

**ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра інжинірингу технічних систем

**Пояснювальна записка**

до дипломного проєкту рівня вищої освіти «Бакалавр»  
на тему:

**Реконструкція технологічного процесу роздавання кормів  
на молочно-товарній фермі з удосконаленням  
мобільного роздавача кормів**

**Виконав:** здобувач вищої освіти 4 курсу, групи АІ-3-21  
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Марченко Валентин Вікторович

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Дудін Володимир Юрійович

**Рецензент:** \_\_\_\_\_ Леперда Володимир Юрійович

Дніпро 2025

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ  
АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем  
Рівень вищої освіти: «Бакалавр»  
Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри  
інжинірингу технічних систем  
(назва кафедри)  
ДОЦЕНТ  
(вчене звання)  
Дудін В.Ю.  
(підпис) (прізвище, ініціали)  
«07» травня 2025 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

Марченко Валентин Вікторович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Реконструкція технологічного процесу роздавання кормів на молочно-товарній фермі з удосконаленням мобільного роздавача кормів

керівник проєкту Дудін Володимир Юрійович, к.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом вищого навчального закладу від  
«07» травня 2025 року № 964

2. Строк подання студентом проєкту 07.06.2025 р.

3. Вихідні дані до проєкту: Аналіз стану питання процесів та обладнання для приготування та роздавання об'ємистих кормів. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Характеристика господарства. 2. Реконструкція технологічного процесу роздавання кормів. 3. Удосконалення мобільного кормороздавача. 4. Охорона праці. 5. Економічна оцінка. Загальні висновки. Бібліографічний список .

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Технологічна схема. 2. Кормороздавач. 3. Вивантажувально-змішувальний шнек. 4. Кришка підшипника. 5. Кришка підшипника. 6. Втулка. 7. Вісь. 8. Зірочка. 9. Виток. 10. Економічні показники.

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Дудін В.Ю., доцент		
Нормоконтроль	Івлєв В.В., доцент		

7. Дата видачі завдання: 07.05.2025 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 01.04.2025 р.	
2	Теоретичний	до 15.04.2025 р.	
3	Експериментальний	до 30.04.2025 р.	
4	Охорона праці	до 10.05.2025 р.	
5	Економічний	до 22.05.2025 р.	
6	Демонстраційна частина	до 05.06.2025 р.	

Студент

\_\_\_\_\_

( підпис )

Марченко В.В.

\_\_\_\_\_

( прізвище та ініціали )

Керівник проєкту

\_\_\_\_\_

( підпис )

Дудін В.Ю.

\_\_\_\_\_

( прізвище та ініціали )



Затверд.	Дудін				ЛДАФУ АІ-3-21
----------	-------	--	--	--	---------------

## АНОТАЦІЯ

Марченко В.В. Реконструкція технологічного процесу роздавання кормів на молочно-товарній фермі з удосконаленням мобільного роздавача кормів / Дипломний проєкт на здобуття ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2025.

У першому розділі дипломної роботи здійснено всебічний аналіз виробничо-господарської діяльності обраного підприємства, що дозволило виявити основні технічні та організаційні особливості його функціонування, а також виявити напрямки, які потребують вдосконалення. У другому розділі на основі глибокого аналізу існуючих технічних рішень у сфері кормороздавання та з урахуванням сучасних зоотехнічних вимог розроблено розрахунок нової технологічної лінії. Цей розділ закладає основу для подальшого проектування удосконалених технічних засобів. У третьому розділі запропоновано конструктивне удосконалення кормороздавача з метою підвищення його ефективності, надійності та адаптації до умов конкретного господарства. Детально розглянуто технічні рішення щодо модернізації вузлів і механізмів машини.

Четвертий розділ присвячено питанням охорони праці та безпеки життєдіяльності. У ньому проаналізовано потенційні небезпеки, що виникають під час виконання технологічних операцій з роздавання кормів, та запропоновано заходи щодо їх запобігання.

У п'ятому розділі проведено порівняльний техніко-економічний аналіз базового (існуючого) та проєктного (удосконаленого) варіантів конструкції кормороздавача. Оцінено економічну доцільність впровадження розробленого рішення на підприємстві.

На завершення роботи наведено загальні висновки за результатами проведених досліджень, а також подано список використаних джерел літератури.

Ключові слова: роздавач, приготування, кормосуміш, функціональність, потужність, експлуатація.

## ЗМІСТ

Вступ		8
1	ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА	9
1.1	Загальні відомості про господарство	9
1.2	Стан галузі тваринництва	10
1.3	План розвитку тваринництва	11
1.4	Обґрунтування теми проекту	11
1.5	Висновки	12
2	РЕКОНСТРУКЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОЗДАВАННЯ КОРМІВ	13
2.1	Обґрунтування актуальності удосконалення процесу роздавання кормів	13
2.2	Вихідні дані та зоотехнічні вимоги до процесу	14
2.3	Розробка технологічної схеми процесу	16
2.4	Розрахунок необхідної кількості кормів	19
2.5	Визначення типу та кількості машин та обладнання	21
	2.5.1 Підготовка компонентів суміші	21
	2.5.2 Приготування та роздавання суміші	24
2.6	Висновки	28
3	УДОСКОНАЛЕННЯ МОБІЛЬНОГО КОРМОРОЗДАВАЧА	29
3.1	Аналіз існуючих конструкційно-технологічних рішень	29
3.2	Розробка варіанту удосконалення	31
3.3	Розрахунок техніко-технологічних параметрів удосконалення	33
3.4	Визначення конструкційних параметрів	37
3.6	Висновки	42
4	ОХОРОНА ПРАЦІ	44
4.1	Загальні вимоги	44

4.2	Інструкція з охорони праці для оператора удосконаленого кормороздавача ПКТ-10 на молочній фермі	45
4.3	Висновки	48
5	ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА	50
5.1	Вихідні дані	50
5.2	Розрахунок показників економічної ефективності	51
5.3	Висновки	52
	ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	53
	БІБЛІОГРАФІЯ	54
	ДОДАТКИ	57

## ВСТУП

Сучасне сільське господарство перебуває у стані постійного розвитку, що зумовлюється зростаючими вимогами до якості продукції, ефективності виробництва та раціонального використання ресурсів. Особливе значення в цьому контексті має тваринництво, зокрема молочне скотарство, яке є однією з ключових галузей агропромислового комплексу. Високопродуктивне утримання великої рогатої худоби значною мірою залежить від якості та своєчасності виконання технологічних операцій, серед яких процес роздавання кормів займає одне з провідних місць.

Раціональна організація кормороздавання дозволяє не лише зменшити втрати кормів і знизити витрати праці, але й створити оптимальні умови для споживання поживних речовин, що безпосередньо впливає на продуктивність тварин. У зв'язку з цим виникає необхідність удосконалення існуючих технологічних рішень та обладнання для механізованого роздавання кормів.

Даний дипломний проєкт присвячений реконструкції технологічного процесу роздавання кормів на молочно-товарній фермі шляхом удосконалення мобільного кормороздавача. Метою роботи є підвищення ефективності, надійності та енергоощадності роздавання кормів, а також покращення умов праці обслуговуючого персоналу.

У процесі виконання проєкту здійснено аналіз виробничої діяльності ферми, проведено огляд сучасних технічних рішень у галузі кормороздавання, зроблено удосконалену конструкцію мобільного кормороздавача з урахуванням зоотехнічних та технологічних вимог. Окрема увага приділена питанням охорони праці, безпеки життєдіяльності, а також техніко-економічному обґрунтуванню запропонованих змін.

Реалізація запропонованих заходів дозволить підвищити продуктивність технологічного процесу, зменшити експлуатаційні витрати та покращити загальну ефективність функціонування молочно-товарної ферми.

# 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА

## 1.1 Загальні відомості про господарство

Даний дипломний проект виконується на прикладі селянського фермерського господарства «Престиж» (далі - СФГ «Престиж»), яке знаходиться в селі Дмитрівка Петропавлівського району Дніпропетровської області. Відстань до обласного центру (м. Дніпро) становить 110 км, до районного центру (смт Петропавлівка) - 25 км. Господарство має зручне транспортне сполучення з обласним і районним центрами, що забезпечується наявністю асфальтованих доріг. Через територію підприємства проходить залізнична гілка Придніпровської залізниці.

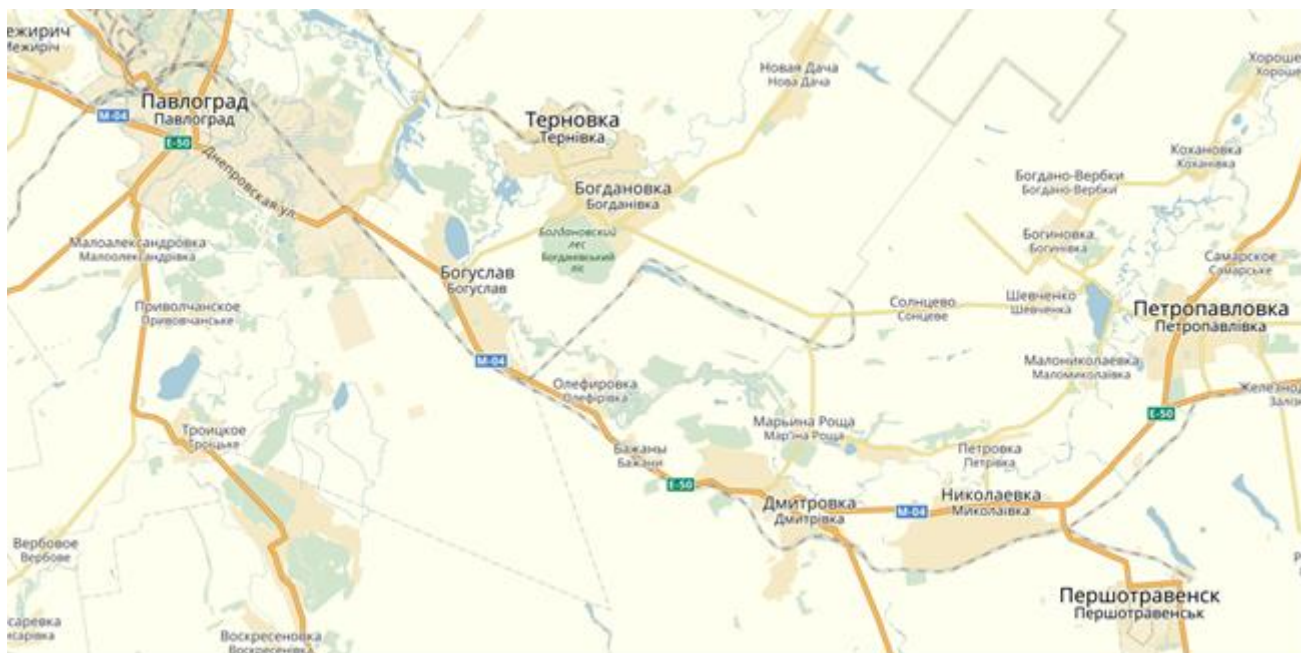


Рисунок 1.1 – Місце розташування господарства

Станом на 01.01.2025 року СФГ «Престиж» володіє земельним фондом у розмірі 2300 га. Відповідно до КВЕД, господарство займається вирощуванням зернових та технічних культур, тваринництвом, наданням послуг у галузях рослинництва і тваринництва, а також благоустроєм ландшафту. Основна продукція

господарства - зерно, зернобобові, кукурудза, соняшник, буряк, велика рогата худоба, свині, молоко.

Клімат регіону характеризується високими літніми температурами та значними добовими коливаннями, особливо взимку. Зволоження нестійке, річна кількість опадів у середньому становить 460 мм з можливими коливаннями від 250 до 760 мм. Зимовий період - нестійкий і малосніжний, з частими відлигами. Середньодобова температура в січні досягає  $-15^{\circ}\text{C}$ . Середня глибина промерзання ґрунту - 50–55 см, у холодні роки - до 120–140 см. Тривалість безморозного періоду - 165–220 днів.

## 1.2 Стан галузі тваринництва

У господарстві діють дві ферми: молочно-товарна на 400 дійних корів (фактично майже не функціонує) та свиноферма на 1200 голів. У галузі свинарства проводиться модернізація, натомість молочне виробництво має низьку рентабельність.

Таблиця 1.1 – поголів'я тварин в господарстві, голів

Вид тварин	2023	2024	2025
Велика рогата худоба	252	264	259
в т.ч. корови	37	38	35
Свині	1200	1200	1180

Таблиця 1.2 – Продуктивність тварин

Назва тварин	2023	2024	2025
Річний надій молока, кг	3600	3567	3534
Приріст ВРХ, г	512	520	524
Приріст свиней, г	645	650	650

Таблиця 1.3 – Коефіцієнт механізації виробничих процесів, %

Види робіт	2023	2024	2025
Доїння корів	100	100	100
Підготовка кормів (МТФ)	58	55	55
Підготовка кормів (СФ)	80	80	80
Видалення гною (МТФ)	75	80	80
Видалення гною (СФ)	90	90	90
Напування (МТФ)	100	100	100
Напування (СФ)	100	100	100

### 1.3 План розвитку тваринництва

У господарстві заплановано:

- збільшити поголів'я дійних корів до 300 голів без зміни технології утримання;
- підвищити річний надій молока до 6000 кг;
- здійснити модернізацію процесу роздачі кормів на фермі через впровадження нових засобів механізації.

### 1.4 Обґрунтування теми проекту

Оскільки найменш механізованим процесом на фермі є роздавання кормів, було прийнято рішення зосередити увагу на модернізації саме цього процесу. Отже, тема дипломного проекту – модернізація технологічного процесу роздавання кормів на фермі великої рогатої худоби.

## **1.5 Висновки**

В результаті аналізу діяльності СФГ «Престиж» обґрунтовано вибір теми дипломного проекту, що пов'язана з модернізацією процесу роздачі кормів на молочно-товарній фермі великої рогатої худоби. У наступному розділі буде здійснено проектування модернізації технології з урахуванням перспектив збільшення поголів'я.

## **2 РЕКОНСТРУКЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОЗДАВАННЯ КОРМІВ**

### **2.1 Обґрунтування актуальності удосконалення процесу роздавання кормів**

На більшості ферм великої рогатої худоби в Україні досі використовується застаріла технологія приготування та роздачі кормів, яка передбачає застосування універсальних навантажувачів типу ПФ-0,5, тракторних причепів, кормоцехів КОРК-15 і КЦК-5, а також роздавачів корму КТУ-10, РММ-5 тощо. Така схема годівлі орієнтована переважно на використання багатокомпонентних сумішей із високим вмістом соломи та інших об'ємних кормів. Вона була прийнятною для умов, коли середній річний надій молока становив 2500–3000 літрів на одну корову.

Однак подібна система є надзвичайно затратною в плані трудових, матеріальних та енергетичних ресурсів, і не здатна забезпечити конкурентну продукцію на ринку, де пріоритетними є ефективність, якість та собівартість продукції. У порівнянні з нею, досвід розвинених країн демонструє переваги сучасних підходів до годівлі — зокрема, широке застосування малокомпонентних кормосумішей, які готуються і роздаються за допомогою універсальних мобільних машин із розширеним функціоналом.

У країнах Європейського Союзу, Північної Америки та інших регіонах із потужним тваринництвом основну роль відіграють багатофункціональні кормозмішувачі-роздавачі, які здатні виконувати одночасно кілька ключових технологічних операцій: автоматичне завантаження компонентів, подрібнення об'ємних кормів, точне дозування, ретельне змішування, транспортування кормової маси до місця годівлі та рівномірне її роздавання. Управління всіма етапами виконує лише один оператор, що суттєво знижує потребу в персоналі та економить робочий час.

Використання таких машин дозволяє значно знизити загальні витрати на виробництво кормів і поліпшити якість годівлі. За результатами численних досліджень, застосування мобільних кормозмішувачів забезпечує скорочення витрат металу та енергії на одиницю продукції відповідно в 1,9 та 1,6 рази, а кількість задіяних механізаторів і технічних засобів зменшується втричі. Водночас досягається висока точність змішування (понад 91%) та роздачі корму (до 97%).

В умовах сучасного сільського господарства, де продуктивність молочної худоби значною мірою залежить від якості годівлі (за оцінками, до 60% рентабельності виробництва молока формується саме завдяки збалансованому раціону), впровадження ефективної технології кормоприготування і роздавання має стратегічне значення. Це стосується як великих агропромислових комплексів, так і фермерських господарств.

Таким чином, удосконалення процесу роздавання кормів шляхом впровадження мобільних комбінованих машин, адаптованих до умов конкретного господарства, є обґрунтованим і своєчасним рішенням. Особливої актуальності це питання набуває в контексті запланованого збільшення поголів'я великої рогатої худоби в СФГ «Престиж» та переходу до більш інтенсивної системи виробництва молока.

## **2.2 Вихідні дані та зоотехнічні вимоги до процесу**

Проектування та модернізація процесу приготування і роздавання кормів потребує врахування низки вихідних параметрів, які визначаються специфікою технологічного процесу, умовами господарства та сучасними зоотехнічними вимогами.

Основою для розрахунків є:

- кількість поголів'я великої рогатої худоби за технологічними групами (дійні корови, телиці, молодняк тощо),
- структура та обсяг раціону годівлі для кожної групи,
- загальна потреба в кормах з урахуванням сезонних змін,

- кількість годівель на добу, яку в даному випадку приймають рівною двом,
- рівень механізації процесів на фермі.

У сучасних умовах особлива увага приділяється якості змішування та точності дозування кормів, що є визначальними чинниками у забезпеченні стабільної продуктивності худоби.

Основні зоотехнічні вимоги до кормосумішей:

- Вологість кормової маси не повинна перевищувати 75%, що дозволяє уникнути надмірного бродіння та втрати поживних речовин.
- Допустимі відхилення за масою компонентів у суміші:
  - грубі та соковиті корми – не більше  $\pm 10\%$ ,
  - концентровані – до  $\pm 5\%$ ,
  - молочні компоненти, поживні розчини, мінеральні добавки – не більше  $\pm 5\%$ .
- Ступінь подрібнення компонентів:
  - концентровані корми – 1,0–1,8 мм;
  - грубі корми – 10–15 мм;
  - коренеплоди – 10–15 мм.
- Вміст домішок:
  - землі – не більше 1–2%,
  - піску – до 0,3–1,0%,
  - отруйних насінин – не перевищувати 0,25%.

Вимоги до процесу роздавання кормів:

1. Забезпечення рівномірного та точного дозування кормів як для окремої тварини, так і для групи тварин.
2. Наявність можливості регулювання дозування в широкому діапазоні.
3. Механізми подачі корму не повинні спричиняти втрату якості корму (наприклад, надмірне подрібнення, забруднення) та зводити втрати до мінімуму.
4. Системи повинні бути:
  - безпечними для тварин і персоналу;
  - зручними в обслуговуванні;

- надійними та довговічними в експлуатації.

5. Допустимі відхилення в нормі видачі:

- для стеблових кормів – до  $\pm 15\%$ ,
- для концентрованих – до  $\pm 5\%$ .

6. Втрати корму при роздаванні не повинні перевищувати 1% від загального обсягу.

7. Тривалість циклу годівлі:

- мобільними машинами – не більше 30 хвилин на одне приміщення,
- стаціонарними – до 20 хвилин.

Сучасні вимоги до технічних засобів роздавання:

- Універсальність у роботі з різними типами кормів.
- Висока продуктивність та енергоефективність.
- Мінімальний рівень шуму в приміщеннях утримання тварин.
- Зручність очищення робочих поверхонь від залишків корму та забруднень.
- Термін окупності — не більше двох років.
- Коефіцієнт технічної готовності обладнання — не нижче 0,98.
- Візуальний або зважувальний контроль якості та рівномірності роздачі кормів.

Сучасні автоматизовані системи, що застосовуються у тваринництві провідних країн, все частіше базуються на цифровому моніторингу, який дозволяє дистанційно керувати процесом роздачі корму, фіксувати відхилення в годівлі та оперативно коригувати раціон в залежності від стану тварин. Інтеграція кормороздавачів з системами управління фермою підвищує ефективність виробництва та дозволяє скоротити непродуктивні витрати.

### 2.3 Розробка технологічної схеми процесу

У сучасному тваринництві, особливо в умовах індустриального скотарства, процес роздавання кормів має бути максимально ефективним, механізованим і адаптованим до потреб різних типів господарств. Загальна технологічна схема

процесу роздавання кормів включає такі основні етапи: завантаження кормових компонентів із місць зберігання на транспортні засоби, доставка корму до фронту годівлі, дозоване внесення корму у годівниці, а також наступне очищення годівниць.

Подібна технологічна схема вважається однією з найбільш раціональних і є стандартом для сучасних молочнотоварних ферм промислового типу. Такий підхід дозволяє не лише значною мірою механізувати процеси, пов'язані з годівлею великої рогатої худоби, але й забезпечити можливість їх часткової або повної автоматизації. Важливим фактором при цьому є наявність достатньої кількості сучасних сховищ і приміщень для зберігання різних видів кормів, що дозволяє підтримувати високий рівень організації виробничого процесу.

Враховуючи особливості інфраструктури господарства, тип утримання поголів'я, характер годівлі та оснащення наявною технікою, доцільним є застосування схеми з використанням мобільних засобів — кормороздавачів, які відповідають сучасним вимогам до автоматизації та універсальності. В умовах наявності кормоцеху основна функція мобільного кормороздавача полягає в транспортуванні кормової суміші до тварин і точній її роздачі. Для цього, наприклад, можна застосовувати роздавач типу ПКТ, який ефективно справляється з транспортною функцією, але має обмеження щодо попередньої обробки кормів.

Сучасні тенденції у проектуванні кормороздавачів свідчать про активне впровадження багатофункціональних агрегатів, які здатні не лише транспортувати корм, а й виконувати інші технологічні операції: дозування, подрібнення, змішування, а іноді й самозавантаження компонентів. Наприклад, роздавачі типу РСР-10 дозволяють змішувати кормові компоненти безпосередньо в бункері, однак потребують попереднього дозованого завантаження та підготовки кожного інгредієнта.

Зважаючи на вже наявне обладнання кормоцеху на фермі, а також враховуючи успішний досвід експлуатації мобільних кормороздавачів, обґрунтовано прийнято до реалізації варіант технологічної схеми, наведений на рисунку 2.1 та графічному аркуші 2. У цій схемі кормороздавач послідовно під'їжджає до

відповідних сховищ, здійснює завантаження попередньо підготовлених компонентів, дозує їх у необхідних пропорціях, формує повноцінну кормову суміш і транспортує її до місць утримання тварин, де здійснює рівномірне роздавання у годівниці.

Звісно, для повноцінної реалізації такої схеми потрібне використання техніки, здатної забезпечити всі зазначені функції. Оскільки ПКТ-10, зображений на схемі, не володіє функціями змішування та дозування, як базовий варіант до впровадження розглядається кормороздавач-змішувач, що має аналогічну місткість бункера (приблизно 10 м<sup>3</sup>), але з розширеним функціоналом. Застосування таких машин дозволяє значно зменшити обсяг ручної праці, підвищити точність годівлі та забезпечити рівномірний розподіл кормів, що безпосередньо впливає на продуктивність тварин.

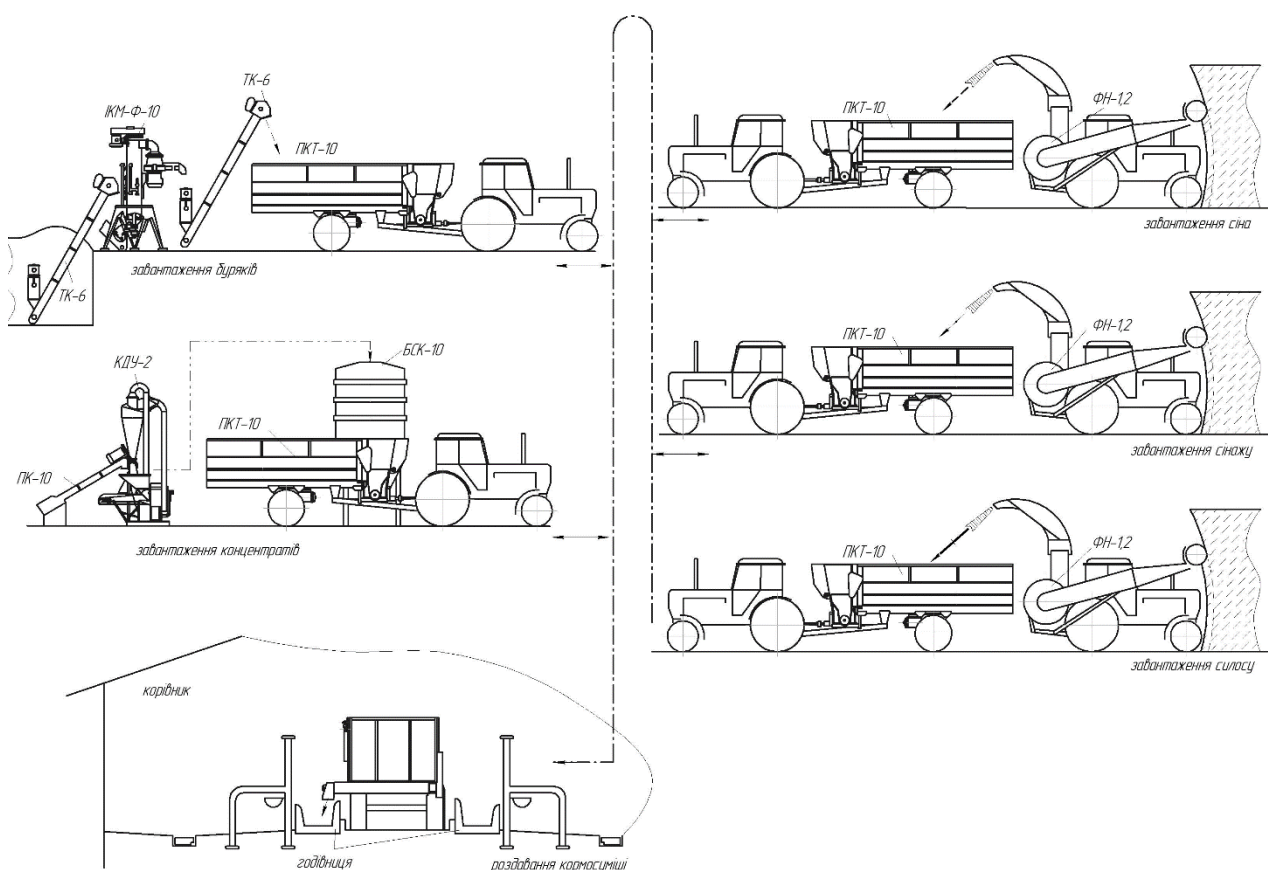


Рисунок 2.1 - Схема технологічного процесу приготування та роздавання кормів

Додатково слід зазначити, що сучасні технологічні лінії для підготовки та роздачі кормів усе частіше оснащуються системами автоматичного керування, що дозволяє оптимізувати витрати кормів, зменшити втрати та покращити якість годівлі за рахунок точного дозування та контролю процесів у режимі реального часу.

## 2.4 Розрахунок необхідної кількості кормів

Для розрахунку необхідної кількості кормів для проєктованого процесу роздавання кормів, необхідно взяти до уваги кількість кормів у раціоні годівлі на одну тварину, а також загальне поголів'я тварин на фермі. Для цього ми будемо використовувати наведені раціони для корів та нетелей, щоб визначити добову потребу в кормах.

Таблиця 2.1 - Добовий раціон годівлі корів

Компонент	Кількість, кг	Частка від загального раціону, %
Сіно	4,5	7,2 %
Сінаж	17,0	27,1 %
Силос кукурудзяний	25,0	39,9 %
Коренеплоди	8,2	13,1 %
Концентрати	8,0	12,7 %
Разом	62,7	100 %

Таблиця 2.2 - Добовий раціон годівлі нетелей

Компонент	Кількість, кг	Частка від загального раціону, %
Сіно	3,0	9,8 %
Сінаж	7,5	24,4 %
Силос кукурудзяний	12,0	39,1 %
Коренеплоди	4,2	13,7 %
Концентрати	4,0	13,0 %
Разом	30,7	100 %

Ці раціони умовно збалансовані за масою і загальним підходом до годівлі, а детальне балансування за поживністю (обмінна енергія, протеїн, клітковина, кальцій, фосфор тощо) слід робити залежно від живої маси тварин, продуктивності, фізіологічного стану та якісних показників кормів.

Річну потребу в кормах визначимо як:

$$G_p = \frac{n_j \cdot G_i^j \cdot t \cdot k}{1000}, m, \quad (2.1)$$

де  $G_p$  – річна потреба в і-тому виді корму, т;

$G_i^j$  – добова потреба в і-тому виді корму j-тої групи тварин, кг;

$n_j$  – поголів'я j-тої групи, гол;

$t$  – тривалість періоду годівлі, днів;

$k$  – коефіцієнт запасу кормів,  $k = 1,05 \dots 1,25$ .

Таблиця 2.3 - Потреба в кормі

Вид кормів	Добова потреба, т			Загальна річна потреба, т	Коефіцієнт запасу	Об'єм заготівлі, т
	корови	нетелі	разом			
Сіно	1,80	0,16	1,96	412,02	1,2	494,42
Сінаж	2,70	-	2,70	567,00	1,1	623,70
Силос	7,80	0,72	8,52	1789,20	1,1	1968,12
Коренеплоди	2,70	0,09	2,79	585,90	1,15	673,79
Концентрати	0,66	0,03	0,69	144,19	1,05	151,40
Всього	15,66	1,00	16,66	3498,31		3911,43

## 2.5 Визначення типу та кількості машин та обладнання

### 2.5.1 Підготовка компонентів суміші

Для визначення продуктивності окремої технологічної ділянки підготовки кормів використовують формулу, яка залежить від кількості кормів, які потрібно обробити за одиницю часу. Визначення продуктивності ділянки є важливим етапом проектування процесу приготування кормів, оскільки дозволяє точно розрахувати необхідну кількість машин і обладнання для кожної операції.

$$Q_i = \frac{G_{рази}}{T_i}, \quad (2.1)$$

де  $G_{раз}$  – разова потреба підготовки кормів, кг;

$T_i$  – тривалість обробки певного виду корму, або приготування кормової суміші, год.

Разову потребу підготовки кормів розраховуємо по формулі:

$$G_{рази} = \frac{G_{добі}}{K}, \quad (2.2)$$

де  $G_{доб}$  – добова витрата кожного виду корму (табл. 2.3), кг;

$K$  – кратність роздавання кормів.

Згідно існуючої організації праці на фермі  $K = 2$ .

Ділянка підготовки силосу:

$$G_{раз}^{сил} = \frac{8,52}{2} = 4,26 \text{ т.}$$

$$Q_{сил} = \frac{4,26}{1,5} = 2,84 \text{ т / год.}$$

Дільниця підготовки сіна:

$$G_{\text{раз}}^{\text{сіна}} = \frac{1,96}{2} = 0,98\text{т.}$$

$$Q_{\text{сіна}} = \frac{0,98}{1,5} = 0,65\text{т / год.}$$

Дільниця підготовки сінажу:

$$G_{\text{раз}}^{\text{сінаж}} = \frac{2,70}{2} = 1,35\text{т.}$$

$$Q_{\text{сінаж}} = \frac{1,35}{1,5} = 0,9\text{т / год.}$$

Дільниця підготовки коренеплодів:

$$G_{\text{раз}}^{\text{кп}} = \frac{2,79}{2} = 1,395\text{т}$$

$$Q_{\text{кп}} = \frac{1,395}{1,5} = 0,93\text{т / год.}$$

Дільниця підготовки концкормів:

$$G_{\text{раз}}^{\text{кк}} = \frac{0,69}{2} = 0,35\text{т.}$$

$$Q_{\text{кк}} = \frac{0,35}{1,5} = 0,175\text{т / год.}$$

Вибір машин лінії для підготовки та роздавання кормів на фермі визначається на основі кількох основних критеріїв. Продуктивність обладнання повинна

відповідати вимогам технологічного процесу, зокрема, забезпечувати необхідний обсяг кормів у заданий час. Машини мають бути універсальними та багатofункціональними, що дозволяє зменшити кількість техніки та підвищити гнучкість процесу. Важливо вибирати енергоефективне обладнання, що дозволяє знизити витрати на енергію, та надійне, яке забезпечить мінімальні витрати на ремонт і обслуговування. Простота в експлуатації і обслуговуванні також є важливими чинниками, оскільки це знижує витрати на навчання персоналу та забезпечує безперебійність роботи. Машини повинні бути маневреними, щоб ефективно працювати в обмежених просторах ферми, та автоматизованими, що дозволяє зменшити участь людини та забезпечити точність процесів. Крім того, важливо, щоб обладнання мало доступ до технічної підтримки і запчастин. Вибір кількості машин залежить від потреби ферми та обсягу кормів, а також має враховувати вартість, де важливо знайти оптимальне співвідношення ціни і якості.

Необхідну кількість машин  $n_m$  визначають за відношенням:

$$n_m = \frac{Q_i}{Q_m}, \quad (2.3)$$

де  $Q_m$  – продуктивність вибраної машини, кг/год.

Результати розрахунків кількості машин та обладнання зводимо в табл. 2.1.

Таким чином виходячи з вихідних даних завдання було визначено тип та кількість машин, які входять в комплект лінії. Хоча практично всі машини мають більшу продуктивність ніж необхідно, приймаємо варіант з подальшим розширенням ферми.

Таблиця 2.4 - Розрахунки потрібної кількості машин та обладнання

Назва технологічної лінії	Продуктивність лінії, т/год.	Марка машини	Продуктивність машини, т/год.	Кількість машин
Дільниця силосу	2,84	ФН-1,2	12	1
Дільниця сіна	0,65	ФН-1,2	7	1
Дільниця сінажу	0,9	ФН-1,2	10	1
Дільниця коренеплодів	0,93	ТК-5Б	5	2
		ІКМ-Ф-10	8	1
Дільниця концентрованих кормів	0,18	ПК-6	6	1
		КДМ-2	2	1

### 2.5.2 Приготування та роздавання суміші

Технологічний розрахунок дільниці приготування та роздавання кормової суміші полягає у визначенні кількості кормороздавачів, необхідних для забезпечення безперервної годівлі тварин. Виходячи з добової потреби в кормових сумішах, об'єму бункера роздавача, кількості годівель та допустимого часу на роздавання в одному приміщенні, розраховується кількість рейсів, яку може виконати одна машина. Після цього загальна потреба в кормі ділиться на обсяг, який один кормороздавач здатен подати за зміну. У разі недостатньої кількості корму, що може бути доставлений однією машиною, визначається необхідність додаткових одиниць техніки. При цьому до уваги береться не лише продуктивність, а й технічні можливості конкретної моделі: наявність функцій змішування, дозування, подрібнення компонентів та самозавантаження. Для ефективної організації процесу бажано обирати універсальні машини, які поєднують декілька операцій, що знижує витрати часу та людських ресурсів.

Кількість циклів  $i_u$ , що може виконати один кормороздавач за час роздавання:

$$i_u = \frac{T_p}{T_u}, \quad (2.5)$$

де  $T_p$  – припустимий час роздавання корму, годин ( $T_p=0,5\dots1,5$  години [4]);

$T_u$  – час, необхідний для виконання одного рейсу або циклу роздавання, годин.

Визначимо час рейсу одного кормороздавача (час циклу):

$$T_u = T_{xx} + T_z + T_{px} + T_p, \text{ с.} \quad (2.6)$$

де  $T_{xx}$  – час холостого ходу, сек.;

$T_z$  – час завантаження корму в роздавальник, сек.;

$T_{px}$  – час робочого ходу роздавальника, сек.;

$T_p$  – час роздачі корму, сек.

$$T_{xx} = \frac{L}{V_{xx}}, \text{ с.} \quad (2.7)$$

де  $L$  – відстань від корівника до місця завантаження корму (сховища кормів). Приймаємо  $L = 0,5$  км;

$V_{xx}$  – швидкість холостого ходу,  $V_{xx} = 20$  км/год.

$$T_{xx} = \frac{0,5}{20} = 0,025 \text{ години} = 90 \text{ с.}$$

Час на завантаження кормосуміші розраховуємо по формулі:

$$T_z = t_z^{\text{силосу}} + t_z^{\text{сіна}} + t_z^{\text{сінажу}} + t_z^{\text{буряків}} + t_z^{\text{кк}}, \quad (2.8)$$

Час завантаження компоненту:

$$t_3 = \frac{G_{\text{кк}}}{Q_3}, \quad (2.9)$$

де  $Q_3$  – продуктивність завантажувача або завантажувального пристрою, т/год. Силос, сіно, сінаж будемо завантажувати за допомогою ФН-1,2 (рис. 2.2), буряків – ТК-5Б, концкормів – шнекового навантажувача ПК-6.

$G_{\text{кк}}$  – вагова доля кожного компоненту, що завантажується в бункер, виходячи із разової потреби в них (табл. 2.5), т.

Таблиця 2.5 - Вагова доля компонентів корму за одне завантаження

Вид кормів	Добова витрата, т	Вміст, %	Вміст, т	Швидкість завантаження, т/год.	Тривалість завантаження, год.
Силос	1,96	11,8	0,47	7	0,0672995
Сіно	2,70	16,2	0,65	10	0,0648298
Сінаж	8,52	51,1	2,05	12	0,1704784
Коренеплоди	2,79	16,7	0,67	5	0,1339816
Комбікорм	0,69	4,1	0,16	6	0,0274782
Всього	16,659	100,0	4	-	0,46

$$T_3 = 0,46 \text{ години} = 1656 \text{ с.}$$

$$T_{\text{рх}} = \frac{L}{V_{\text{рх}}}, \text{ с,} \quad (2.10)$$

де  $V_{\text{рх}}$  – швидкість кормороздавача з вантажем. Приймаємо  $V_{\text{рх}} = 10$  км/год.

$$T_{px} = \frac{0,5}{10} = 0,05 \text{ години} = 180 \text{ с.}$$

$$T_p = \frac{L_2}{V_p}, \text{ с,} \quad (2.11)$$

де  $L_2$  – довжина шляху роздавача кормів у корівнику, м.

$$L_2 = L' \cdot n, \text{ м,} \quad (2.12)$$

$$L_2 = 62,4 \cdot 4 = 249,6 \text{ м ;}$$

$V_p$  – швидкість кормороздавача при роздаванні корму. Приймаємо  $V_p = 2,5$  км/год. = 0,69 м/с.

$$T_p = \frac{249,6}{0,69} = 361,74 \approx 362 \text{ с.}$$

$$T_{\text{ц}} = 90 + 1656 + 180 + 362 = 2288 \text{ с.} = 38,13 \text{ хв.} = 0,64 \text{ год.}$$

Тоді

$$i_{\text{ц}} = \frac{1,5}{0,64} = 2,3.$$

Загальна кількість циклів (рейсів)  $i_{\text{ц}}$  для годівлі всіх тварин залежить від кількості кормів, які необхідно роздати і становить:

$$i_o = \frac{G_{\text{раз}}}{G_p} = \frac{G_{\text{доб}}}{KG_p}, \quad (2.13)$$

де  $G_{\text{раз}}$  – кількість корму для однієї годівлі, т;

$G_p$  - вантажопідйомність кормороздавача, т (згідно технічної характеристики  $G_p = 4$  т).

$$i_o = \frac{16,66}{2 \cdot 4} = 2,07.$$

Необхідна кількість мобільних кормороздавачів визначимо по формулі:

$$n_p = \frac{i_o}{i_{\text{ц}}} = \frac{2,07}{2,34} = 0,88. \quad (2.14)$$

Приймаємо  $n_p = 1$ .

## 2.6 Висновки

У результаті проведених розрахунків і техніко-технологічного аналізу було обґрунтовано та підібрано оптимальну технологічну схему роздавання кормів, яка забезпечує ефективне використання ресурсів і мінімізацію трудових витрат на проєктованій фермі. Визначено типи та необхідну кількість обладнання відповідно до специфіки годівлі тварин, з урахуванням планового поголів'я, добової потреби у кормах і сучасних вимог до автоматизації процесу. У подальшому буде розглянуто можливість модернізації кормороздавача ПКТ-10 з метою розширення його функціоналу, що дозволить інтегрувати його в запропоновану технологічну лінію.

## **3 УДОСКОНАЛЕННЯ МОБІЛЬНОГО КОРМОРОЗДАВАЧА**

### **3.1 Аналіз існуючих конструкційно-технологічних рішень**

На сучасних фермах великої рогатої худоби широко застосовуються мобільні причіпні кормороздавачі бункерного типу, які функціонують за рахунок передачі потужності від вала відбору потужності (ВВП) трактора. Досвід експлуатації та результати аграрних досліджень свідчать, що найбільшу ефективність ці машини демонструють за наявності облаштованих кормових майданчиків із твердим покриттям. Таке покриття забезпечує безперешкодний і чистий рух агрегату між зонами завантаження, сховищами кормів і тваринницькими приміщеннями, знижуючи ризик забруднення та спрощуючи обслуговування.

Для ефективного функціонування кормороздавачів важливо дотримуватися відповідних параметрів інфраструктури: ширина кормових проходів повинна бути не менше 3 метрів, а висота задньої стінки годівниць — не перевищувати 750 мм, що забезпечує зручність і безпечність подачі корму.

Серед найпоширеніших моделей варто виокремити кормороздавач тракторний універсальний КТУ-10А. Цей агрегат призначений для транспортування та роздавання подрібнених стеблових кормів з можливістю видачі на одну або дві сторони. Його конструкція включає ходову частину з ресорами, осями, колесами та зчіпним пристроєм, а також два паралельно працюючі поздовжні транспортери ланцюгово-планчатого типу. Робочими органами машини є бітерний блок із поперечним транспортером, який разом із поздовжнім механізмом забезпечує подачу корму в заданому напрямку.

Швидкість подачі корму може регулюватися шляхом зміни швидкості поздовжнього транспортера щодо швидкості руху агрегату. Вантажопідйомність КТУ-10А становить 3,5 т, а місткість бункера — до 15 м<sup>3</sup> із надставними бортами.

Агрегат транспортується тракторами тягового класу 14 кН, роздавання корму здійснюється на першій або другій передачі залежно від типу приміщення.

Крім КТУ-10А, в аграрному виробництві використовують також інші типи кормороздавачів, зокрема РСП-10, РММ-5 і АРС-10. Наприклад, малогабаритний мобільний роздавач РММ-5.0 призначений для подачі подрібнених зелених, соковитих та сипучих кормів на одну або дві сторони, має одноосьову конструкцію з кузовом, транспортером, бітерним блоком та поперечними подаючими механізмами. Габарити дозволяють використовувати машину навіть у вузьких кормових проходах шириною 2 м. Висока точність дозування та ефективне самоочищення бітерів — його вагомі переваги.

Іншим прикладом є кормороздавач-змішувач РСП-10, який окрім транспортування кормів виконує також змішування компонентів раціону. Його конструкція включає два верхніх змішувальних шнеки та нижній роздавальний шнек, а також вивантажувальне вікно з механічною заслінкою. Машина розрахована на проходи шириною від 2,2 м і здатна ефективно роздавати суміші за допомогою нижнього ланцюгово-планчатого транспортера.

Оскільки багато господарств, особливо з обмеженим бюджетом, не мають змоги придбати дорогі багатофункціональні імпортні агрегати, доцільним є вдосконалення наявних кормороздавачів. У випадку нашого господарства — це КТУ-10А. Незважаючи на свою надійність і простоту конструкції, дана модель не забезпечує достатньої гнучкості у змішуванні компонентів та роботі з концентратами, коренеплодами чи сипучими сумішами. Саме тому виникає потреба у його модернізації з метою розширення функціональних можливостей. Таке вдосконалення дозволить зробити процес роздавання кормів більш універсальним, точним і продуктивним, що відповідатиме сучасним технологічним вимогам та обраній схемі механізації годівлі ВРХ.

### 3.2 Розробка варіанту удосконалення

Як показала практика, централізовані кормоцехи на молочнотоварних фермах виявилися малоефективними через їхню значну енерго- та матеріалоємність, складність обслуговування й низький коефіцієнт використання технологічного обладнання. У зв'язку з цим більшість сучасних господарств, особливо середніх і малих, надають перевагу мобільним роздавачам кормів, які дозволяють гнучко й оперативно організувати процес годівлі без створення складної інфраструктури.

На сьогодні багатофункціональні кормороздавачі, що поєднують функції змішування, дозування, транспортування та роздавання, є стандартом для великих, капіталізованих господарств. Однак їхня висока вартість (до 2 млн грн) робить їх малодоступними для невеликих фермерських господарств або підприємств, які перебувають на етапі відновлення галузі молочного скотарства. Більше того, в таких господарствах найчастіше вже наявні базові моделі кормороздавачів, зокрема ПКТ-10 чи КТУ-10А, які морально застаріли, але технічно можуть бути модернізовані для розширення функціональності.

З огляду на потребу поетапного нарощування виробничих потужностей і оптимізації витрат, було поставлено завдання удосконалити існуючий кормороздавач ПКТ-10, надавши йому функції дозування та часткового змішування кормових компонентів, що дозволить покращити якість годівлі ВРХ.

Удосконалення полягає в конструктивній адаптації бункера кормороздавача шляхом його поділу на секції за допомогою пересувних повздовжніх перегородок, встановлених на напрямних із можливістю регулювання положення (рис. 3.2, арк. 1 графічної частини). Кількість секцій визначається числом компонентів у кормовій суміші, а їхній об'єм – за розрахунковими пропорціями суміші та щільністю окремих складників.

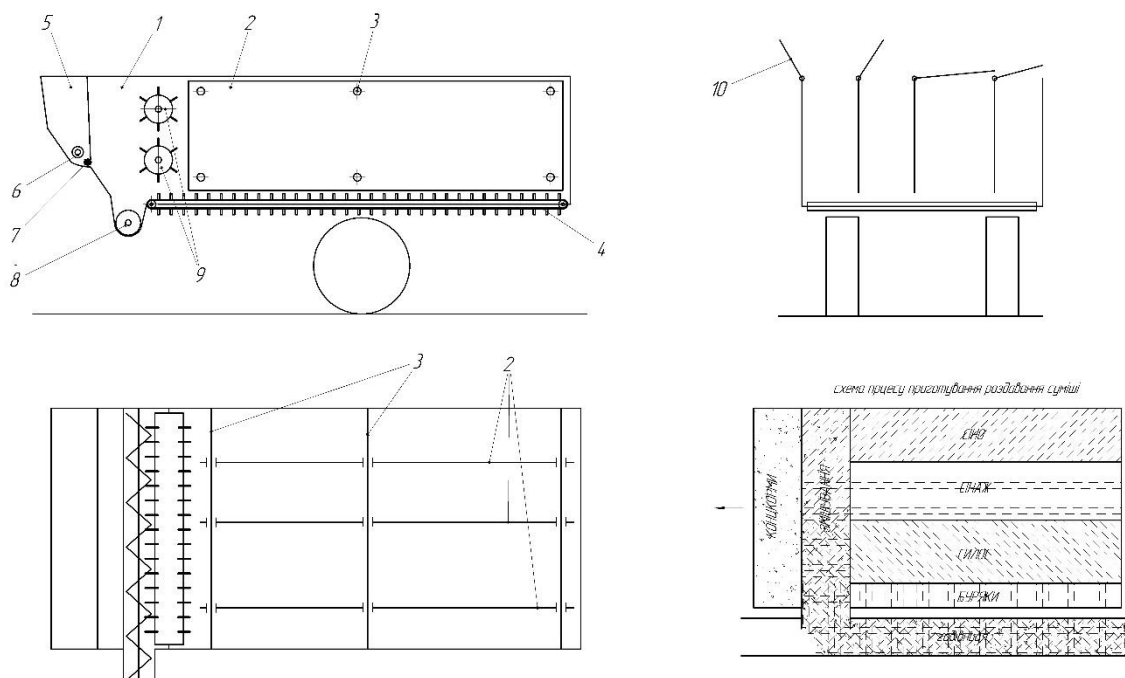


Рисунок 3. 1 – Конструкційно-технологічна схема удосконаленого роздавача: 1 - бункер; 2 - розділюючий щит; 3 - напрямна; 4 - поздовжній транспортер; 5 - бункер концкормів; 6 - шнек; 7 - дозатор; 8 - шнек розвантажувально-змішувальний; 9 - бітер; 10 - напрямна кришка.

У передній частині роздавача передбачено блок подачі концентрованих кормів, що включає додатковий бункер, шнековий подавач і дозатор. Дозування забезпечується шибєрними заслінками, а завантаження кормів полегшується відкидними кришками на верхній частині розділювачів, які слугують приймальними лійками.

Подача кормів до робочих органів здійснюється поздовжнім транспортером. Далі компоненти потрапляють у зону бітерів, які рівномірно подають їх до поперечного вивантажувально-змішувального шнека. Саме в цьому вузлі відбувається часткове перемішування складників безпосередньо перед роздачею. Незважаючи на те, що ступінь змішування дещо нижчий, ніж у промислових змішувачах, отримана суміш якісніша за однокомпонентну годівлю.

Реалізація запропонованих удосконалень не потребує значних витрат та

може бути виконана силами господарства з використанням місцевої матеріально-технічної бази. Таким чином, вартість модернізації ПКТ-10 буде в рази меншою, ніж придбання нового багатофункціонального кормороздавача, при цьому ефективність годівлі істотно зросте.

Додатковою перевагою є усунення одного з головних недоліків існуючої конструкції – нерівномірності роздавання кормів. Через можливе намотування довгостеблової маси на бітери, система роздачі часто виходить з ладу, а також не здатна ефективно працювати з подрібненими коренеплодами, гранульованими чи вологими кормами. Удосконалений вивантажувально-змішувальний шнек забезпечує рівномірне дозування незалежно від типу корму.

Модернізований кормороздавач може працювати як у режимі бічної роздачі (через поперечний транспортер у годівниці), так і в режимі поздовжньої видачі кормів на підлогу або в низькі годівниці. У другому випадку регулювання норми видачі здійснюється зміною швидкості поздовжнього транспортера і швидкості руху агрегату. Напрямок руху транспортера задається перестановкою кожуха храпового механізму.

### **3.3 Розрахунок техніко-технологічних параметрів удосконалення**

Привод робочих органів машини здійснюється від вала відбору потужності (ВВП) трактора з частотою обертання  $n = 535$  об/хв. Крутний момент передається через запобіжну муфту на конічний редуктор, який змінює напрямок обертання та частоту. Далі обертання передається через проміжний вал на блок бітерів, які відповідають за перемішування та подачу корму. На валу крайнього бітера розміщено конічну передачу, через яку встановлено кривошип, що приводить у дію шток, з'єднаний із храповим колесом. Останнє жорстко посаджене на вал приводу поздовжнього транспортера, завдяки чому забезпечується його поступальний рух.

Привод поперечного транспортера реалізується від змінної зірочки, встановленої на приводному валу кінцевого редуктора. Кількість зубів зірочки складає  $z_4 = 12$ , змінний варіант –  $z_4' = 9$ , що дозволяє регулювати швидкість подачі корму в залежності від умов експлуатації. Знаючи швидкість поперечного транспортера, визначимо оберти вала поперечного транспортера:

$$n = \frac{60 \cdot v}{\pi \cdot d}, \text{ хВ}^{-1}; \quad (3.1)$$

де  $d$  – діаметр вала поздовжнього транспортера, м;  
 $v$  – швидкість переміщення поздовжнього транспортера, м/с;  $v = 0,359$  м/с.

$$n = \frac{60 \cdot 0,359}{3,14 \cdot 0,1} = 68,6 \text{ хВ}^{-1}.$$

Визначимо частоту обертання проміжного вала:

$$n_z = \frac{n_1}{u_1}, \text{ хВ}^{-1}; \quad (3.2)$$

де  $n_1$  – оберти поперечного вала,  $\text{хВ}^{-1}$ ;  
 $u_1$  – передаточне число редуктора.

$$n_z = \frac{535}{1,25} = 428 \text{ хВ}^{-1}.$$

Визначаємо частоту обертання бітерів по формулі:

$$n_2 = \frac{n_z}{u_2}, \text{ хВ}^{-1}; \quad (3.3)$$

де  $u_2$  – передаточне число привода бітерів.

$$n_2 = \frac{428}{2,56} = 167 \text{ хв}^{-1}.$$

Визначимо потужність кормороздавача:

$$N = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 \text{ кВт}, \quad (3.4)$$

$N_1$  – потужність, затрачувана на привід бітерів: 7 кВт

$N_2$  – потужність, затрачувана на привід подаючого (поздовжнього) транспортера: 2,0 кВт

$N_3$  – потужність, затрачувана на привід вивантажувального (поперечного) транспортера.

$$N_3 = 1,3 \frac{g_s \cdot G \cdot f}{75} \cdot \cos \alpha, \text{ кВт}, \quad (3.5)$$

де  $g_s$  – осьова швидкість корму, м/с;

$$g_s = \frac{S \cdot n}{60}, \text{ м/с}, \quad (3.6)$$

де  $S$  – крок витка, м;

$n$  – частота обертання шнека, хв<sup>-1</sup>.

$$g_s = \frac{0,16 \cdot 90}{60} = 0,24 \text{ м/с},$$

$G$  – маса корму в шнеці, кг;  $G = 15$  кг;

$\alpha$  – кут підйому гвинтової лінії;  $\alpha = 14^\circ$

$f$  – коефіцієнт тертя корму в шнеці;  $f=0,16$ .

$$N_3 = 1,3 \frac{0,24 \cdot 15 \cdot 0,16}{75} \cdot \cos 14^\circ = 0,01 \text{ кВт.}$$

Оскільки в кормороздавачі два шнеки, то  $N_3 = 0,02$  кВт.

$N_4$  – потужність, затрачувана на привод барабанного дозатора, кВт:

$$N_4 = \frac{K_3 \cdot M \cdot n}{975 \cdot \eta}, \text{ кВт,} \quad (3.7)$$

де  $K_3$  – коефіцієнт запасу потужності ( $K_3=1-1,3$ );

$M$  – крутний момент на валі дозатора, Нм;

$n$  – частота обертання барабана,  $\text{с}^{-1}$ ;

$\eta$  – ККД приводного механізму (приймаємо  $\eta=0,8$ ).

Крутний момент на валі циліндричного барабана визначаємо по формулі:

$$M = (G + G_0 \cdot g) \frac{D_e}{2} (K_{оп} + 1), \text{ Н}\cdot\text{м}, \quad (3.8)$$

де  $G$  – сила тиску насипного матеріалу на барабан, Н;

$G_0$  – маса барабана, кг, ( $G_0=96$  кг);

$D_e$  – діаметр цапф барабана, м ( $D_e=0,18$  м);

$K_{оп}$  – коефіцієнт опору в цапфах ( $K_{оп}=2,5$ ).

Для вала циліндричного барабана приймаємо підшипники кочення.

Силу тиску матеріалу на барабан  $G$  знаходимо по формулі:

$$G = h \cdot \rho \cdot g \cdot F_{e.e}, \text{ Н,} \quad (3.9)$$

де  $h$  – висота корму над барабаном, м ( $h=1,6$  м);

$\rho$  – об'ємна маса корму,  $\text{кг/м}^3$ ; для ущільненого концентрованого корму приймаємо  $\rho=1200 \text{ кг/м}^3$ ;

$g$  – прискорення вільного падіння,  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ;

$F_{\text{в.в}}$  – площа вивантажувального вікна,  $\text{м}^2$  ( $F_{\text{в.в}} = 0,05 \text{ м}^2$ ).

$$G = 1,6 \cdot 1200 \cdot 9,81 \cdot 0,05 = 941,76 \text{ (Н)}.$$

Тоді крутний момент на валі барабана буде дорівнювати:

$$\dot{M} = (941,76 + 96 \cdot 9,81) \frac{0,18}{2} (2,5 + 1) = 593,31 \text{ (Н·м)}.$$

$$N_4 = \frac{1,3 \cdot 593,31 \cdot 0,7}{975 \cdot 0,8} = 0,7 \text{ (кВт)}.$$

Тоді  $N = 7 + 2 + 0,02 + 0,7 = 9,72 \text{ кВт}.$

### 3.4 Визначення конструкційних параметрів

Об'єктом дослідження на міцність є вал шнекового транспортера. На вал діють крутний момент  $T_{\text{кр}}$  і згинальний момент від нормально-розподіленого навантаження, рівного:

$$g = \frac{F}{0,15}, \text{ Н/м}, \quad (3.10)$$

де  $F$  – зусилля на один виток шнека; експериментально встановлено  $F = 100 \text{ Н}$  [10].

$$g = \frac{100}{0,15} = 666,7 \text{ Н/м},$$

а також вал вигинається силою, що діє на вал від ланцюгової передачі  $Q_B$ :

$$Q_B = F_t \cdot k_g = \frac{1020 \cdot P_v}{v} \cdot k_g, \text{ Н}; \quad (3.11)$$

$$v = \frac{z \cdot t \cdot n}{60 \cdot 1000} = \frac{16 \cdot 19.05 \cdot 280}{60 \cdot 1000} = 1.42 \text{ м/с}, \quad (3.12)$$

де  $v$  – окружна швидкість зірочки, м/с;

$t$  – крок ланцюга, мм;

$n$  – оберти шнека,  $\text{хв}^{-1}$ ;

$k_g$  – коефіцієнт динамічності.

Приймаючи коефіцієнт динамічності  $k_g = 1,3$ , одержимо

$$Q_B = \frac{1020 \cdot 0,45}{1,42} \cdot 1,3 = 420,2 \text{ Н};$$

$$Q_B^F = Q_B \cdot \cos 10^\circ = 420,2 \cdot 0,972 = 408,4 \text{ Н}; \quad (3.13)$$

$$Q_B^B = Q_B \cdot \sin 10^\circ = 420,2 \cdot 0,174 = 73,1 \text{ Н}. \quad (3.14)$$

Визначаємо реакції в опорах у горизонтальній площині:

$$\sum M_A^F = 0; \quad R_B^F \cdot l_1 + Q_B^F \cdot (l_1 + l_2) - g \cdot \frac{l_1^2}{2} = 0; \quad (3.15)$$

$$R_B^F = \frac{g \frac{l_1^2}{2} - Q_B^F (l_1 + l_2)}{l_1} = \frac{666,7 \frac{1}{2} - 408,4(1 + 0,05)}{1} = -95,5 \text{ Н}; \quad (3.16)$$

$$\sum M_B^{\Gamma} = 0; \quad g \cdot l_1^2 - R_A^{\Gamma} \cdot l_1 + Q_B^{\Gamma} \cdot l_2 = 0; \quad (3.17)$$

$$R_A^{\Gamma} = \frac{g \frac{l_1^2}{2} + Q_B^{\Gamma} \cdot l_2}{l_1} = \frac{666,7 \cdot \frac{1}{2} + 408,4 \cdot 0,05}{1} = 353,8 \text{ Н.} \quad (3.18)$$

Знайдемо згинальні моменти в характерних перерізах:

$$M_B^{\Gamma} = Q_B^{\Gamma} \cdot l_2 = 408,4 \cdot 0,05 = 20,42 \text{ Н} \cdot \text{м.} \quad (3.19)$$

Максимальне значення згинального моменту визначаємо в перерізі

$X_1$ :

$$M_{X_1} = M_{\max} = R_A^{\Gamma} \cdot x_1 - g \cdot \frac{x_1^2}{2}, \text{ Н} \cdot \text{м.} \quad (3.20)$$

Значення  $X_1$ , при якому  $M_{X_1} = M_{\max}$  визначимо, взявши похідну  $\frac{dM_{X_1}}{dx_1}$

й дорівнюємо її до нуля:

$$\frac{dM_{X_1}}{dx_1} = R_A^{\Gamma} - g \cdot x_1 = 0; \quad (3.21)$$

$$x_1 = \frac{R_A^{\Gamma}}{g} = \frac{353,8}{666,7} = 0,53 \text{ м.} \quad (3.22)$$

Тоді 
$$M_{\max} = 353,8 \cdot 0,53 - 666,7 \cdot \frac{0,53^2}{2} = 93,9 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Знайдемо реакції опор у вертикальній площині:

$$\sum M_A^B = 0; \quad R_B^B \cdot l_1 + Q_B^B \cdot (l_1 + l_2) = 0; \quad (3.23)$$

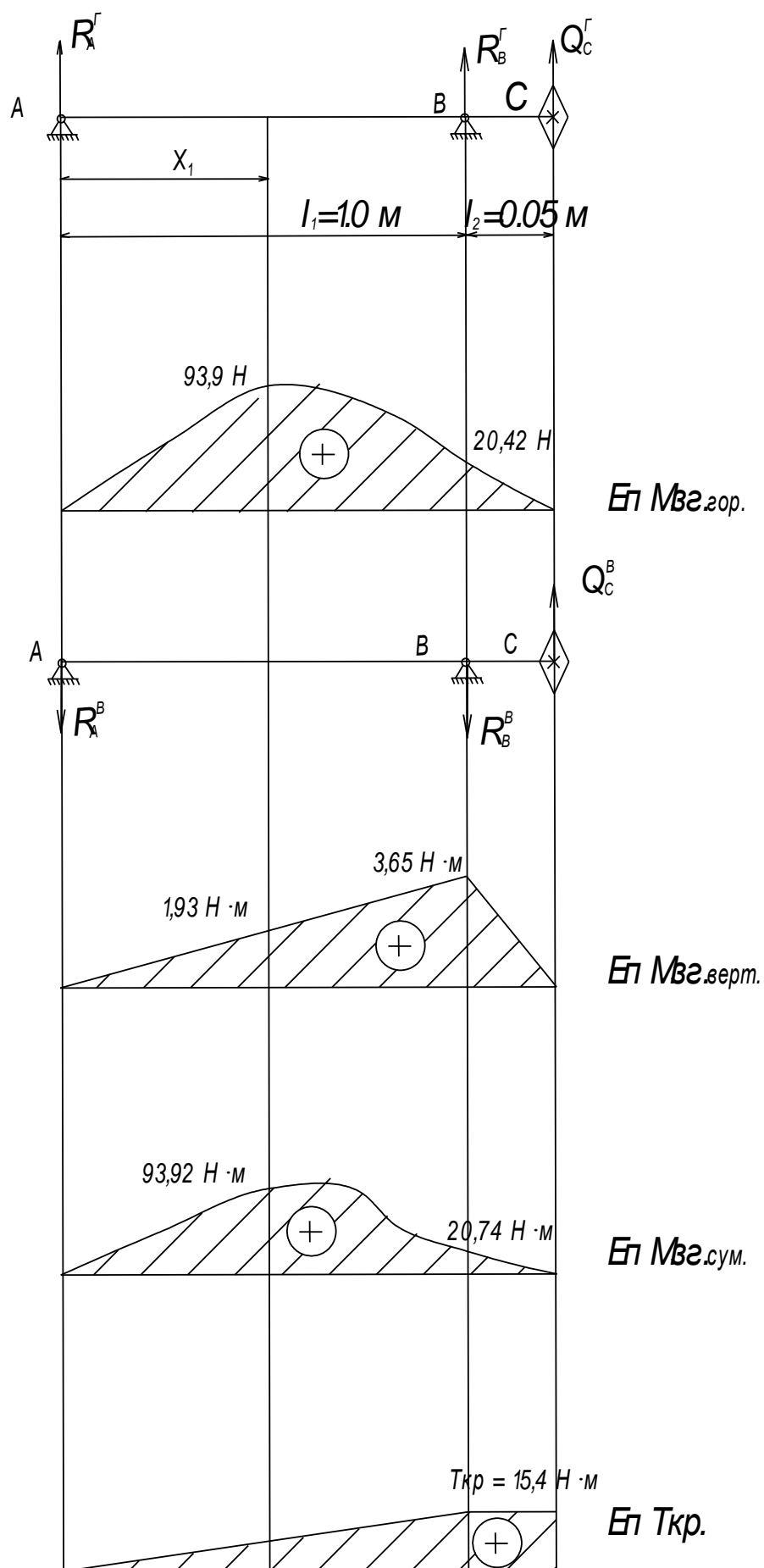


Рисунок 3.2 - Розрахункова схема вала шнека на міцність

$$R_B^B = \frac{-Q_B^B(l_1 + l_2)}{l_1} = \frac{-73,1(1 + 0,05)}{1} = -76,8 \text{ Н}; \quad (3.24)$$

$$\sum M_B^B = 0; \quad -R_A^B \cdot l_1 + Q_B^B \cdot l_2 = 0; \quad (3.25)$$

$$R_A^B = \frac{Q_B^B \cdot l_2}{l_1} = \frac{73,1 \cdot 0,05}{1} = 3,65 \text{ Н}. \quad (3.26)$$

Згинальний момент у перерізі В буде дорівнювати:

$$M_B^B = Q_B^B \cdot l_2 = 73,1 \cdot 0,05 = 3,65 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (3.27)$$

Згинальний момент у перерізі X<sub>1</sub> буде дорівнювати:

$$M_{X_1}^B = R_A^B \cdot X_1 = 3,65 \cdot 0,53 = 1,93 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (3.28)$$

Сумарні згинальні моменти будуть рівні:

$$M_B = \sqrt{(M_B^T)^2 + (M_B^B)^2} = \sqrt{(20,42)^2 + (3,65)^2} = 20,74 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (3.29)$$

$$M_{l_1} = \sqrt{(M_{max})^2 + (M_{X_1}^B)^2} = \sqrt{(93,9)^2 + (1,93)^2} = 93,92 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (3.30)$$

Крутний момент у небезпечному перерізі приймаємо рівним

$$T_{KP} = 10^3 \frac{P}{\omega} = 10^3 \frac{0,45 \cdot 30}{3,14 \cdot 280} = 15,4 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (3.31)$$

Еквівалентний момент у цьому перерізі буде дорівнювати

$$M_{EKB} = \sqrt{(M_{max})^2 + (\alpha \cdot T_{KP})^2} = \sqrt{(93,9)^2 + (0,5 \cdot 15,4)^2} = 94,22 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (3.32)$$

Визначимо діаметр порожнистого вала шнека з умови міцності

$$\frac{M_{EKB}}{0,1 \cdot D^3 \cdot (1 - \alpha^3)} \leq [\sigma_{-1}], \quad (3.33)$$

де  $[\sigma_{-1}] = 65 \text{ МПа}$  – допустиме напруження на вигин при закономірному циклі зміни номінальних напружень.

$$D = 0,013 \sqrt{\frac{M_{EKB}}{0,1 \cdot (1 - \alpha^3) \cdot [\sigma_{-1}]}} = 0,013 \sqrt{\frac{94,22}{0,1 \cdot (1 - 0,8^3) \cdot 65}} = 30,9 \text{ мм}. \quad (3.44)$$

За ДСТ 8734-75 приймаємо, з конструктивних міркувань, сортамент вала барабана – труба  $\frac{60 \times 5 \times 1000 \text{ГОСТ} 8734 - 75}{\text{Ст.5ГОСТ} 8731 - 74}$ .

### 3.6 Висновки

У результаті проведених досліджень та розрахунків у рамках цього розділу були отримані такі основні результати:

Проведено аналіз і оцінку конструктивної схеми мобільного кормороздавача ПКТ-10А, що дозволило визначити його потенціал для модернізації. Розраховані основні геометричні, технологічні та силові параметри модернізованої версії кормороздавача, що дають змогу оцінити його ефективність та можливості для подальшого використання.

У наступному розділі будуть розроблені заходи з охорони праці, що стосуються експлуатації удосконаленого кормороздавача, з метою забезпечення безпечних умов для персоналу на робочих місцях.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1 Загальні вимоги

При роботі на проектованій лінії необхідно забезпечити дотримання загальних вимог охорони праці, спрямованих на збереження здоров'я працівників і попередження нещасних випадків. Робочі місця мають бути організовані відповідно до вимог охорони праці, забезпечувати зручність роботи та достатнє освітлення. Всі робочі зони повинні бути очищені від перешкод, що можуть призвести до травм, а також мати належну організацію для зручного підходу до обладнання. Потрібно провести вступні, первинні, повторні інструктажі з охорони праці для всіх працівників, а також розробити відповідні інструкції по кожному етапу роботи з кормороздавачем, враховуючи його конструкційні особливості. Крім того, працівники повинні бути забезпечені відповідним спецодягом та засобами індивідуального захисту, такими як рукавички, захисні окуляри та каски.

Машини, зокрема кормороздавачі, повинні мати необхідні захисні огороження для запобігання травмам від рухомих частин. Всі вузли, що можуть становити небезпеку, повинні бути оснащені механізмами блокування для зупинки роботи обладнання під час ремонту чи обслуговування. Регулярні перевірки стану технічного обладнання повинні здійснюватися відповідно до плану технічного обслуговування. Потрібно забезпечити наявність аварійних вимикачів для швидкої зупинки обладнання у разі виникнення небезпечних ситуацій.

Технічне обслуговування кормороздавача має здійснюватися згідно з розробленим графіком, що дозволяє підтримувати стабільну роботу та знижує ризик аварій. Ремонтні роботи повинні проводитись з відключенням усіх джерел живлення та застосуванням відповідних засобів індивідуального захисту, відповідно до характеру виконуваних робіт.

Необхідно також забезпечити захист від механічних, електричних і пожежних небезпек. Оскільки кормороздавачі можуть працювати з матеріалами, що мають високу пожежну небезпеку, потрібно організувати контроль за наявністю

засобів пожежогасіння на робочих місцях і навчання персоналу з пожежної безпеки. При цьому повинна бути забезпечена ізоляція електричних частин і заземлення обладнання для попередження електричних травм.

Важливим аспектом є контроль за рівнем шуму та вібрації, оскільки ці фактори можуть негативно впливати на здоров'я працівників. Для цього необхідно здійснювати вимірювання рівня шуму і вібрації, а також забезпечити необхідні заходи щодо їх зниження, наприклад, через застосування шумопоглинальних матеріалів або захисних засобів. Встановлення ефективної вентиляції на робочих місцях допоможе уникнути забруднення повітря і створить комфортні умови для праці.

Для реалізації цих вимог необхідно дотримуватись відповідної нормативно-правової бази, яка включає Закон України "Про охорону праці", Постанову КМУ № 309 "Про затвердження Порядку забезпечення працівників засобами індивідуального захисту", ДСТУ 4137-2002 "Машини для сільського господарства. Загальні технічні вимоги", ДСТУ 12.2.019-80 "Безпека машин", а також інші нормативи, що регулюють безпеку праці на сільськогосподарському виробництві.

#### **4.2 Інструкція з охорони праці для оператора удосконаленого кормороздавача ПКТ-10 на молочній фермі**

##### **1. Загальні положення**

1.1. Інструкція з охорони праці для оператора кормороздавача ПКТ-10 призначена для забезпечення безпечних умов праці під час експлуатації мобільного кормороздавача на молочній фермі.

1.2. Оператор кормороздавача повинен бути ознайомлений з цією інструкцією перед початком роботи та пройти навчання і інструктаж з охорони праці.

1.3. Усі працівники повинні мати відповідний спецодяг, взуття та засоби індивідуального захисту згідно з вимогами нормативно-правових актів.

1.4. Використовувати кормороздавач можна тільки після проходження перевірки технічного стану машини та підтвердження її справності.

## 2. Загальні вимоги безпеки перед початком роботи

### 2.1. Перед початком роботи перевірте технічний стан кормороздавача:

- перевірте наявність і справність огорожень та захисних пристроїв;
- перевірте рівень масла в двигуні та трансмісії, а також в інші вузли, що потребують мастила;
- переконайтеся, що всі шланги, ремені та інші рухомі частини машини знаходяться у справному стані;
- перевірте роботу гальмівної системи та наявність достатнього рівня пального.

2.2. Перед запуском машини перевірте робочі місця на наявність сторонніх предметів, що можуть потрапити в механізми або створювати небезпеку для працівників.

2.3. Для роботи на кормороздавачі використовуйте тільки справний інструмент та обладнання, яке відповідає технічним вимогам.

2.4. Усі рухомі частини машини мають бути надійно огорожені та захищені від несанкціонованого доступу. Під час роботи не дозволяється знімати або відкривати огороження.

## 3. Вимоги безпеки під час роботи

### 3.1. Під час роботи на кормороздавачі:

- не можна перебувати в межах зони рухомих частин машини, за винятком необхідності обслуговування або ремонту після відключення харчування;
- операції з регулювання та налаштування кормороздавача слід виконувати тільки після зупинки машини та відключення джерел живлення;
- не допускається надавати допомогу в роботі кормороздавача стороннім особам, особливо дітям та неуповноваженим працівникам.

3.2. Якщо під час роботи кормороздавача виникли неполадки або несправності, потрібно негайно припинити роботу, вимкнути машину, викликати технічного спеціаліста та вжити заходів для усунення несправностей.

3.3. Під час запуску і зупинки кормороздавача необхідно переконатися в тому, що всі механізми зупинені, а персонал знаходиться на безпечній відстані від машин.

3.4. Під час роботи кормороздавача з високими швидкостями руху слід особливо уважно стежити за можливими перешкодами на шляху руху, а також за роботою транспортерів і роздавальних механізмів.

3.5. Не дозволяється працювати на кормороздавачі в разі несправностей електричної, механічної або гідравлічної систем, поки вони не будуть відремонтовані та не перевірені технічним спеціалістом.

#### 4. Вимоги безпеки під час обслуговування і ремонту

4.1. Обслуговування та ремонт кормороздавача можна виконувати тільки після зупинки машини та відключення джерел живлення (електрики, пального та інших видів енергії).

4.2. Перед проведенням будь-яких робіт на кормороздавачі переконайтеся, що всі механізми зупинені і знаходяться в безпечному стані.

4.3. Для виконання ремонтних та технічних робіт використовуйте тільки спеціально призначені інструменти та засоби захисту.

4.4. Ремонтні роботи повинні проводитись кваліфікованими працівниками відповідно до інструкцій виробника і з урахуванням вимог безпеки.

4.5. Після ремонту та обслуговування кормороздавача перевірте його роботу, перед тим як допустити до подальшої експлуатації.

#### 5. Заходи з пожежної безпеки

5.1. Під час роботи на кормороздавачі особливу увагу треба приділяти запобіганню виникнення пожеж:

- не допускається палити в безпосередній близькості від машини;
- перевіряйте наявність вогнегасників та їх справність на робочому місці.

5.2. У разі виникнення пожежі або задимлення негайно вимкніть машину та зверніться за допомогою до пожежної служби.

6. Вимоги безпеки при роботі в умовах підвищеної вологості або низьких температур

6.1. В умовах підвищеної вологості або низьких температур необхідно забезпечити належну термічну ізоляцію робочих поверхонь і електричних систем для уникнення коротких замикань та промерзання.

6.2. В роботі кормороздавача в умовах низьких температур необхідно застосовувати спеціальні мастила та гідравлічні рідини, що відповідають температурним вимогам.

#### 7. Відповідальність за порушення інструкції

7.1. Оператор кормороздавача несе відповідальність за дотримання цієї інструкції та безпеку під час роботи.

7.2. За порушення вимог охорони праці оператор може бути притягнутий до дисциплінарної, адміністративної або кримінальної відповідальності відповідно до чинного законодавства.

#### 8. Завершення роботи та дії після зміни

##### 8.1. Після завершення роботи на кормороздавачі:

- вимкніть машину і забезпечте її збереження в безпечному стані;
- прибирайте робоче місце, очищайте його від сміття і залишків кормів;
- перевірте стан машини та в разі необхідності проведення ремонту чи технічного обслуговування.

#### 9. Заключні положення

Ця інструкція є обов'язковою для виконання всіма операторами кормороздавача ПКТ-10. У разі виникнення запитань або необхідності уточнень щодо охорони праці необхідно звертатися до відповідальних осіб або служби охорони праці.

### 4.3 Висновки

Удосконалення технологічного процесу та введення нового обладнання потребує забезпечення належного рівня охорони праці для всіх працівників. Необхідно провести навчання та інструктаж з безпеки для операторів і технічного

персоналу. Важливо налаштувати механізми дозування та роздавання корму, а також забезпечити захисними огороженнями та блокувальними пристроями.

Забезпечення пожежної безпеки та регулярні перевірки електричних і гідравлічних систем є необхідними для запобігання аваріям. Виконання заходів охорони праці дозволить підвищити ефективність роботи та зберегти здоров'я працівників.

## 5 ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА

### 5.1 Вихідні дані

Для оцінки техніко-економічної ефективності модернізованого технологічного процесу роздавання кормів, розглянемо два варіанти забезпечення цього процесу. Перший – базовий варіант, що працює за схемою, описаною в розділі 2. У цьому варіанті кормороздавач по черзі об'їжджає кормові сховища, завантажується вже підготовленими кормами, дозує компоненти та готує кормову суміш для вивантаження в годівниці.

Другий варіант – проектний, де використовується удосконалений кормороздавач ПКТ-10, розроблений в рамках цього проекту. Це значно покращує ефективність процесу завдяки наявності додаткових функцій дозування та змішування компонентів корму безпосередньо в процесі роздавання.

Таким чином, порівняння показників експлуатаційної ефективності базового варіанту РСР-10 та удосконаленого ПКТ-10 дозволить зробити висновок про доцільність і економічну вигоду від модернізації технологічного процесу.

Вихідні дані по варіантам приводимо в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 - Вихідні дані до розрахунку економічних показників

Вихідні дані	Варіанти	
	базовий	проектний
Марка роздавача	РСР-10	ПКТ-10 (удосконалений)
Потужність на привід, кВт	22	12,8
Час роботи на добу, год.	2,2	3
Обслуговуючий персонал, люд	1	1
Вартість, грн.	258600	144800
в т.ч. переобладнання кормороздавача	-	22800

## 5.2 Розрахунок показників економічної ефективності

Для порівняння базового та удосконаленого варіанту технологічного процесу роздавання кормів, ми зосередимося на питомих експлуатаційних витратах. Це дозволить оцінити ефективність і економічну доцільність модернізації. Витрати на експлуатацію включають такі категорії, як заробітна плата, енергоресурси, амортизаційні відрахування та витрати на ремонт і технічне обслуговування.

Таблиця 5.2 - Показники економічної ефективності лінії

Показники	Варіанти	
	базовий	проектний
Марка роздавача	РСП-10	ПКТ-10 (удосконалений)
Потужність на привід, кВт	22	12,8
Час роботи на добу, год.	2,2	3
Обслуговуючий персонал, люд	1	1
Вартість, грн.	258600	144800
в т.ч. переобладнання кормороздавача	-	22800
Експлуатаційні витрати, грн.	112868,02	83858,07
в т.ч.: заробітна плата з нарахуваннями	9076,93	12377,63
амортизаційні відрахування	25860,00	14480,00
відрахування на ТО та ремонт	20688,00	11584,00
витрати на ПММ	57243,09	45416,44
Економія експлуатаційних витрат, грн.	-	29009,95
Строк окупності додаткових капітальних вкладень, роки	-	0,78

### 5.3 Висновки

Порівнюючи економічні показники обох варіантів (табл. 5.2), можна зробити висновок, що застосування удосконаленого кормороздавача має значні переваги. Зокрема, він демонструє нижчі експлуатаційні витрати та меншу вартість у порівнянні з базовим варіантом. Це підтверджує економічну доцільність модернізації технологічного процесу, що дозволяє знизити витрати на обслуговування та підвищити загальну ефективність виробництва кормів.

## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

У результаті виконання дипломного проекту були отримані наступні висновки та пропозиції:

1. Визначено, що на молочно-товарній фермі СФГ «Престиж» Петропавлівського району Дніпропетровської області є необхідність удосконалення процесу роздавання кормів.

2. Окреслено раціон годівлі та технологічну схему лінії приготування та роздавання кормів, для якої було обрано типи та розраховану кількість засобів механізації: завантажувач стеблових кормів ФН-1,2, два транспортери коренеплодів ТК-5Б, мийка подрібнювач ІКМ-Ф-10, дробарка КДУ-2,0, транспортер концкормів ПК-6. Змішування та роздавання компонентів суміші здійснюється за допомогою роздавача-змішувача.

3. Проведено удосконалення конструкції кормороздавача ПКТ-10 для підвищення його функціональності. Удосконалення включає в себе поділ бункера на кілька частин, що дозволяє дозувати різні компоненти кормової суміші, а також введення пристрою для концентрованих кормів. Розроблено необхідні розрахунки та робочі креслення для реалізації змін.

4. Розроблено заходи з охорони праці при експлуатації удосконаленого кормороздавача.

5. Проведено порівняння техніко-економічних показників базової та удосконаленої конструкції машини. За розрахунками річна економія експлуатаційних витрат складає 29009,95 грн., а строк окупності нововведення – 0,78 роки.

Отримані результати дозволяють рекомендувати запропоновані удосконалення для реалізації в конструкції роздавача ПКТ-10 та аналогічних конструкціях.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Машины для тваринництва та птахівництва // За редакцією В.І. Кравчука, Ю.Ф. Мельника, Дослідницьке, УкрНДІВПТ ім. Погорілого – 2009, -207 с.
2. Романюха І.О., Дудін В.Ю. Курсове і дипломне проектування тваринницьких підприємств: навч. посібн. [для студ. вищ. навч. закл.] /І.О. Романюха, В.Ю. Дудін; за ред. І. Романюхи. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Дніпропетровськ: Нова ідеологія, 2014. – 418 с.
3. Дудін В.Ю. Експериментальні дослідження малогабаритного подрібнювача соковитих кормів/ В.Ю. Дудін, О.С. Гаврильченко, П.С. Височин // Materials of the XIII International scientific and practical Conference Science and civilization – 2018, Volume 12, January 30 - February 7, 2018.: Sheffield. Science and education LTD – 41-45 p
4. Дудін В.Ю. Дослідження процесу різання коренеплодів / В.Ю. Дудін, І.А. Бородавка//Materialy XV Miedzynarodowej naukowii-praktycznej konferencji, «Strategiczne pytania światowej nauki - 2019» , Volume 10 Przemysł: Nauka i studia– 36-
5. Машины для тваринництва та птахівництва // За редакцією В.І. Кравчука, Ю.Ф. Мельника, Дослідницьке, УкрНДІВПТ ім. Погорілого – 2009, -207 с.
6. Романюха І.О., Павленко С.І., Дудін В.Ю. Курсове і дипломне проектування тваринницьких підприємств. Навчальний посібник /За ред. І.О. Романюхи. – Дніпропетровськ: ДДАУ, 2009. – 272 с.
7. Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств: Навч. посібник для студентів вищ. агр. закладів освіти 3 - 4 рівнів акредитації за спец. „Механізація сіл. госп – ва” (спеціалізація „Механізація тваринництва”) /І.І. Ревенко, В.Д. Роговий, В.І. Кравчук та ін.; за ред. І.І. Ревенка. – К.: Урожай, 1999, - 199 с.
8. Механізація виробництва продукції тваринництва: Підручник/ І.І.Ревенко, Г.М.Кукта ,В.М.Манько та ін.; За ред. І.І.Ревенка. – К.: Урожай, 1994. – 264 с.

9. Мельник В.О. Способи вирощування свиней: вплив на продуктивні показники і фізіологічний стан / В. О. Мельник // свинарство: Міжвід. темат. наук. зб. / Інститут птахівництва УААН. –Харків, 2005. – Вип. 57. – С. 337-347.
10. Практикум по машинах і обладнанню для тваринництва/ І.Г.Бойко, В.І.Гридасов, А.І.Дзюба та ін.; За ред. О.П.Скорика, О.І.Фісяченка. – Харків, 2004. – 272 с.
11. Linn, Jim. «Feeding Total Mixed Rations». University of Minnesota Extension
12. Смоляр В. Огляд фермських комбайнів / В. Смоляр, В. Ясенецький // Техніка і технології АПК. - 2013. - № 2. - С. 14-16. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Titapk\\_2013\\_2\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Titapk_2013_2_7)[http://mehzavod.com.ua/MateriMat/Буклет\\_МКУ.pdf](http://mehzavod.com.ua/MateriMat/Буклет_МКУ.pdf)
13. Машины для заготівлі та приготування кормів// За редакцією В.І. Кравчука, Дослідницьке, УкрНДІВПТ ім. Погорілого – 2009, -136 с
14. Машины для тваринництва та птахівництва // За редакцією В.І. Кравчука, Ю.Ф. Мельника, Дослідницьке, УкрНДІВПТ ім. Погорілого – 2009, -207 с.
15. Сайт фірми «STorTi S.p.A.» [Електронний ресурс]/ Каталог продукції Режим доступу: [http:// www.masterstudio.com](http://www.masterstudio.com), вільний. - Загл. з екрана. - Яз.англ.
16. Шевченко І.А., Алієв Е.Б., Доруда С.О. Моделювання процесу потокового змішування кормосумішей з використанням методу дискретних елементів. Механізація та електрифікація сільського господарства. Глеваха, 2013. Вип. 97. Том 1. С. 536-544.
17. Грицун А.В., Яропуд В.М., Грицун О.А. Теоретичне обґрунтування технологічно – конструктивних параметрів подрібнювача пресованих стеблових матеріалів // Збірник наукових праць вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. Вінниця, випуск 1(84). 2014. – С.85-92.
18. Ревенко І. І., Лісовенко Т. О., Хмельовський В. С. Обслуговування рогатої худоби при годівлі за прив'язного утримання. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2008. Вип. 126. С. 254–258.

19. Фененко А. І. Ткач В. В., Ткачук С. В. Перспективи та техніко-технологічне забезпечення галузі молочного тваринництва України. Науковий вісник НУБіП України. Серія: техніка та енергетика АПК. 2015. Вип. 212, ч. 2 С. 27-35.

20. Бойко А., Новицький А., Голосов А. Засоби для приготування і роздавання кормів на фермах ВРХ та оцінка їх надійності Зб. Наук. праць "Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства". – Дослідницьке.: УкрНДІПВТ ім. Погорілого, 2009. – випуск № 13 – С. 310 – 315.

21. Хмельовський В. С. Перспективні напрями підготовки кормової суміші для великої рогатої худоби. Технічний прогрес у сільськогосподарському виробництві : XX Міжнародна науково-технічна конференція та Всеукраїнська конференція-семінар аспірантів, докторантів і здобувачів у галузі аграрної інженерії, смт Глеваха, 5–7 травня 2012 року: тези доповіді. Глеваха, 2012.

22. ДСТУ EN 703:2014. Сільськогосподарські машини. Машини для навантажування, змішування і (або) подрібнювання та роздавання силосу. Вимоги щодо безпеки (EN 703:2004+A1:2009, IDT)

23. Ефективність виробництва молока на реконструйованих фермах / А. І. Фененко, С. П. Москаленко, Д. І. Верніков, Д. О. Римар. Механізація та електрифікація сільського господарства. 2005. Вип. 89. С. 49-31.

24. Гавриленко М., Полупан Ю. Розвиток молочного скотарства у Нідерландах. Тваринництво України. 2008. № 2. С. 13-14.

25. Костенко В. І., Заболотько О. О., Хмельовський В. С. Ефективність використання комбінованих транспортно-технологічних засобів для годівлі ВРХ. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2015. Вип. 212/2. С. 115- 122

26. Хмельовський В. С., Ачкевич О. М. Технологічна схема виробництва високоенергетичної кормової суміші. Інноваційні технології збалансованого природокористування в агропромисловому виробництві: Міжнародна науково-практична конференція, м. Ніжин, 25 березня 2016 року: тези доповіді. Ніжин, 2016. С. 163–169.

## ДОДАТКИ

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
Інженерно-технологічний факультет  
Кафедра інжинірингу технічних систем

**Реконструкція технологічного процесу  
роздавання кормів на молочно-товарній фермі з  
удосконаленням мобільного роздавача кормів**

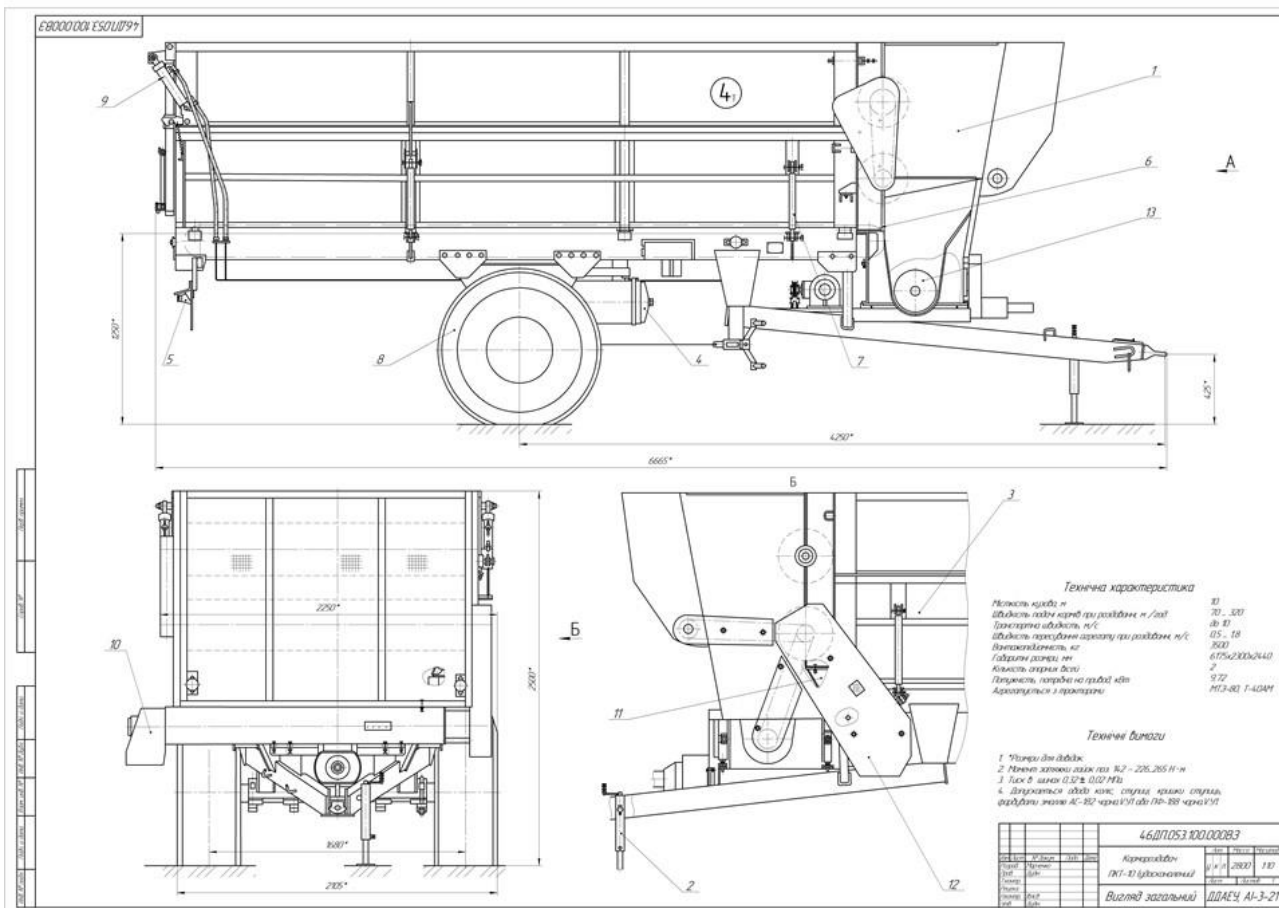
демонстраційний матеріал до дипломного проєкту рівня вищої освіти «Бакалавр»

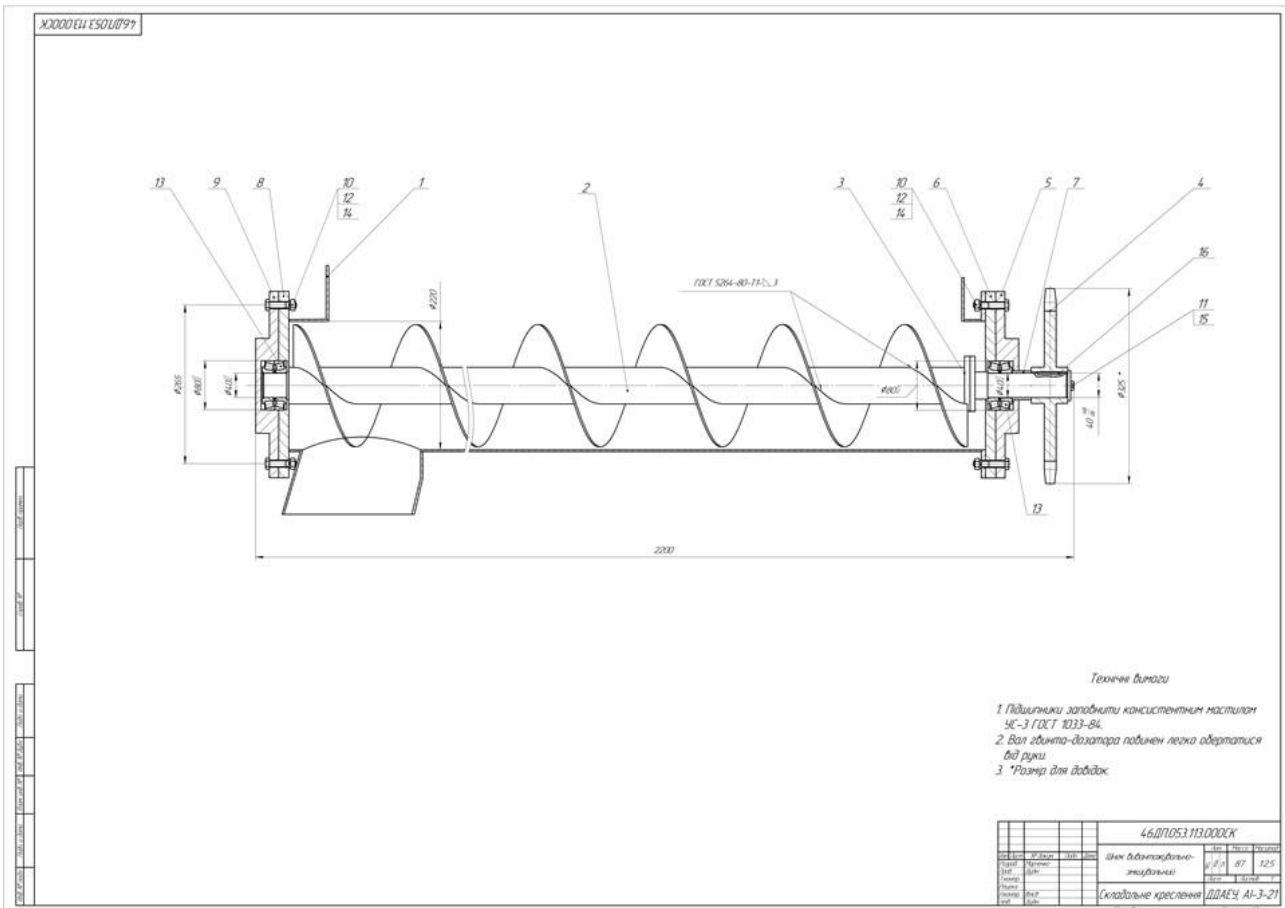
Виконав: студент 4 курсу, групи AI-3-21  
Марченко Валентин Вікторович

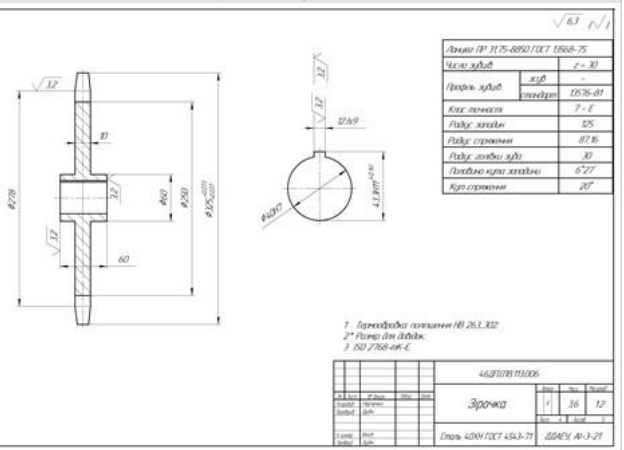
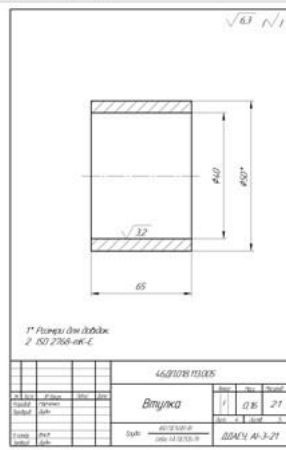
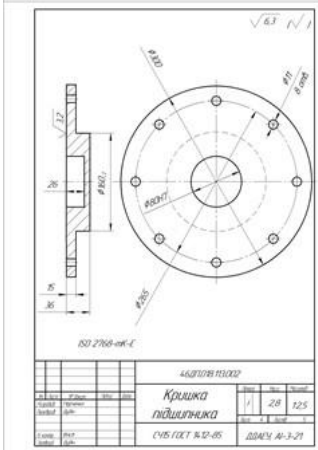
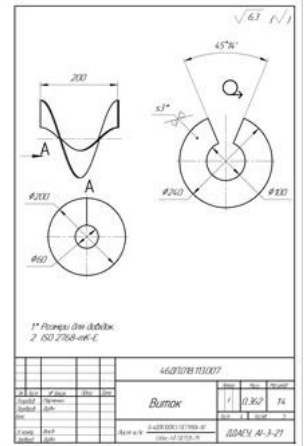
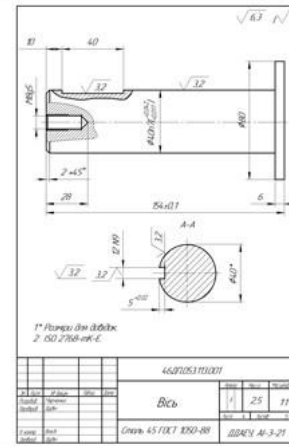
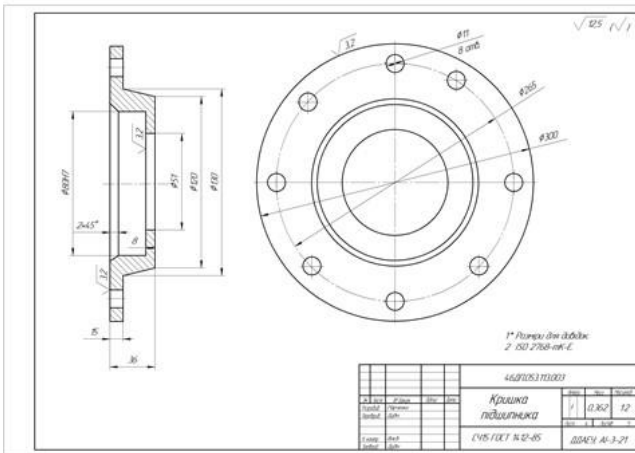
Керівник: к.т.н., доцент  
Дудін Володимир Юрійович

Дніпро-2025











Форм-	Зона	Поз.	ПОЗНАЧЕННЯ	НАЙМЕНУВАННЯ	Кіл.	Прим
				<u>Документація</u>		
			46ДП053.100.000СК	<u>Складальне креслення</u>		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	46ДП053.101.000	Приставка для роз- дачі		
				концкормів	1	
		2	46ДП053.103.000	Опора	1	
		3	46ДП053.104.000	Стінка бічна	1	
		4	46ДП053.105.000	Ресивер	1	
		5	46ДП053.106.000	Ліхтар	1	
		6	46ДП053.107.000	Транспортер поздов- жній	1	
		7	46ДП053.107.000	Стяжка	1	
		8	46ДП053.107.000	Колесо	4	
		9	46ДП053.107.000	Гідроциліндр	1	
				<u>Деталі</u>		
		1 0	46ДП053.100.001	Защита	1	
		1 1	46ДП053.100.002	Стійка	1	
		1 2	46ДП053.100.003	Защита	1	

А 1	1 3	46ДП053.113.004	Шнек			1				
					46ДП053.100.000					
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата						
Розробив	Марченко				Кормороздавач ПКТ-10 (удосконалений)	Литера	Лист	Листов		
Перевір.	Дудін					у	д	п	1	1
Т. контр.						ДДАЕУ, АІ-3-21				
Н. контр.	Івлєв									
Затверд.	Дудін									
Форм.	Зона	Поз.	ПОЗНАЧЕННЯ		НАЙМЕНУВАННЯ	Кіл.	Прим.			
					<u>Документація</u>					
			46ДП053.113.000СК		<u>Складальне креслення</u>					
					<u>Складальні одиниці</u>					
		1	46ДП053.113.100		Кожух					
		2	46ДП053.113.200		Гвинт	1				
		3	46ДП053.113.300		Муфта	1				
					<u>Деталі</u>	1				
		4	46ДП053.113.001		Зірочка	1				
		5	46ДП053.113.002		Кришка підшипника	1				
		6	46ДП053.113.003		Обойма	1				
		7	46ДП053.113.004		Втулка	1				
		8	46ДП053.113.005		Обойма	4				
		9	46ДП053.113.006		Кришка підшипника	1				
					<u>Стандартні вироби</u>					
		10			Болт М10g6x45 ДСТУ 7798-70		16			

		1		Болт М8g6x25 ДСТУ 7798-70		1				
		1		Гайка М10Н7 ДСТУ 5915-70		16				
		1		Підшипник 7208 ДСТУ 333-71		4				
		1		Шайба 10Г ДСТУ 6402-70		16				
		1		Шайба 7019-0621 ГОСТ14734-69		1				
		1		Шпонка 12x8x40 ДСТУ 23360-78		1				
					<b>46ДП053.113.000 СК</b>					
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>						
<i>Розробив</i>	<i>Марченко</i>				<b>Вивантажувально-змішувальний шнек</b>	<i>Литера</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>		
<i>Перевір.</i>	<i>Дудін</i>					у	д	п	1	1
<i>Т. контр.</i>						<b>ДДАЕУ, АІ-3-21</b>				
<i>Н. контр.</i>	<i>Івлєв</i>									
<i>Затверд.</i>	<i>Дудін</i>									