малопридатною для вирощування сільськогосподарських культур, розміщуватися на рівнині або з незначним схилом для стоку природних опадів. Розміщувати ферму необхідно нижче населених об'єктів, споруд забору води, але, одночасно, вище місць утилізації відходів виробництва.

Генеральний план ферми слід виконувати в масштабах 1:1000 чи 1:500. На кресленні плану обов'язково розмістити виробничі споруди та споруди допоміжного призначення. Виробничі споруди призначені для утримання великої рогатої худоби. Допоміжні – для зберігання та підготовки кормів.

Необхідно дотримуватися протипожежних вимог – не менше 18 м між спорудами, санітарних – 45 м між корівниками та спорудами утилізації відходів і т. д.

Використовуючи рекомендації [4], визначаємо площу, необхідну для утримання запланованої кількості корів:

$$\dots A = a \cdot N, \quad (2.1)$$

де a – рекомендована площа для утримання однієї корови, $a = 4\text{ м}^2$ [4];

N – запланована кількість великої рогатої худоби, $N = 500$ голів.

Отже

$$A = 4 \cdot 500 = 2000\text{ м}^2.$$

За рекомендаціями [4], визначаємо ширину та довжину фермерської споруди.

$$B = 0,85\sqrt{A} = 0,85\sqrt{2000} = 38\text{ м};$$

$$L = 1,5 \cdot B = 1,5 \cdot 38\text{ м} = 57\text{ м}.$$

В одному приміщенні рекомендовано утримувати не більше 360 голів ВРХ, то необхідна кількість споруд:

$$n = N / 360 = 500 / 360 = 1,4 \text{ шт.}$$

Приймаємо два приміщення для утримання по 250 голів великої рогатої худоби. Габарити однієї споруди: ширина – 21 м; довжина – 54 м; висота – 2,5 м.

Для визначення площ кормосховища для зберігання силосу на рік, визначаємо об'єм силосу за формулою [1-3]

...

$$V_C = \frac{260 \cdot q_{1C} \cdot N_1 \cdot k}{\rho_C \cdot \eta} + \frac{260 \cdot q_{2C} \cdot N_2 \cdot k}{\rho_C \cdot \eta}, \quad (2.2)$$

де 260 – кількість днів годування силосом з кормосховища на рік;

N_1 – кількість корів віком від 12-15 місяців, $N_1=250$ голів;

N_2 – кількість корів віком від 15-18 місяців, $N_2=250$ голів;

q_{1C} – добова норма силосу на одну корову віком від 12-15 місяців,

$$q_{1C} = 18\text{ кг};$$

q_{2C} – добова норма силосу на одну корову віком від 15-18 місяців,

$$q_{2C} = 24\text{ кг};$$

ρ_C – питома вага силосу, $\rho_C = 450 \text{ кг} / \text{м}^3$;

k – коефіцієнт, який враховує втрати силосу, $k = 1,15$;

η – коефіцієнт використання кормосховища, $\eta = 0,8$.

Тоді загальний об'єм сховища силосу

$$\dots V_C = \frac{260 \cdot 18 \cdot 250 \cdot 1,15}{450 \cdot 0,8} + \frac{260 \cdot 24 \cdot 250 \cdot 1,15}{450 \cdot 0,8} = 8720 \text{ м}^3.$$

Площа дна траншеї силосної ями

$$A_T = \frac{V_C}{h}, \quad (2.3)$$

де h – висота траншеї, $h = 5 \text{ м}$.

Тоді

$$A_T = \frac{8720}{5} = 1744 \text{ м}^2.$$

Загальна довжина траншеї зберігання силосу

$$L_T = \frac{A_T}{B_T}, \quad (2.4)$$

де B_T – ширина траншеї, приймаємо $B_T = 18 \text{ м}$.

Таким чином

$$L_T = \frac{1744}{18} = 96,9 \text{ м}.$$

Приймаємо дві силосних ями, довжина яких становить 50 м, ширина – 18 м, висота – 5 м.

Річний запас сухих кормів (сіна та соломи) визначаємо за формулою [1-3]:

...

$$M_{CK} = 230 \cdot q_{CK} (N_1 + N_2), \quad (2.5)$$

де 230 – кількість днів годування сухими кормами на рік;

q_{CK} – вагова кількість сухих кормів на добу, $q_{CK} = 10 \text{ кг}$.

Отже

$$M_{CK} = 230 \cdot 10 (250 + 250) = 1150000 \text{ кг} = 1150 \text{ т}.$$

Сухі корми (сіно та солому) розміщують на території ферми. Сіно зберігають в ангарах, а солому зберігають в скиртах.

Для розрахунку площ зерносховища, визначаємо річну потребу концентрованих кормів для заданого поголів'я великої рогатої худоби [1-3]:

$$A_{KK} = \frac{365 \cdot q_{KK} (N_1 + N_2) \cdot k}{\rho_{KK} \cdot \eta \cdot h_{KK} \cdot n_{KK}}, \quad (2.6)$$

де q_{KK} – добове споживання концентрованих кормів однією коровою,

$$q_{KK} = 3 \text{ кг}.$$

ρ_{KK} – питома вага концентрованих кормів, $\rho_{KK} = 650 \text{ кг/м}^3$;

h_{KK} – рекомендована висота зберігання концентрованих кормів,

$$h_{KK} = 4 \text{ м};$$

n_{KK} – кількість зерносховищ, які знаходяться на території ферми,

приймаємо $n_{KK} = 3$.

Отже

$$A_{KK} = \frac{365 \cdot 3(250 + 250) \cdot 1,15}{650 \cdot 0,8 \cdot 4 \cdot 3} = 100,7 \text{ м}^2.$$

Ширину будови під зберігання концентрованих кормів, приймаємо $B_{KK}=8$ м, враховуючи вільний в'їзд транспортних засобів шириною 3м. Визначаємо довжину будови

$$L_{KK} = \frac{A_{KK}}{B_{KK}} = \frac{100,7}{8} = 12,5 \text{ м}.$$

Приймаємо $L_{KK}=15$ м. Таким чином габарити будови під зберігання концентрованих кормів $L_{KK} \cdot B_{KK}=15 \cdot 8$ м.

Площа будови для зберігання коренеплодів протягом 200 днів на рік

$$A_K = \frac{200 \cdot q_{1K} \cdot N_1 \cdot k}{\rho_K \cdot \eta \cdot h_K} + \frac{200 \cdot q_{2K} \cdot N_2 \cdot k}{\rho_K \cdot \eta \cdot h_K}, \quad (2.7)$$

де q_{1K} – добове споживання коренеплодів однією коровою у віці від 12

до 15 місяців, $q_{1K} = 6 \text{ кг}$;

q_{2K} – добове споживання коренеплодів однією коровою у віці від 15

до 18 місяців, $q_{2K} = 8 \text{ кг}$;

ρ_K – питома вага коренеплодів, $\rho_K = 600 \text{ кг/м}^3$;

h_K – висота складування коренеплодів, $h_K = 3 \text{ м}$.

Таким чином

$$A_K = \frac{200 \cdot 6 \cdot 250 \cdot 1,15}{600 \cdot 0,8 \cdot 3} + \frac{200 \cdot 8 \cdot 250 \cdot 1,15}{600 \cdot 0,8 \cdot 3} = 559 \text{ м}^2.$$

Конструктивно приймаємо ширину сховища коренебульб $B_K = 15 \text{ м}$, тоді $L_K = A_K / B_K = 559 / 15 = 37 \text{ м}$, приймаємо $L_K = 40 \text{ м}$. Габарити сховища коренебульб $L_K \times B_K = 40 \times 15$.

Визначаємо річний об'єм виділення сечі та калу тваринами ферми [4]:

$$V_{\Gamma} = \frac{365 \cdot q_{1\Gamma} \cdot N_1}{\rho_{\Gamma} \cdot \eta} + \frac{365 \cdot q_{2\Gamma} \cdot N_2}{\rho_{\Gamma} \cdot \eta} + \frac{365 \cdot q_{1C} \cdot N_1}{\rho_C \cdot \eta} + \frac{365 \cdot q_{2C} \cdot N_2}{\rho_C \cdot \eta}, \quad (2.8)$$

де $q_{1\Gamma}$ – добовий вихід калу від однієї корови у віці від 12 до 15 місяців,

$$q_{1\Gamma} = 23,0 \text{ кг};$$

$q_{2\Gamma}$ – добовий вихід калу від однієї корови у віці від 15 до 18 місяців,

$$q_{2\Gamma} = 35,0 \text{ кг};$$

q_{1C} – добовий вихід сечі від однієї корови у віці від 12 до 15 місяців,

$$q_{1C} = 12,0 \text{ кг};$$

q_{2C} – добовий вихід сечі від однієї корови у віці від 15 до 18 місяців,

$$q_{2C} = 20,0 \text{ кг};$$

ρ_{Γ} – питома вага калу, $\rho_{\Gamma} = 1040 \text{ кг/м}^3$;

ρ_C – питома вага сечі, $\rho_C = 1005 \text{ кг/м}^3$;

Загальний об'єм гноєсховища

$$V_{\Gamma} = \frac{365 \cdot 23 \cdot 250}{1040 \cdot 0,9} + \frac{365 \cdot 35 \cdot 250}{1040 \cdot 0,9} + \frac{365 \cdot 12 \cdot 250}{1005 \cdot 0,9} + \frac{365 \cdot 20 \cdot 250}{1005 \cdot 0,9} = 8883 \text{ м}^3.$$

Кожних два місяці проводимо вивіз накопленого гною в кагати, тоді необхідний об'єм гноєсховища

$$V_{\Gamma_1} = \frac{V_{\Gamma}}{6} = \frac{8883}{6} = 1480 \text{ м}^3.$$

З міркувань забудови приймаємо ширину та глибину гноєсховища $B_{\Gamma}=20\text{м}$, $h_{\Gamma}=2\text{м}$, тоді довжина

$$L_{\Gamma_1} = \frac{V_{\Gamma_1}}{B_{\Gamma} \cdot h_{\Gamma}} = \frac{1480}{20 \cdot 2} = 37 \text{ м}, \quad (2.9)$$

приймаємо $L_{Г_1} = 40\text{ м.}$

Габарити гноєсховища $L_{Г_1} \times B_{Г_1} = 40 \times 20\text{ м.}$

На рис.2.1 наводимо схематизацію форми великої рогатої худоби для відгодівлі 500 голів.

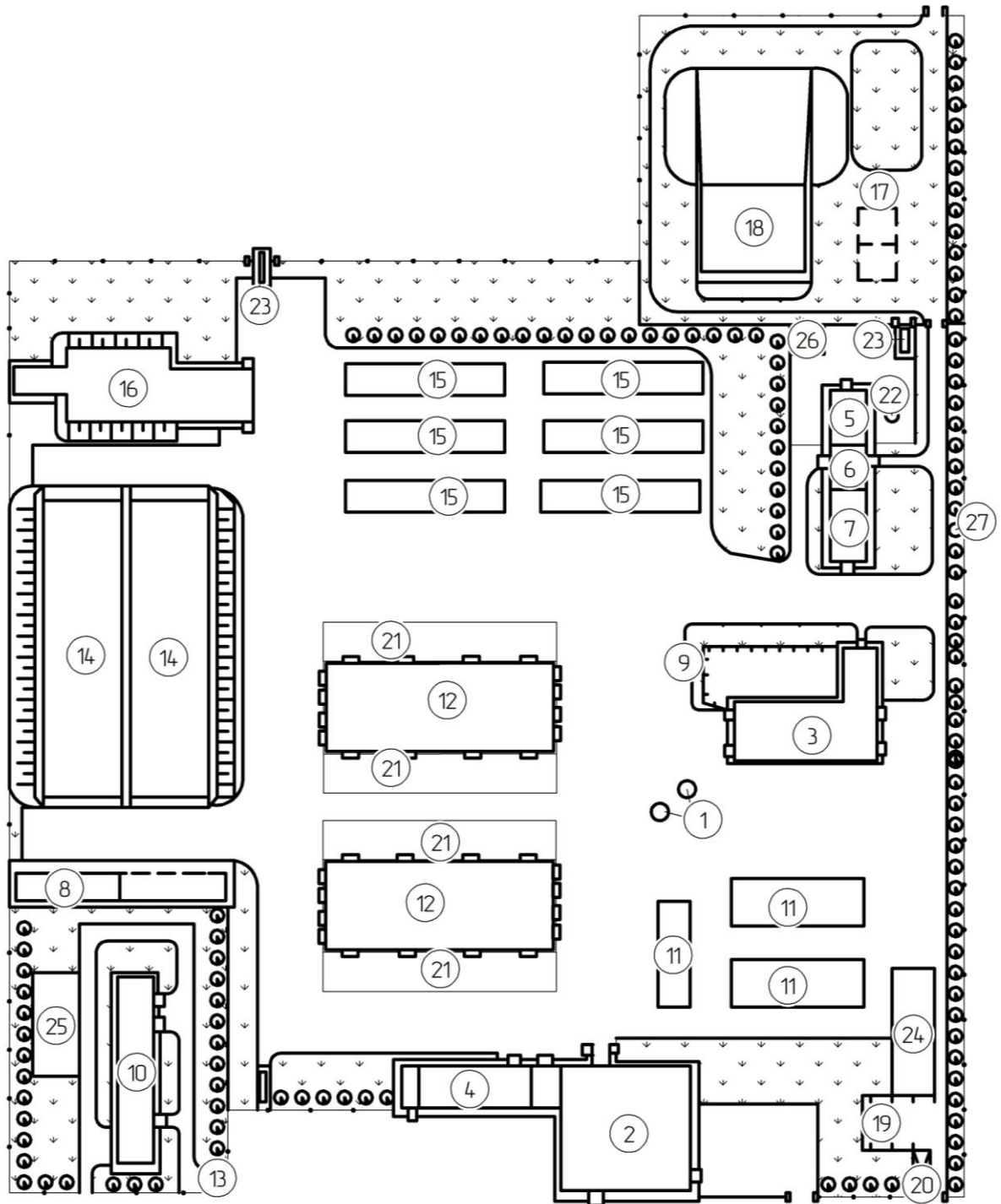


Рисунок 2.1. Схематизація плану ферми великої рогатої худоби

1 – водонапірна башта; 2 – адміністративна будівля; 3 – кормоцех; 4 – ветеринарно-санітарний пропускник; 5 – ізолятор; 6 – амбулаторія; 7 – стаціонар для корів; 8 – гараж; 9 – автомобільна вага; 10 – котельня; 11 – склад; 12 – ферма; 13 – трансформаторна підстанція; 14 – траншея для зберігання силосу; 15 – ангар для сіна; 16 – коренеплодосховище; 17 – механізовані лінії транспортування гною; 18 – гноєсховище; 19, 20 – площадка для відвантаження тварин; 21 – двори для вигулу тварин; 22, 23 – дезінфікатори; 24, 25 – господарські площадки; 26 – площадка для гною; 27 – каналізаційна станція.

2.2 Кількісний розрахунок машин кормоцеху

Добове споживання подрібненого фуражного зерна на добу становить [1,4]

$$M_{KK} = q_{KK} \cdot (N_1 + N_2) = 3 \cdot (250 + 250) = 1500 \text{ кг}. \quad (2.10)$$

Дробарка КДУ-2 подрібнить його за час [5, 6]

$$t_{KK} = \frac{M_{KK}}{P_{KK}}, \quad (2.11)$$

де P_{KK} – продуктивність дробарки КДУ-2, $P_{KK} = 2 \text{ т / год}$.

Отже

$$t_{KK} = \frac{1500}{2000} = 0,75 \text{ год}.$$

Приймаємо одну дробарку КДУ-2, яка протягом 45 хв забезпечить концентрованими кормами поголів'я ферми.

Об'єм концентрованих кормів

$$V_{KK} = \frac{M_{KK}}{\rho_{KK}} = \frac{1500}{650} = 2,31 \text{ м}^3. \quad (2.12)$$

Для кількісного розрахунку машин ІКМ-5, визначаємо добове споживання тваринами порізаних коренеплодів [1, 6]

$$M_K = q_{1K} \cdot N_1 + q_{2K} \cdot N_2 = 6 \cdot 250 + 8 \cdot 250 = 3500 \text{ кг}. \quad (2.13)$$

Комплексна машина ІКМ-5 подрібнює дану масу коренебульб протягом часу

$$t_K = \frac{M_K}{P_K}, \quad (2.14)$$

де P_K – продуктивність подрібнюючої машини ІКМ-5, $P_K = 5 \text{ т / год}$.

Отже

$$t_{KK} = \frac{3500}{5000} = 0,7 \text{ год}.$$

Для забезпечення безперебійної роботи кормоцеху достатньо однієї машини ІКМ-5.

Об'єм подрібнених коренеплодів становить

$$V_K = \frac{M_K}{\rho_K} = \frac{3500}{600} = 5,83 \text{ м}^3. \quad (2.15)$$

Вага добового споживання силосу

$$M_C = q_{1C} \cdot N_1 + q_{2C} \cdot N_2 = 18 \cdot 250 + 24 \cdot 250 = 10500 \text{ кг}. \quad (2.16)$$

Типова машина ІГК-Ф-4-1 подрібнить дану масу технологічної сировини за час

$$t_C = \frac{M_C}{P_C}, \quad (2.17)$$

де P_C – продуктивність машини ІГК-Ф-4-1, $P_C = 4 \text{ т / год}$.

Отже

$$t_{KK} = \frac{10500}{4000} = 2,625 \text{ год}.$$

Приймаємо одну машину ІГК-Ф-4-1

Об'єм подрібнених грубих кормів становить

$$V_C = \frac{M_C}{\rho_C} = \frac{10500}{450} = 23,3 \text{ м}^3. \quad (2.18)$$

Добовий об'єм та вага кормосуміші складають

$$V_0 = V_{KK} + V_K + V_C = 2,31 + 5,83 + 23,3 = 31,44 \text{ м}^3, \quad (2.19)$$

$$Q_0 = M_{KK} + M_K + M_C = 1500 + 3500 + 10500 = 15500 \text{ кг}, \quad (2.20)$$

Середня питома вага кормосуміші

$$\rho_0 = \frac{Q_0}{V_0} = \frac{15500}{31,44} = 493 \text{ кг/м}^3. \quad (2.21)$$

2.3. Кінематичний та енергетичний розрахунок коренебульборізки

На рисунку 2.2. показана конструктивна схема механізму порізки коренів [1, 4, 7].

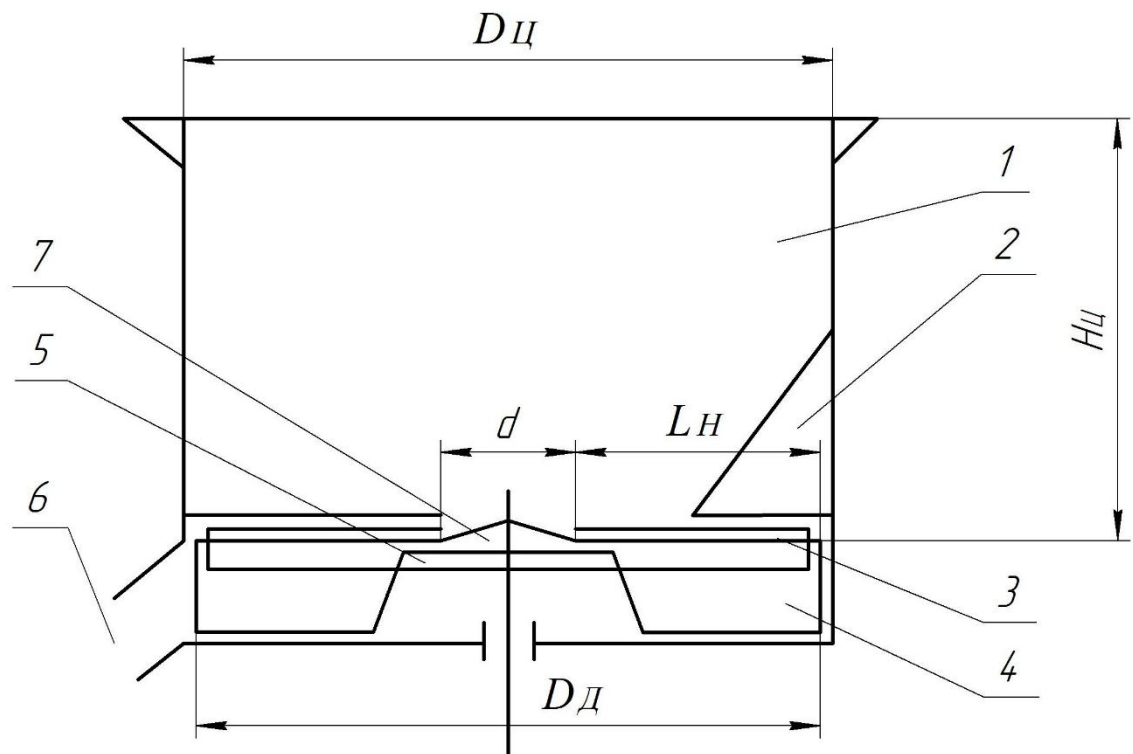


Рисунок 2.2 – Конструктивна схема механізму порізки коренів:

1 – корпус; 2 – відбійник; 3 – диск з ножами; 4 – лопатки; 5 – нижня опора;
6 – рукав; 7 – вал приводу.

Технологічна сировина подається в ємність 1 транспортера. Подрібнення сировини відбувається робочим органом, ножами, що знаходяться на диску за рахунок кінетичної енергії, яку набуває рухома система від двигуна. Для

забезпечення оптимальної порізки коренів валу необхідно надати частоту обертання [1, 2, 8].

$$n_{\max} = \sqrt{\frac{2g}{b_{\max} \cdot Z_H^2}}, \quad (2.22)$$

де $b_{\max}$ – максимальний вихідний розмір сировини, $b_{\max} = 0,04$ м;

g – прискорення земного тяжіння, $g = 9,81$ м/с²;

Z_H – кількість робочих органів, $Z_H = 4$ шт,

Отже

$$n_{\max} = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81}{0,4 \cdot 4^2}} = 5,54 \text{ об/с.}$$

Реальна швидкість робочого органу коренерізки,

$$n_{\partial} = (0,7 \dots 0,8) n_{\max}, \quad (2.23)$$

або

$$n_{\partial} = 0,8 \cdot 5,54 = 4,43 \text{ об/с.}$$

Діаметр робочих органів (ножів) машини порізки коренебульб:

$$D_K = \sqrt{\frac{250 Q_{ПК}}{b_{\min} \cdot Z_H \cdot \rho_K \cdot K_H \cdot \pi \cdot n_{\partial}}}, \quad (2.24)$$

де $Q_{ПК}$ – розрахункова продуктивність машини, $Q_{ПК} = 5$ т/год = 1,39 кг/с;

$b_{\min}$ – мінімальний вихідний розмір порізаних коренів, $b_{\min} = 0,02$ м;

K_H – коефіцієнт використання робочого органу машини, $K_H = 0,8$;

ρ_K – питома вага коренів, $\rho_K = 600$ кг/м³.

Таким чином

$$D_K = \sqrt{\frac{250 \cdot 1,39}{0,02 \cdot 4 \cdot 600 \cdot 0,8 \cdot \pi \cdot 4,43}} = 0,76 \text{ м.}$$

Лінійний розмір робочого органу (ножа)

$$L_H = \frac{D_K - d}{2}, \quad (2.25)$$

де d – внутрішній діаметр закріплення ріжучого органу, $d = 0,12$ м.

Таким чином

$$L_H = \frac{0,76 - 0,12}{2} = 0,32 \text{ м.}$$

Далі, конструктивно визначаємо розмір диска на якому кріпляться нож машини для порізки коренів

$$D_{\mathcal{D}} = D_K + 0,01. \quad (2.26)$$

Або

$$D_{\mathcal{D}} = 0,76 + 0,01 = 0,77 \text{ м.}$$

Габаритний розмір бункера, також визначаємо конструктивно

$$D_{\mathcal{U}} = D_{\mathcal{D}} + 0,01. \quad (2.27)$$

Підставивши числа отримаємо

$$D_{\mathcal{U}} = 0,77 + 0,01 = 0,78 \text{ м.}$$

Робочий об'єм бункера розраховуємо за формулою

$$V_B = \frac{60 t_{II} \cdot Q_{ПК}}{\rho_K}, \quad (2.28)$$

де t_{II} – час порізки коренебульб для забезпечення заданої продуктивності коренебульборізки, $t_{II} = 5$ хв.

Таким чином, об'єм бункера

$$V_B = \frac{60 \cdot 5 \cdot 1,39}{600} = 0,63 \text{ м}^3.$$

Відповідно висота бункера

$$H_B = \frac{4V_B}{\pi \cdot D_{II}^2} = \frac{4 \cdot 0,63}{\pi \cdot 0,78^2} = 1,32 \text{ м}. \quad (2.29)$$

Затрачена потужність на порізку коренів [1, 4]

$$N_{ПОДР} = q_P \cdot L_H \cdot K_H \cdot K \cdot Z_H \cdot n_o \left(\frac{D_K + d_D}{2} \right), \quad (2.30)$$

де q_P – сила затрачена на порізку одиниці довжини кореня, $q_P = 1,7$ Н/мм;

L_H – довжина робочого органу машини, $L_H = 320$ мм;

K – коефіцієнт, який залежить від заповнення бункера, $K = 0,6$.

Потужність порізки

$$N_{ПОДР} = 1,7 \cdot 320 \cdot 0,8 \cdot 0,6 \cdot 4 \cdot 4,43 \left(\frac{760 + 120}{2} \right) = 2036000 \frac{\text{Н} \cdot \text{мм}}{\text{с}} = 2,036 \text{ кВт}.$$

Втрати на подолання нетехнологічних затрат, тертя і т.д. отримуємо із формули

$$N_T = f_T \cdot Q_{ПК} \cdot R \cdot n_o \cdot K_1 \cdot t_1, \quad (2.31)$$

де f_T – коефіцієнт тертя між коренями та поверхнею бункера, $f_T = 0,5$;

R – зовнішній розмір ножа, $R = D_K / 2 = 0,76 / 2 = 0,38\text{м}$;

K_1 – коефіцієнт зменшення коефіцієнту тертя від подрібнених коренів,

$$K_1 = 0,8;$$

t_1 – час переробки коренів, що знаходяться у бункері, $t_1 = 5$ хв.

У числовому вигляді

$$N_T = 0,5 \cdot 12,664 \cdot 0,38 \cdot 4,43 \cdot 0,8 \cdot 5 \cdot 60 = 2553 \text{ Вт} = 2,553 \text{ кВт}.$$

Затрачена потужність для виконання технологічної операції по порізці коренів

$$N = (N_{\text{ПОДР}} + N_T) \cdot K_3, \quad (2.32)$$

де K_3 – коефіцієнт запасу, який передбачає невраховані фактори, що виникають під час роботи машини, $K_3 = 1,4$.

Таким чином

$$N = (2,036 + 2,553) \cdot 1,4 = 6,43 \text{ кВт}.$$

2.4. Технологічний та енергетичний розрахунок змішувача кормів

Доброякісне вимішування кормосумішей сприяє покращенню відгодівлі тварин на фермах. У кормоцехах на фінішному етапі приготування корму окремі види кормів, які надходять з ліній концентрованих кормів, порізки коренів та силосу поступають транспортерами до кормозмішувача. Схема приготування суміші кормів показана на рисунку 2.3 [1, 4].

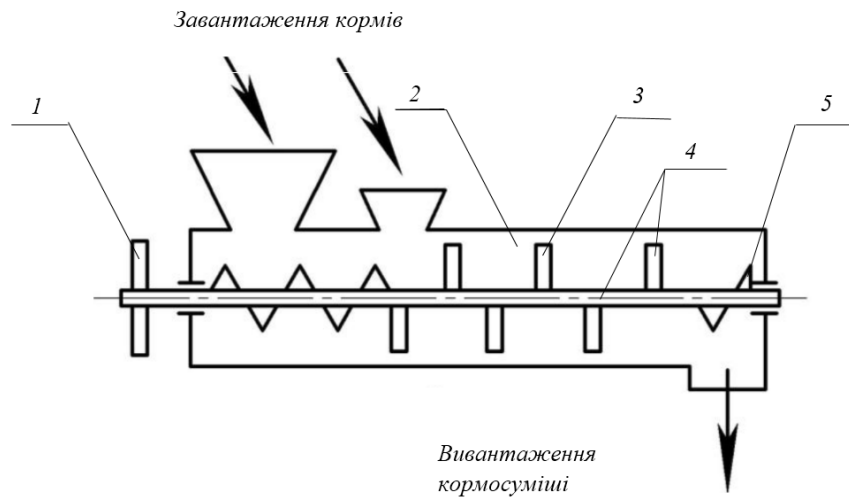


Рисунок 2.3 – Схема приготування суміші:

1 – шків; 2 – бункер; 3 – робочі органи; 4 – привідний вал;
5 – вивантажувальний механізм.

Визначаємо об'єм бункера для забезпечення кормами тварин ферми

$$V_{3M} = \frac{Q_0}{n_{\text{Ц}} \cdot \rho_{\text{КС}} \cdot k_{3M}}, \quad (2.33)$$

де Q_0 – добова вага корму, $Q_0=15500\text{кг}$,

$n_{\text{Ц}}$ – кількість змішувань, $n_{\text{Ц}}=4\text{шт}$;

ρ_0 – питома вага корму, $\rho_{\text{КС}}=493\text{ кг/м}^3$;

k_{3M} – коефіцієнт заповнення бункеру $k_{3M}=0,8$.

Отже

$$V_{3M} = \frac{15500}{3 \cdot 493 \cdot 0,8} = 4,91\text{ м}^3.$$

Визначаємо кількість машин

$$n_3 = \frac{V_{3M}}{V_{13M}}, \quad (2.34)$$

де V_{13M} – об'єм бункера однієї змішувальної машини, $V_{13M} = 3 \text{ м}^3$;

Таким чином кількість машин рівна

$$n_3 = \frac{4,91}{3} = 1,64,$$

приймаємо $n_3 = 2$ шт.

За одну годину при циклі $T_{\text{Ц}} = 20$ хв, машина приготує

$$Q_{13M} = \frac{60 V_{13M} \cdot \rho_0 \cdot k_{3M}}{T_{\text{Ц}}} = \frac{60 \cdot 3 \cdot 493 \cdot 0,8}{20} = 3550 \text{ кг/год.} \quad (2.35)$$

Довжину вала з робочим органом змішувача дорівнює

$$L_{3M} = \frac{4 \cdot V_{13M}}{\pi \cdot D_{3M}^2}, \quad (2.36)$$

де D_{3M} – внутрішній діаметр бункера, $D_{3M} = 1,2$ м.

Таким чином

$$L_{3M} = \frac{4 \cdot 3}{\pi \cdot 1,2^2} = 2,6 \text{ м.}$$

Кількість робочих органів [1, 2, 4]

$$Z_{\text{Л}} = \frac{360 L_{3M}}{S_{\text{У.Л}} \cdot \beta^\circ}, \quad (2.37)$$

де $S_{\text{У.Л}}$ – відстань між двома сусідніми робочими органами (лопатями),

$$S_{\text{У.Л}} = 0,4 \text{ м;}$$

β – кутова орієнтація робочих органів, $\beta = 90^\circ$.

В числовому вигляді

$$Z_{\text{Л}} = \frac{360 \cdot 2,6}{0,4 \cdot 90^\circ} = 26.$$

Кількість робочих органів, які приймають участь у технологічному процесі одночасно

$$Z_{\text{ЛО}} = \frac{L_{3M}}{S_{\text{У.Л}}} \left(\frac{180^\circ}{\beta^\circ} - m \right), \quad (2.38)$$

де m – числовий коефіцієнт, який залежить від кута β , при $\beta = 90^\circ$

$$m = 1.$$

Отже кількість лопатей рівна

$$Z_{\text{ЛО}} = \frac{2,6}{0,4} \left(\frac{180^\circ}{90} - 1 \right) = 6,5,$$

приймаємо $Z_{\text{ЛО}} = 7$.

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ РОЗРОБКИ

3.1 Обґрунтування вибору кінематичної схеми подачі кормосумішей

3.1.1 Технологічні розрахунки механізмів подачі кормів

На спроектованій фермі по відгодівлі великої рогатої худоби використовуємо мобільні кормороздатчики. Їх використання має ряд переваг, а саме: доставка кормосумішей від кормоцеху до ферми без додаткових перевантажень; видача корму кожній тварині в нормованій дозі; відносно швидка роздача кормів всьому поголів'ю ферми. Один мобільний кормороздатчик має можливість роздавати корми на декількох фермах. При проектуванні приміщень ферми слід враховувати ширину проїздів, додаткові засоби вентиляції і саме головне – синхронізувати рух кормороздатчика з кількістю кормів що видається кожній групі тварин [4].

Ферма має два приміщення по відгодівлі 250 голів великої рогатої худоби кожне (рис. 3.1).

По обидві сторони від проїзду кормороздатчика знаходяться годівниці. Ферма спроектована таким чином, що тварини розбиті на вісім груп, або по чотири групи з кожної сторони. Кожна окрема група налічує по 32 корови, довжина годівниці $l = 13,5$ м.

Призначаємо дворазове годування великої рогатої худоби. За одне годування, кожна тварина повинна отримати корму, що у ваговому та об'ємному еквіваленті складають.

$$q_0 = \frac{Q_0}{2 \cdot 500} = \frac{15500}{2 \cdot 500} = 15,5 \text{ кг}; \quad (3.1)$$

$$V_{01} = \frac{V_0}{2 \cdot 500} = \frac{31,44}{2 \cdot 500} = 31,44 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3; \quad (3.2)$$

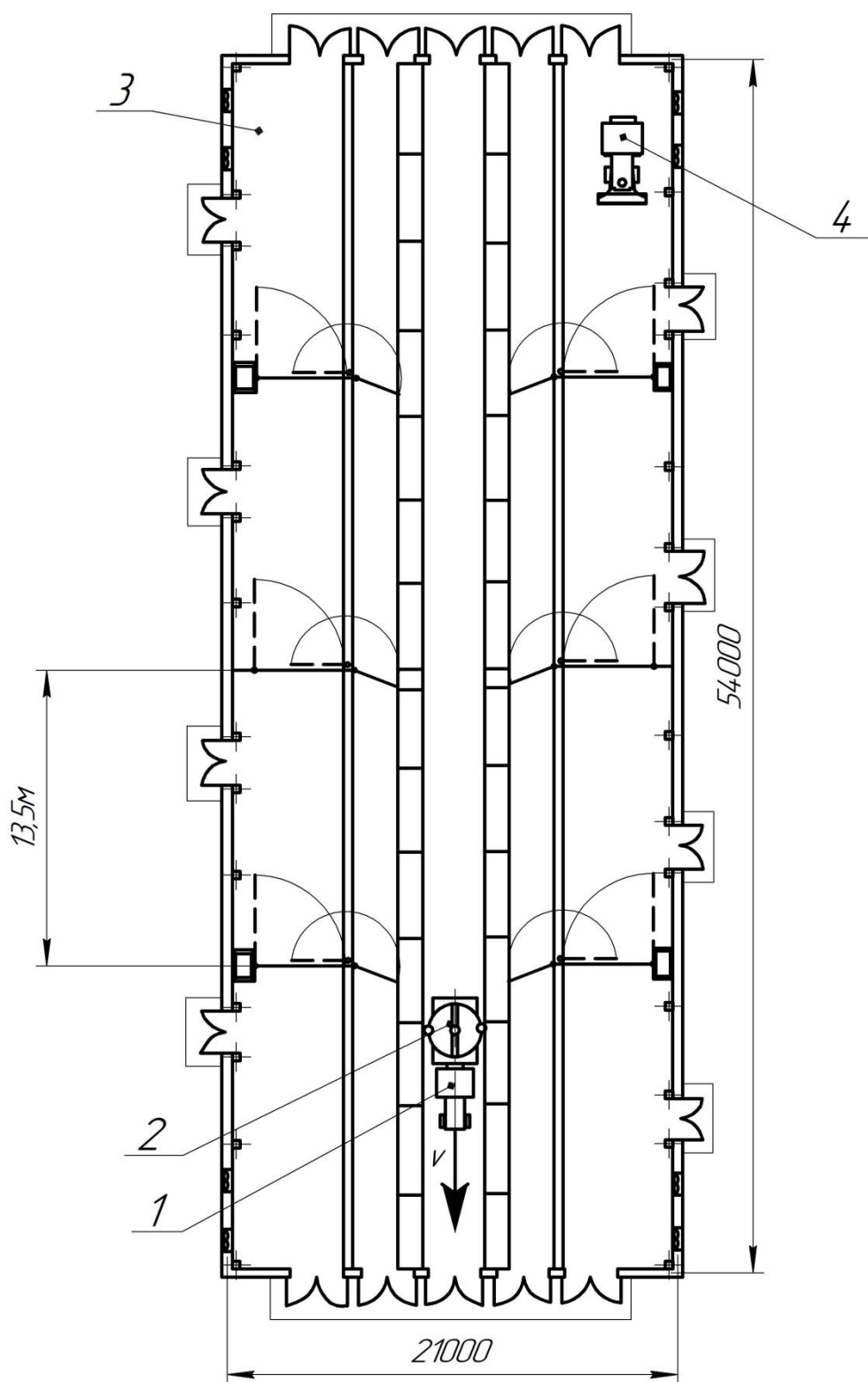


Рисунок 3.1. Схема годування великої рогатої худоби

1 – трактор роздатчик кормів; 2 – бункер кормороздатчик; 3 – приміщення відгодівлі групи тварин, 32 голів; 4 – трактор очищення приміщень.

Для групи великої рогатої худоби, яка знаходиться в одному приміщенні для разового згодування необхідний об'єм бункера для кормо суміші становить:

$$V_B = V_{01} \cdot 250 = 31,44 \cdot 10^{-3} \cdot 250 = 7,86 \text{ м}^3. \quad (3.3)$$

Розміри бункера приймаємо конструктивно, $D = 2 \text{ м}$, об'єм бункера:

$$V_B = \frac{\pi D^2}{4} \cdot H,$$

звідки визначаємо висоту бункеру:

$$H = \frac{4 \cdot V_B}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 7,86}{\pi \cdot 2,0^2} = 2,5 \text{ м},$$

приймаємо $H = 2,5 \text{ м}$, що дозволяє по габаритах в проїзд брами приміщення ферми.

3.1.2 Вибір кінематичної схеми та розрахунок кінематичних параметрів мобільного кормороздатчика

Технологічна та кінематична схеми подачі кормосумішей показані на рисунках 3.2, 3.3 [7, 8].

По краях бункера 1 розміщені вивантажувальні шнеки 2. Кормосуміш, яка знаходиться в бункері, через щілини 6 за допомогою лопатевого механізму 3

завантажується до механізмів подачі суміші, яка вивантажується у годівниці для тварин через рукав 4.

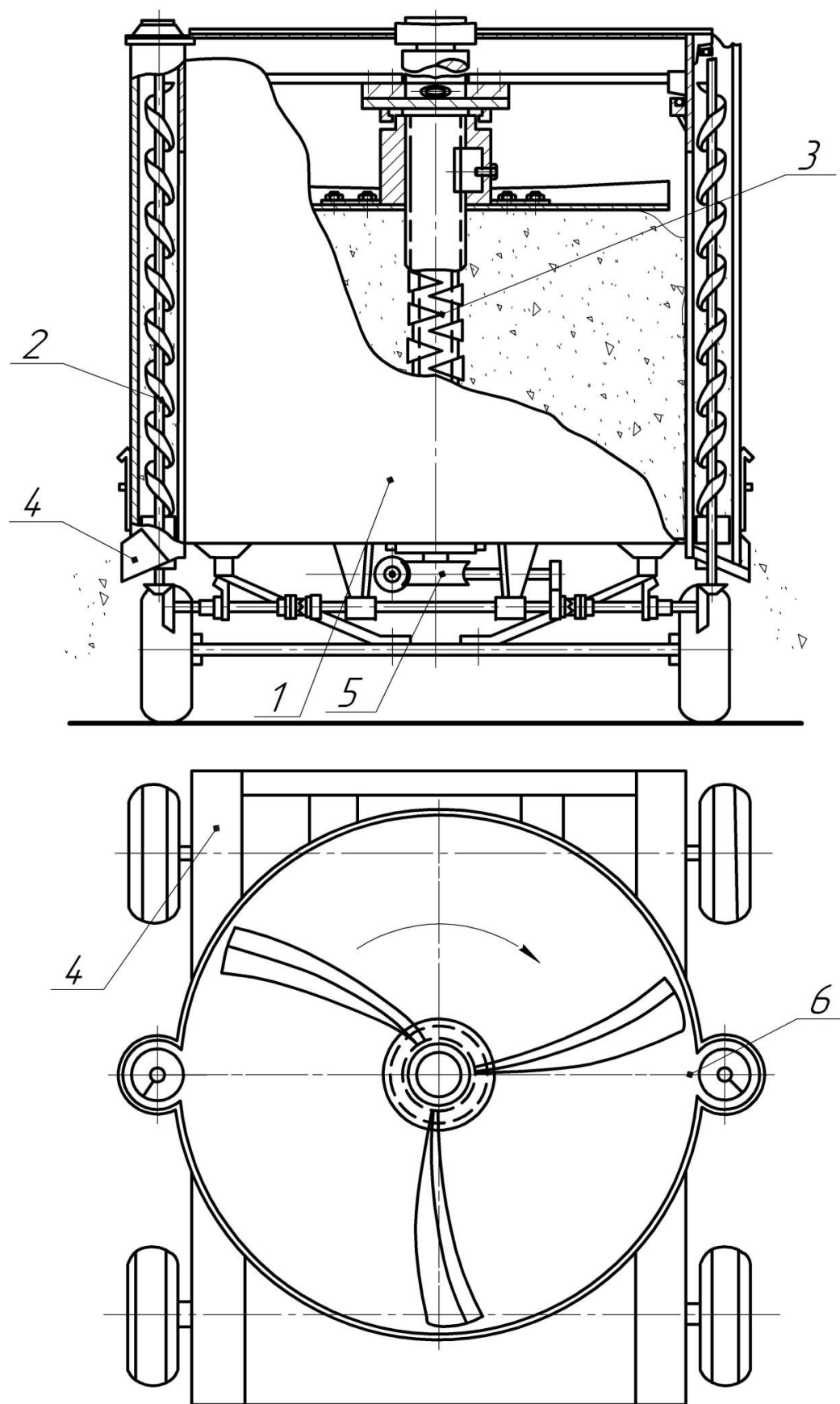


Рисунок 3.2. Технологічна схема мобільного кормороздатчика

1 – бункер; 2 – вивантажувальний шнек; 3 – механізм лопатевого завантажувача; 4 – вивантажувальний рукав; 5 – редуктор; 6 – технологічна щілина

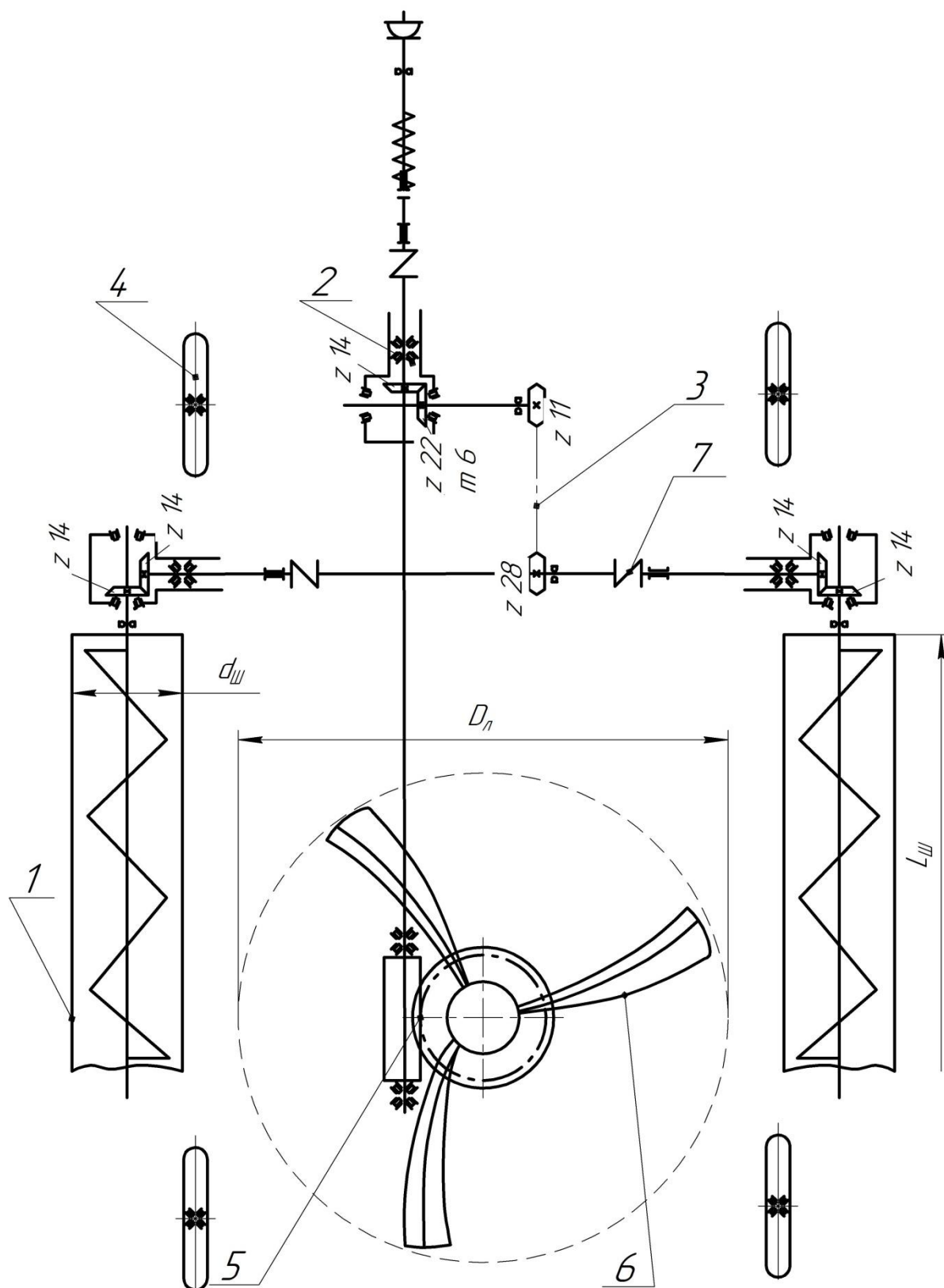


Рисунок 3.2. Кінематична схема мобільного кормороздатчика

1 – вивантажувальні шнеки; 2 – редуктор; 3 – ланцюгова передача; 4 – ходова частина; 5 – черв'ячний редуктор; 6 – лопатевий кормозавантажувальний механізм; 7 – муфти

Для нормативного забезпечування кормами великої рогатої худоби, вивантажувальний шнек повинен мати продуктивність [9-11]

$$Q_{ш} = \frac{Q_{Г}}{l} \cdot v, \quad (3.4)$$

де $Q_{Г}$ – вага корму тваринам, що знаходяться в одній клітці,

$$Q_{Г} = q_0 \cdot 32 = 15,5 \cdot 32 = 496 \text{ кг};$$

l – довжина годівниці, $l = 13,5 \text{ м}$ (див.рис. 3.1);

v – швидкість руху кормороздатчика, $v = 0,56 \text{ м/с}$.

Отже

$$Q_{ш} = \frac{496}{13,5} \cdot 0,56 = 20,6 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

Анатлогічно обємна продуктивність одного шнека

$$Q_v = \frac{Q_{ш}}{\rho_0} = \frac{20,6}{4,93} = 41,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 / \text{с}.$$

3.2 Розробка конструкції вивантажувача кормосумішей

3.2.1. Вибір конструкції шнекового вивантажувача мобільного кормороздатчика

До недоліків класичних шнекових пристроїв при вивантаженні кормосумішей слід віднести налипання кормосуміші на поверхні шнека та

поверхні корпусу. У більшості випадків шнекові вивантажувачі виготовляють прямолінійної форми. В проектуваному вивантажувачі є потреба в конструюванні шнека гнучкого шнека. Провівши патентний пошук [12-14], (рис. 3.3, 3.4, 3.5) для вивантаження кормосумішей приймаємо комбінацію трьох шнеків.

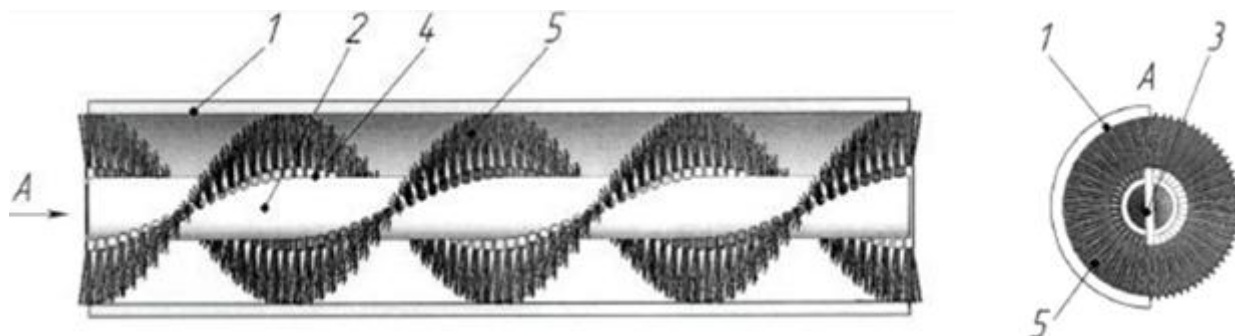


Рисунок 3.3. Еластичний шнек

1 – кожух; 2 – пустотілий вал; 3 – пустотіла циліндрична трубка; 4 – краї пустотілих трубок; 5 – еластичні елементи

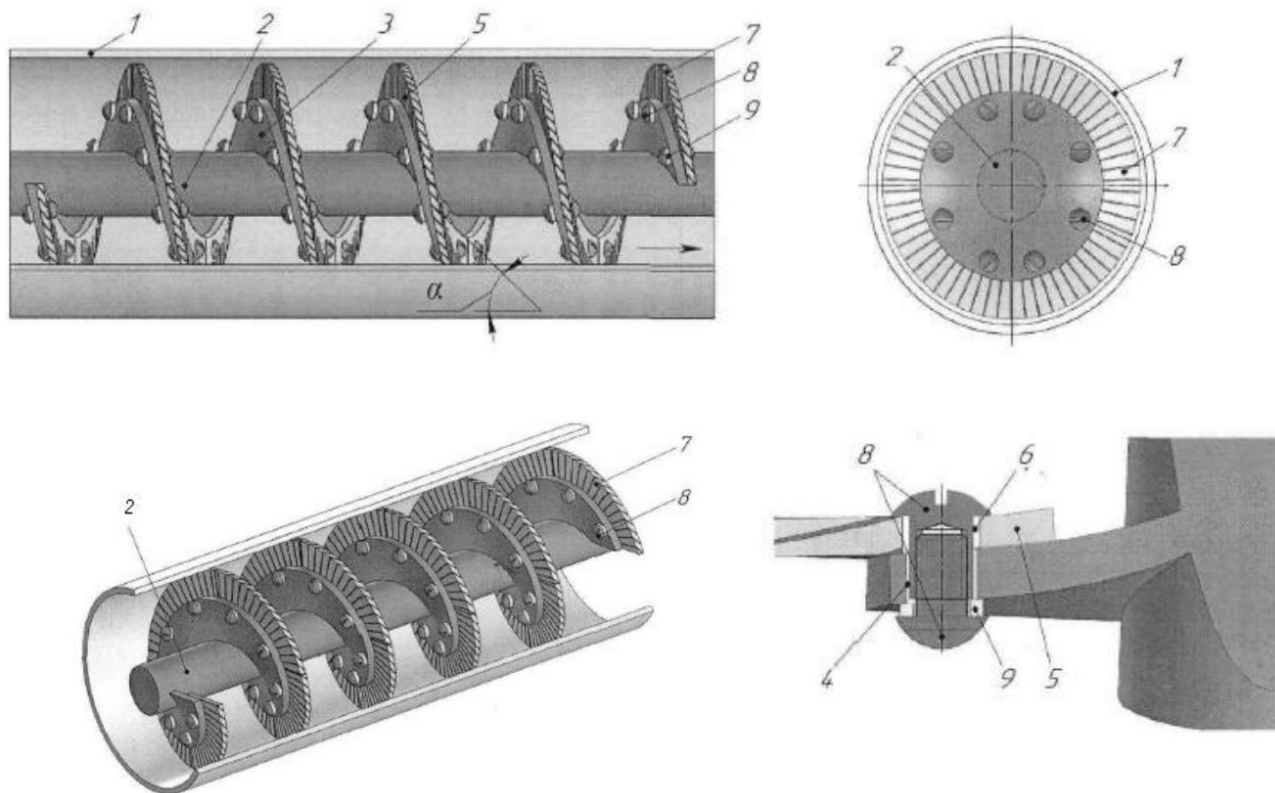


Рисунок 3.4. Шнек із еластичною гвинтовою поверхнею

1 – направляючий кожух; 2 – вал; 3 – несуча спіраль; 4 – отвори для кріплення смугової спіралі; 5 – еластичні сектори; 6 – технологічні отвори; 7 – розрізні пелюстки; 8 – кріпильні елементи; 9 – шайба

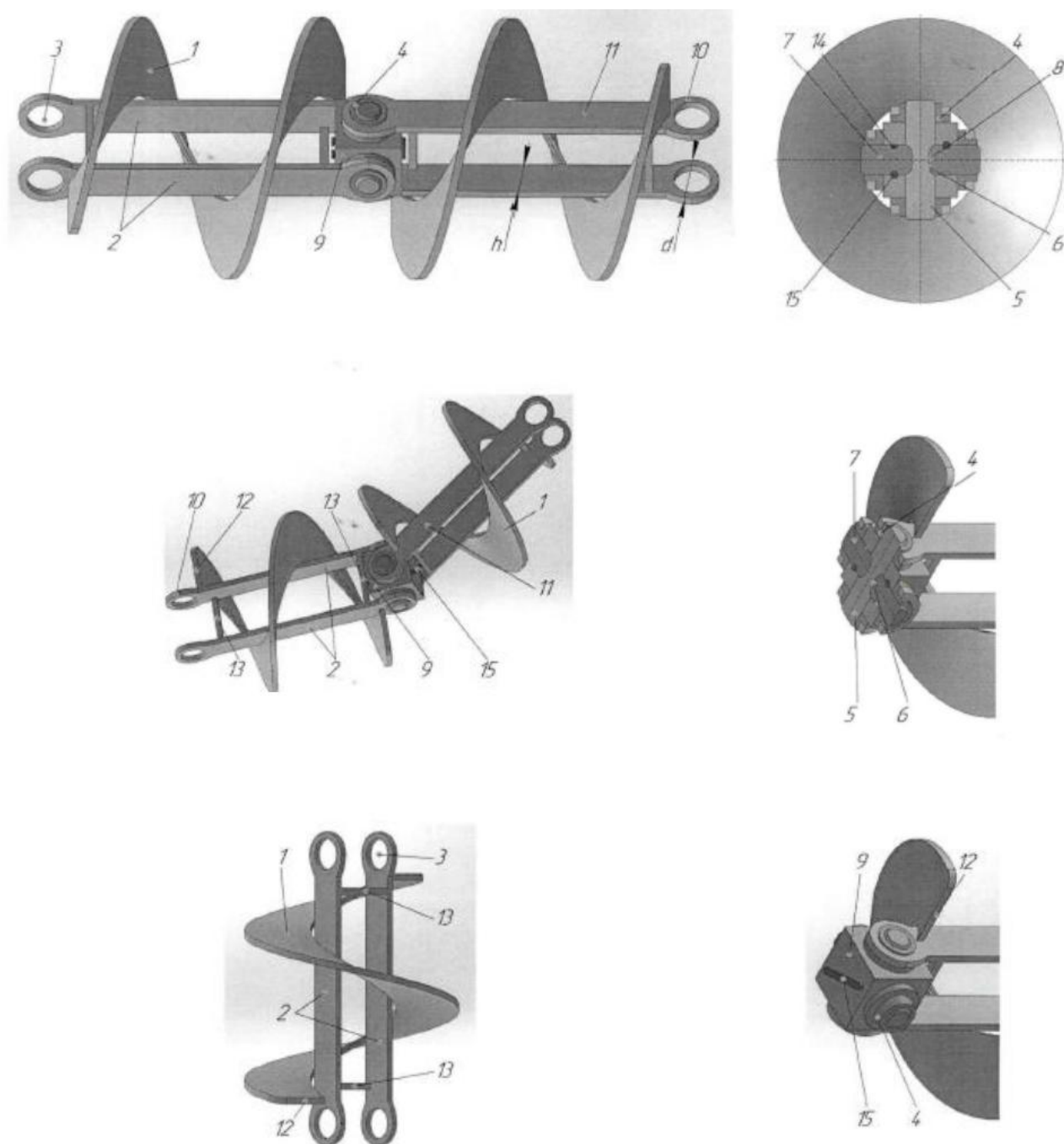


Рисунок 3.5. Шарнірний шнек

1 – гвинтове ребро; 2 – пластина; 3 – отвори; 4 – антифрикційна втулка;
 5,6 – центральний палець з виточкою; 7 – фіксуючий палець;
 8, 10, 11 – геометричні поверхні; 9 – квадратна основа; 12 – торці гвинтових
 ребер; 13 – поперечні пластини; 14 – канавки; 15 – шплінт

Для верхньої прямолінійної частини шнека приймаємо конструкцію з еластичним шнеком для кращого захоплення кормосуміші (рис. 3.3), середню частину шнека із еластичною гвинтовою поверхнею для кращого транспортування кормосуміші (рис. 3.4). Для зміни напрямку руху корму використовуємо шарнірний шнек (рис. 3.5).

3.2.2 Розрахунок геометричних параметрів шнекового вивантажувача

Продуктивність вертикального шнекового вивантажувача кормів [15-16]

$$Q_{ш} = \frac{\pi(D_{ш}^2 - d^2)S \cdot \omega \cdot \rho_0 \cdot \varphi_H}{4}, \quad (3.5)$$

звідки визначаємо зовнішній діаметр шнека

$$D_{ш} = \sqrt{\frac{4Q_{ш} + \pi \cdot d^2 \cdot S \cdot \omega \cdot \rho_0 \cdot \varphi_H}{\pi \cdot S \cdot \omega \cdot \rho_0 \cdot \varphi_H}}, \quad (3.6)$$

де d – внутрішній діаметр шнека, приймаємо $d=80\text{мм}$;

S – крок шнека, приймаємо $S=200\text{мм}$;

ω – кутова швидкість шнекового механізму, приймаємо $\omega=3,0\text{с}^{-1}$;

φ_H – коефіцієнт заповнення об'єму шнека $\varphi_H=0,9$.

Таким чином

$$D_{III} = \sqrt{\frac{4 \cdot 20,6 + \pi \cdot 0,08^2 \cdot 0,2 \cdot 3 \cdot 493 \cdot 0,9}{\pi \cdot 0,2 \cdot 3 \cdot 493 \cdot 0,9}} = 0,324 \text{ м},$$

приймаємо $D_{III} = 350 \text{ мм}$.

Продуктивність лопатевого механізму навантаження кормів у вивантажувальний шнек визначаємо за формулою

$$Q_L = \frac{D_L \cdot \rho_0 \cdot z \cdot B \cdot v_0}{0,07 \cdot k_1 \cdot k_2}, \quad (3.7)$$

звідки визначаємо висоту лопатки

$$B = \frac{0,07 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot Q_L}{D_L \cdot \rho_0 \cdot z \cdot v_0}, \quad (3.8)$$

де D_L – зовнішній діаметр лопатки, $D_L = D_B = 2,0 \text{ м}$;

Q_L – продуктивність лопатевого механізму, $Q_L = Q_{III} = 20,6 \text{ кг/с}$;

k_1, k_2 – коефіцієнти впливу геометричних характеристик та

нерівномірностей завантаження лопастей, $k_1 = 2,5$, $k_2 = 2,1$;

v_0 – середня колова швидкість кормосуміші, $v_0 = 0,6 \text{ м/с}$;

z – кількість лопаток, приймаємо $z = 3$.

Необхідна висота лопатки механізму завантаження

$$B = \frac{0,07 \cdot 2,5 \cdot 2,1 \cdot 20,6}{2,0 \cdot 493 \cdot 3 \cdot 0,6} = 0,15 \text{ м}.$$

3.3 Аналіз результатів дослідження

Продуктивність кормороздатчика для заданої ферми величиною постійною. За одне годування кожна тварина повинна отримати 32 кг корму. Продуктивність шнекового роздавача залежить від довжини годівниці, швидкості руху кормороздавача та кількості тварин у одній клітці (3.4)

$$Q_{III} = \frac{32 \cdot q_0}{l} \cdot v. \quad (3.9)$$

Швидкість руху кормороздавача залежить від часу, за який проходить повна роздача корму:

$$v = \frac{L}{60t}, \quad (3.10)$$

де L – довжина ферми, $L = 54$ м;;

t – час роздачі корму, $t = 10-30$ хв.

Використовуючи залежності (3.6, 3.9, 3.10), визначаємо діаметр шнека в залежності від часу роздачі корму

$$D_{III} = \sqrt{\frac{4 \cdot \left(\frac{32 \cdot q_0}{l} \cdot \frac{L}{60t} \right) + \pi \cdot d^2 \cdot S \cdot \omega \cdot \rho_0 \cdot \varphi_H}{\pi \cdot S \cdot \omega \cdot \rho_0 \cdot \varphi_H}},$$

Будуємо графік залежності діаметра шнека від часу роздачі корму (рис. 3.5)

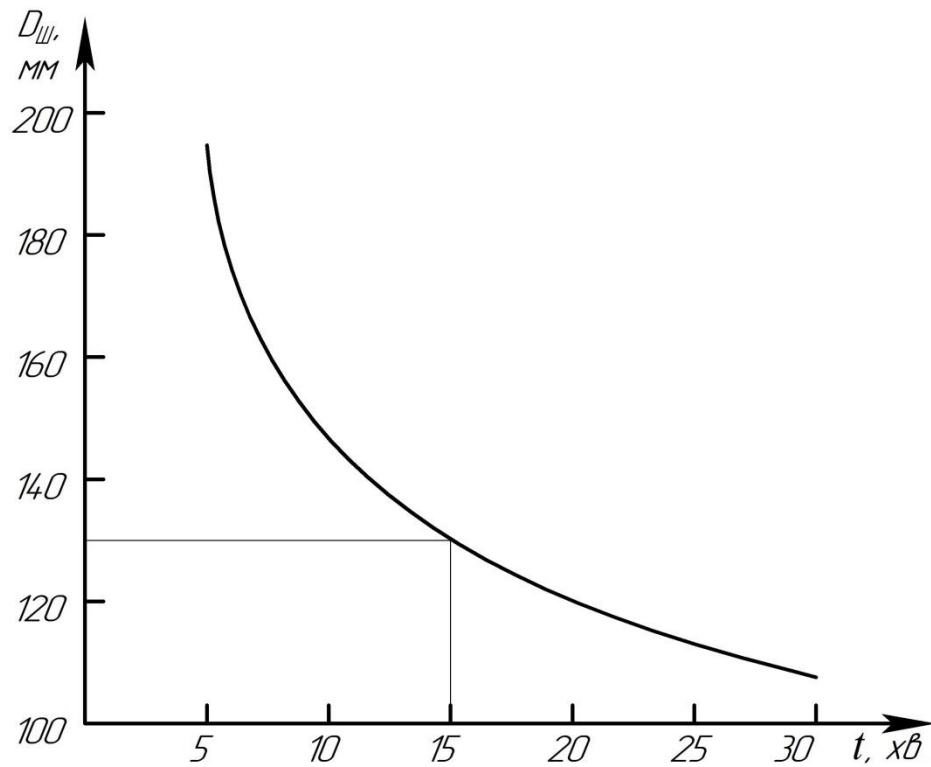


Рисунок 3.5. Графік залежності діаметра шнека від часу роздачі корму

Рекомендуємо для спроектованого мобільного кормороздатчика прийняти наступні параметри шнека: час роздачі корму $t=15$ хв, $D_{III} = 130$ мм (див. рис. 3.5).

4.ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Безпека праці на фермі по відгодівлі великої рогатої худоби

На сучасному етапі розвитку фермерських господарств по утриманню тварин необхідно дотримуватися жорстких санітарно-епідеміологічних норм захисту, по причині великої концентрації тварин та їх міграції. Тваринницькі ферми повинні знаходитися на віддалених територіях, доступ до яких повинен бути обмежений. На територію ферми допускається виключно персонал, а саме: обслуговуючий персонал великої рогатої худоби; ветеринарний лікар; зоотехнік; робітники по роздачі кормів [17-19].

У приміщенні ферми передбачена побудова кімнати для працівників в якій розміщено гардеробну, душову, аптечку з ліками для першої медичної допомоги.

Обслуговуючий персонал тваринницької ферми планово забезпечується індивідуальними засобами (табл.. 4.1), в яких він зобов'язаний знаходитися під час роботи.

Важливе значення для здорового життєзабезпечення тваринницької ферми має вентилявання приміщення. При утриманні значної кількості великої рогатої худоби виділяється значна кількість вуглекислого газу, який негативно впливає на фізіологічні властивості тварин, а також обслуговуючого персоналу.

Для оптимальної життєдіяльності ферми з кількістю $N_1=250$ голів великої рогатої худоби, необхідний приток свіжого повітря становить [харків]:

$$L = \frac{d \cdot N_1}{d_2 - d_1} \cdot \varphi, \quad (4.1)$$

де d – вміст вуглекислого газу утвореного однією коровою, $d = 47$ л/гол
 d_1 – кількість вуглекислого газу в атмосфері $d_1 = 1,3$ л/м³;
 d_2 – рекомендовано-допустимий вміст вуглекислого газу $d_2 = 2,5$ л/м³;
 φ – коефіцієнт запасу притоку повітря зовні, приймаємо $\varphi = 2,5$.

Тобто

$$L = \frac{47 \cdot 250}{2,5 - 0,3} \cdot 2,5 = 13352 \text{ м}^3.$$

Таблиця 4.1 – Засоби індивідуального захисту

Професія і види робіт	Кіл. чол.	Найменування засобів захисту	Термін придатності, міс.	Потрібна кількість на рік
Ветлікар	1	Халат білий	12	5
Зоотехнік	1	Халат білий, халат х/б	12 3	18 18
Інженер – механік	1	Взуття	6	2
Оператор по обслуговуванню ВРХ	2	Халат х/б,	12	2
		халат з водостійкою	6	4
		пропиткою, фартух,	12	2
		чоботи гумові, куртка	24	2
		ватна,	6	4
Робочі кормоцеху	2	рукавищі		
		Комбінезон х/б,	12	2
		халат х/б,	12	2
		рукавищі,	6	4
Трактористи	2	черевики шкіряні	12	2
		Комбінезон,	12	2
		рукавищі,	6	4
		куртка ватна	24	2

Число каналів вентиляційних шахт:

$$n = \frac{A}{p}, \quad (4.2)$$

де p – рекомендована площа одного каналу вентиляційної шахти,

$$p = 0,9 \text{ м}^2;$$

A – сумарна площа вентиляційних шахт,

$$A = \frac{L}{3600 \cdot v}, \quad (4.3)$$

v – швидкість надходження свіжого повітря,

$$v = 2,2 \sqrt{\frac{H(t_b - t_n)}{273}}, \quad (4.4)$$

H – висота шахти повітрообмінника, $H = 6 \text{ м}$;

H – висота шахти повітрообмінника, $H = 6 \text{ м}$;

t_b – температура повітря ферми, $t_b = 22^\circ \text{C}$;

t_n – температура атмосферного повітря, $t_n = 14^\circ \text{C}$;

Проводимо числові визначення

$$v = 2,2 \sqrt{\frac{6(22 - 14)}{273}} = 0,923 \text{ м/с};$$

$$A = \frac{13352}{3600 \cdot 0,923} = 4,02 \text{ м}^3;$$

$$n = \frac{4,02}{9} = 4,47,$$

приймаємо $n = 5$ вентиляційних шахт.

Добове оновлення тваринницької ферми становить.

$$K = \frac{L}{V_{\phi}}, \quad (4.5)$$

де V_{ϕ} – об'єм тваринницької ферми, $V_{\phi} = 2230 \text{ м}^3$.

Таким чином за добу повітря оновиться

$$K = \frac{13352}{2230} = 5,99 \approx 6 \text{ разів.}$$

Велика рогата худоба виділяє в приміщення ферми кількість теплоти [4]:

$$Q_T = \rho_T \cdot N_1, \quad (4.6)$$

де ρ_T – виділення теплоти на одну голову великої рогатої худоби за годину, $\rho_T = 2380 \text{ кДЖ/год.}$

Отже

$$Q_T = 2380 \cdot 250 = 595000 \text{ кДЖ/год.}$$

Кількість теплоти вентиляційного повітря, яке надходить до приміщення ферми, залежить від зовнішньої температури і має кількість теплоти

$$Q_{\Pi} = \rho_{\Pi} \cdot L \cdot \gamma_{\Pi} (t_b - t_n), \quad (4.6)$$

де γ_{Π} – питома вага повітря, $\gamma_{\Pi} = 1,29 \text{ кг/м}^3$;

ρ_{Π} – теплоємність повітря, $\rho_{\Pi} = 1$ кДЖ/кг·град.

Таким чином

$$Q_{\Pi} = 1 \cdot 13352 \cdot 1,29(22 - 14) = 137793 \text{ кДЖ/год},$$

$$Q_T = 595000 \text{ кДЖ/год} > Q_{\Pi} = 137793 \text{ кДЖ/год}.$$

Залишок теплоти виділеною тваринами ферми слід компенсувати охолодженням повітря, яке надходить у приміщення ферми до температури, яку визначимо з балансу кількості теплоти:

$$Q_T - Q_{\Pi} = Q_T - \rho_{\Pi} \cdot L \cdot \gamma_{\Pi} (t_b - t_{ox}) = 0, \quad (4.7)$$

звідки

$$t_{ox} = \frac{Q_T - \rho_{\Pi} \cdot L \cdot \gamma_{\Pi} \cdot t_b}{\rho_{\Pi} \cdot L \cdot \gamma_{\Pi}} = \frac{595000 - 1 \cdot 13352 \cdot 1,29 \cdot 22}{1 \cdot 13352 \cdot 1,29} = 12,5^{\circ}C.$$

У даному випадку атмосферне повітря слід охолодити з $14^{\circ}C$ до $12,5^{\circ}C$. У зимовий період часу повітря слід нагрівати в залежності від величини зовнішньої температури, виходячи з формули (4.7).

4.2 Захист персоналу та навколишнього середовища від небезпечних виробничих факторів

Тваринницькі господарства відносяться до об'єктів, які повинні працювати без зупинок і випускати заплановані обсяги продукції. При виникненні надзвичайних ситуацій на об'єктах такого типу, а саме, пожежі, вибухи, викиди отруйних речовин, необхідно передбачити планові заходи по їх усуненню у короткі терміни з мінімальними втратами для виробництва [20-21].

Для підвищення стійкості роботи тваринницьких об'єктів господарювання необхідно розробити типові заходи по організації захисту та подальшого виробництва продукції. Перелічимо основні заходи по захисту об'єктів сільськогосподарського виробництва.

Планування цивільного захисту об'єкту в мирний та військовий час, до яких включають почерговість дій, чисельну кількість людей та механізмів задіяних у них.

Оперативне проведення укріплення будівель тваринницьких ферм від захисту дій ударної хвилі, отруєння хімічними речовинами і т.д. У даній ситуації слід передбачити герметизацію приміщень всіма можливими засобами: закрити вікна щитами або поліетиленовою плівкою; щілини утворені у результаті вибуху заробити глиняними або цементно-вапняними розчинами. Зсередини передбачити закриття вікон та дверей матами або полотняними шторами. Двері слід ущільнити гумовими прокладками. Системи вентиляції на випадок надзвичайних ситуацій слід укомплектувати спеціальними фільтрами.

Для забезпечення автономного існування тваринницьких ферм слід створити запаси питтєвої води та кормів у середині ферми приблизно на тиждень. Кількість кормів та води для кожної групи тварин розрахувати окремо. По можливості використовувати воду з свердловин або захищених джерел. При радіоактивному зараженні випасати худобу не рекомендовано.

Організувати санітарно-ветеринарний захист тварин:

- створити сприятливі умови утримання тварин;
- провести санітарно профілактичну обробку тварин;
- при необхідності надавати ветеринарну допомогу;
- регулярно проводити обеззараження території ферм від хімічно-ядовитих речовин, радіоактивних елементів і т.д.;
- постійно проводити контроль за станом здоров'я тварин.

Передбачити план евакуації тварин у разі крайньої необхідності.

Забезпечити автономне енергозабезпечення тваринницьких ферм, тому слід передбачити електрогенератори будь-яких типів, а також роботу насосів від приводу мобільного транспорту.

Організувати знищення уражених тварин, їх обеззараження та захоронення.

Передбачити організацію заходів пожежогасіння в умовах ізоляції господарства:

- створити резервуари з водою або ізольовані водойми;
- підтримувати територію тваринницької ферми у порядку, не нагромаджувати зайвих матеріалів, особливо вогнебезпечних;
- регулярно оглядати кришки резервуарів води, засобів пожежогасіння і при потребі створювати вільний доступ до них;
- планово проводити навчання персоналу ферми правилам поведінки у випадках надзвичайних ситуацій.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Обґрунтовано конструктивні, технологічні, кінематичні та енергетичні параметри механізму роздачі кормів мобільного кормороздавача. У дипломній роботі проведено: огляд обладнання для приготування кормів; огляд машин для очищення та подрібнення коренебульб; огляд обладнання механізмів подрібнення стеблових кормів; аналіз машин та механізмів роздачі кормів; розрахунок генерального плану ферми; обґрунтування кількості машин кормоцеху; кінематичний та енергетичний розрахунок коренебульборізки; технологічний та енергетичний розрахунок машини для змішування кормів; дослідження механізмів подачі кормів; розрахунок кінематичних параметрів мобільного кормороздатчика; розробку конструкції вивантажувача кормосумішей; розрахунок геометричних параметрів шнекового вивантажувача; розрахунок системи вентилявання та обігріву ферми; забезпечення санітарно-ветеринарного захисту тварин.

Аналітичні дослідження доводять ефективність використання модернізованого мобільного кормороздатчик з використанням комбінованого шнекового механізму.

Проведені аналітичні дослідження підтверджують ефективність використання комбінованого шнекового механізму в порівнянні з базовими моделлю мобільного кормороздатчика. Запропонована конструкція забезпечить швидшу роздачу кормів з меншими втратами.

Магістерська дипломна робота виконана відповідно рекомендацій [23-24].

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Хомик Н.І. Машины та обладнання для тваринництва: курс лекцій. Ч. 1 / Хомик Н.І., Довбуш А.Д. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2013. – 224с.
2. Хомик Н.І. Машины та обладнання для тваринництва: навчально-методичний посібник до практичних робіт / Н. І. Хомик, А.Д. Довбуш, Г. Б. Цьонь. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2017. – 124 с.
3. Белянчиков М.М, Смирнов А.И. Механизация животноводства. – М.: Колос, 1983 г. – 360 с.
4. Проектування технологій і технічних засобів для тваринництва з ред. Скорика О.П., Х., 2009. – 428 с
5. Сисолін П.В. Сільськогосподарські машини том.3. - М: Урожай, 2002. – 432 с.
6. Довідник оператора кормоцеху / В.І. Грицаєнко, В.С. Шебельниченко, А.О. Задорожний та ін. – К.: Урожай, 1985. – 160 с.
7. Мельников С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм. – Л.: Колос, 1978. – 560 с.
8. Мельников С.В. Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов. – Л.: Агропромиздат, 1985. – 640 с.
9. Мельников С.В. Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов. – 2 – е изд. – Л.: Агропромиздат, 1985. – 640 с.
10. Коба В.Г. Механизация и технология производства продукции животноводства /В.Г. Коба, Н.В. Брагинец, Д.Н. Мурусидзе, В.Ф. Некрашевич. – М.: Колос, 1999. – 528 с.
11. Сыроватка В.И. Механизация приготовления кормов: Справочник / В.И. Сыроватка, А.В. Демин, А.Х. Джалилов и др.: Под общ. ред. В.И. Сыроватки. – М.: Агропромиздат, 1985. – 368 с.
12. Гевко Р.Б. Шарнірний шнек : пат. на корисну модель 142736 Україна / Гевко Роман Богданович, Лещук Роман Ярославович, Хомик Надія Ігорівна, Довбуш Тарас Анатолійович, Дунець Богдан Олегович, Олексюк

- Василь Петрович (Україна). № у 2019 12210 ; заявл. 24.12.2019 ; опубл. 25.06.2020, Бюл.№ 12. 4 с. : іл.
13. Гевко Р.Б. Шнек з еластичною щіткоподібною поверхнею : пат. на корисну модель 142241 Україна / Гевко Роман Богданович, Рогатинський Роман Михайлович, Ляшук Олег Леонтійович, Довбуш Тарас Анатолійович, Рогатинська Лілія Романівна, Станько Андрій Ігорович (Україна). № у 2019 11236 ; заявл. 18.11.2019 ; опубл. 25.05.2020, Бюл. № 10. 4 с. : іл.
 14. Гевко Р.Б. Шарнірний шнек : пат. на корисну модель 142736 Україна / Гевко Роман Богданович, Лещук Роман Ярославович, Хомик Надія Ігорівна, Довбуш Тарас Анатолійович, Дунець Богдан Олегович, Олексюк Василь Петрович (Україна). № у 2019 12210 ; заявл. 24.12.2019 ; опубл. 25.06.2020, Бюл.№ 12. 4 с. : іл.
 15. Гевко. Р.Б. Системи доочищення коренеплодів при їх механізованому збиранні : монографія / Р. Б. Гевко, І. Г. Ткаченко, Р. М. Рогатинський, С. В. Синій та ін. - Тернопіль : Осадца Ю. В., 2020. - 216 с.
 16. Ляшук О.Л. Створення та модернізація транспортно-технологічних механізмів машин і обладнання / О.Л. Ляшук, Р.Б. Гевко, В.О. Дзюра, О.М. Кирик, А.П. Довбиш. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2019. – 167 с.
 17. Автухов І.В., Гряник Г.М. Охорона праці в сільському господарстві. – К.: Вища школа, 1970. – 216 с.
 18. Гогіташвілі Г.Г., Лапін В.М. Основи охорони праці. – Львів: Новий світ, 2000. – 230 с.
 19. Шкрабак В.С., Казлаускас Г.К. Охрана труда. – М.: Агропромиздат, 1989. – 480 с.
 20. Лапін В.М. Безпека життєдіяльності людини. – Львів: ЛБК НБУ; Київ: . Знання, 2000. – 188с.
 21. Цивільна оборона. Підручник /За ред. В.С. Франчука, Львів: ЛБК НБУ; Київ: Знання, 2001. – 256с.

22. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційних магістерських робіт для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва» (8.090215) / Н.І. Хомик, А.Д. Довбуш, М.Я. Сташків. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ, 2010. – 44 с.
23. Методичний посібник до дипломного проектування для студентів денної та заочної форм навчання напряму підготовки – 6.050503 «Машинобудування» з професійним спрямуванням на спеціальність «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва» (7.05050312, 8.05050312) /Н.І. Хомик, В.П. Олексюк, М.Я. Сташків. – Тернопіль: ФОП Паляниця, 2016. – 148с.