

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

Кафедра інжинірингу технічних систем

**Пояснювальна записка**до дипломного проекту  
освітнього ступеня «Бакалавр» на тему:**Удосконалення технологічного процесу приготування  
кормів на свинофермі з розробкою спіральньо-гвинтового  
змішувача сипких кормів****Виконав:** студент 4 курсу, групи М-1-20

за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Конопльов Ігор Миколайович

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Івлєв Віталій Володимирович**Рецензент:** \_\_\_\_\_ Садченко Роман Вікторович

Дніпро 2024

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

Кафедра інжинірингу технічних систем  
Освітній ступінь: «Бакалавр»  
Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри  
**ІТС**

(назва кафедри)

**ДОЦЕНТ**

(вчене звання)

**Дудін В.Ю.**

(підпис)

(прізвище, ініціали)

«06» травня 2024 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

**Конопльов Ігор Миколайович**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Удосконалення технологічного процесу приготування кормів на свинофермі з розробкою спіраль-но-гвинтового змішувача сипких кормів

керівник проєкту Івлєв Віталій Володимирович, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від  
«06» травня 2024 року № 984

2. Строк подання студентом проєкту 07.06.2024 р.

3. Вихідні дані до проєкту: Аналіз стану питання процесів та обладнання для приготування комбикормів, зокрема горизонтальних змішувачів. Аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Огляд технологій та технічних засобів приготування кормів на свинофермах. 2. Проектування технологічного процесу приготування комбикормів. 3. Удосконалення конструкції змішувача сипких кормів. 4. Охорона праці. 5. Економічна оцінка. Загальні висновки. Бібліографічний список

## 5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Технологічна схема. 2. Спирально-гвинтовий. 3.Змішувач комбікорму. 4. Мішалка.  
5. Вал мішалки. 6. Зовнішній виток. 7. Внутрішній виток. 8. Цапфа опорна. 9. Труба.  
10. Цапфа привідна. 11. Економічні показники

## 6. Консультанти розділів проєкту

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

7. Дата видачі завдання: 07.05.2024 р. .

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 01.04.2024 р.	
2	Теоретичний	до 15.04.2024 р.	
3	Експериментальний	до 30.04.2024 р.	
4	Охорона праці	до 10.05.2024 р.	
5	Економічний	до 22.05.2024 р.	
6	Демонстраційна частина	до 05.06.2024 р.	

Студент

\_\_\_\_\_

( підпис )

Конопльов І. М.

\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту

\_\_\_\_\_

( підпис )

Івлєв В.В.

\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)



## АНОТАЦІЯ

Конопльов І. М. Удосконалення технологічного процесу приготування кормів на свинофермі з розробкою спіраль-гвинтового змішувача сипких кормів / Дипломний проєкт на здобуття ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2024.

У проєкті підготовлено вступ, проведено аналіз виробничої діяльності господарства, та зроблено висновки щодо необхідності розробки механізованої технологічної лінії для приготування кормів на відгодівельній свинофермі. На основі огляду зоотехнічних вимог здійснено розрахунок технологічної лінії. Проведено розробку вдосконалення змішувача кормів. Запропоновано заходи з покращення умов охорони праці. Виконано економічне обґрунтування проєкту, зроблено висновки та складено список використаної літератури.

Ключові слова: свиноферма, корми, змішування, спіраль, стрічка, гвинт.

## ЗМІСТ

Вступ		8
1	ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ПРИГОТУВАННЯ КОРМІВ НА СВИНОФЕРМАХ	10
1.1	Технології приготування кормів та типи годівлі	10
1.2	Огляд конструкцій змішувачів кормів	12
1.3	Висновки	15
2	ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПРИГОТУВАННЯ КОМБІКОРМІВ	16
2.1	Обґрунтування актуальності питання	16
2.2	Типи сухої годівлі свиней	16
2.3	Вихідні дані	18
2.4	Стан справи в господарстві, існуючі рішення	20
2.5	Розробка остаточного варіанту технологічного процесу	24
2.6	Висновки	25
3	УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЗМІШУВАЧА СИПКИХ КОРМІВ	26
3.1	Обґрунтування важливості питання	26
3.2	Аналіз стану питання	27
3.2.1	Огляд існуючих конструкцій змішувачів	27
3.2.2	Патентний огляд, досвід виробництва	31
3.3	Розробка удосконалення змішувача	34
3.3.1	Схема удосконалення	34
3.3.2	Розрахунок геометричних параметрів	34
3.3.3	Розрахунок силових та кінематичних параметрів	39
3.3.4	Розрахунок елементів на міцність	43
3.4	Висновки	44
4	ОХОРОНА ПРАЦІ	45

4.1	Загальні вимоги	45
4.2	Інструкція з охорони праці для оператора змішувача комбі- кормів на свинарській фермі	47
4.3	Висновки	49
5	ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА	50
	ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	52
	БІБЛІОГРАФІЯ	53
	ДОДАТКИ	55

## ВСТУП

В результаті досліджень фізіологічної ролі компонентів корму, виконаних вітчизняними та зарубіжними науковцями, було сформульовано уявлення про вирішальну роль трьох основних умов у розробці механізованих технологій годівлі тварин:

1. Підготовка збалансованих за поживністю та якістю кормів.
2. Надання тваринам раціонально необхідної кількості корму.
3. Одночасне надходження кормових компонентів в організм тварини.

Основні умови механізованих технологій годівлі:

Перша умова підкреслює необхідність використання багатокомпонентних раціонів, які повністю задовольняють потребу тварин у поживних речовинах. Це призвело до розробки механізованих технологічних операцій, спрямованих на покращення властивостей сировини, що підвищують засвоєння кормів, поліпшують стан здоров'я тварин та знижують витрати на виробництво продукції.

Друга умова забезпечує тварин достатньою кількістю корму відповідно до нормованої годівлі. Обґрунтовані норми споживання кормів є основою для розробки механізованих засобів з заданою продуктивністю.

Третя умова базується на збалансованому харчуванні тварин і організації процесу годівлі. Встановлено, що годівля повноцінними сумішками дозволяє зменшити витрати кормових матеріалів на 15-20% порівняно з покомпонентним згодовуванням. Було розроблено механізовані технології приготування кормових сумішок, зокрема комбікормів, які є невід'ємною частиною раціону тварин.

Розробка ресурсозбережних технологій. Оптимальне врахування та впровадження зазначених умов є основою для розробки ресурсозбережних механізованих технологій приготування кормів. Завдяки використанню білково-мінеральних добавок, вітамінів, антибіотиків та амінокислот у комбікормах, забезпечується ефективніше використання кормових ресурсів та підвищення продуктивності тварин.



Використання комбікормів у господарствах. Основним завданням комбікормового виробництва є отримання рівномірної за складом суміші. Від якості змішування залежать продуктивність тварин, витрати матеріальних та енергетичних ресурсів.

З розвитком ринкової економіки використання комбікормів, вироблених державними заводами, не завжди є ефективним через їх високу собівартість та невідповідність якості. Тому актуальною є розробка засобів приготування комбікормів безпосередньо в господарствах, що спрощує технологічне оснащення, знижує метало- та енергоємність процесу, а також транспортні витрати.

Обладнання для приготування комбікормів. Для організації виробництва комбікормів у господарствах необхідні надійні та прості в експлуатації агрегати для подрібнення, дозування та змішування. Вони дозволяють готувати комбікорми з власної сировини, збагачуючи їх необхідними промисловими добавками, що сприяє раціональному використанню кормових ресурсів та зниженню витрат.

У нашому дипломному проєкті ми розглянемо лінію приготування кормів на відгодівельній свинофермі, враховуючи всі зазначені аспекти та умови.

# 1 ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ПРИГОТУВАННЯ КОРМІВ НА СВИНОФЕРМАХ

## 1.1 Технології приготування кормів та типи годівлі

На свинарських підприємствах застосовується кілька основних технологій приготування та роздавання кормів. Кожна з них має свої переваги та недоліки, що залежать від багатьох факторів, таких як розмір підприємства, доступні ресурси, тип використовуваного обладнання та вимоги до годівлі свиней. Огляд основних технологій приготування кормів і типів годівлі свиней подано нижче.

Технології приготування кормів на свинарських підприємствах наступні:

**Суша годівля.** Суша годівля включає використання сухих кормів, які можуть бути подані у вигляді гранул, комбікормів або сумішей зерна та інших компонентів.

**Переваги:** простота зберігання та транспортування, менший ризик псування корму порівняно з вологими кормами, автоматизація процесу годівля завдяки системам дозування та роздавання сухих кормів, легше контролювати точну кількість споживаного корму.

**Недоліки:** можливі проблеми з засвоюваністю корму через його тверду форму, потреба у додатковій воді, оскільки сухі корми містять мало вологи, вищі витрати на обладнання для подрібнення та гранулювання.

**Волога годівля.** Волога годівля включає використання рідких або напіврідких кормів, які можуть бути приготовлені на основі води, молочної сироватки, бурякової м'якоті або інших рідин.

**Переваги:** підвищена засвоюваність корму завдяки його м'якій текстурі, можливість включення в раціон великої кількості побічних продуктів, що може знизити вартість корму, покращення травлення у свиней, особливо у молодих поросят.

Недоліки: потреба в складнішому обладнанні для приготування та роздавання вологих кормів, ризик швидкого псування корму, особливо в теплих умовах, вища вологість у свинарнику може призвести до погіршення санітарних умов.

Напівволога годівля. Напівволога годівля включає використання кормів з вологістю між сухим та вологим годівлям. Це може бути суміш сухих і вологих компонентів.

Переваги: компроміс між сухою і вологою годівлею, що дозволяє використовувати переваги обох методів, краща засвоюваність порівняно з сухими кормами, менший ризик псування корму порівняно з повністю вологою годівлею.

Недоліки: складніше приготування і потреба у змішувальному обладнанні, вимоги до точного контролю вологості, щоб уникнути проблем зі зберіганням.

Щодо типів годівлі, то можна виділити:

Адлібітумну (вволю) годівлю. Свині мають постійний доступ до корму і можуть їсти, коли захочуть.

Переваги: прискорений ріст і розвиток свиней, зменшення стресу у свиней через постійний доступ до їжі.

Недоліки: вищі витрати на корм через його можливу перевитрату, ризик ожиріння та пов'язаних з ним проблем зі здоров'ям у свиней.

Регламентована годівля. Корм подається свиням у певні часові інтервали.

Переваги: контроль над кількістю споживаного корму, менший ризик ожиріння у свиней, кращий контроль над раціоном і його складом.

Недоліки: можливий стрес у свиней через очікування годівлі, потреба у точному дотриманні графіку годівлі.

Таким чином, технології приготування кормів та типу годівлі свиней залежить від багатьох факторів, включаючи масштаби виробництва, економічні аспекти, наявність ресурсів та специфічні потреби свиней на різних етапах їх розвитку. Врахування переваг і недоліків кожного підходу допоможе оптимізувати процес годівлі та підвищити ефективність свинарського підприємства.

## 1.2 Огляд конструкцій змішувачів кормів

Аналіз конструкцій різних типів змішувачів комбікорму можна провести з урахуванням їх впливу на якість приготування кормів та енергоємність процесу. Ось основні конструкції змішувачів, які використовуються на свинарських підприємствах, з їх характеристиками:

Горизонтальні змішувачі. Горизонтальні змішувачі мають горизонтальну обертову шнекову систему або лопатеві елементи, що перемішують кормові компоненти в горизонтальній площині. Такі змішувачі забезпечують рівномірне змішування компонентів завдяки добре продуманій конструкції лопатей або шнеків. Підходять для змішування різних типів компонентів, включаючи вологі та липкі інгредієнти. Проте виникає можливість залишків корму на стінках змішувача, що може вплинути на однорідність наступних партій.



Рисунок 1.1 - Горизонтальний змішувач

Щодо енергетичних показників, то висока ефективність змішування з відносно низьким енергоспоживанням завдяки оптимальній конструкції шнеків і лопатей. Але енерговитрати можуть збільшуватися при використанні для змішування важких або вологих кормів.

Вертикальні змішувачі. Вертикальні змішувачі мають вертикально розташовану змішувальну камеру з вертикальним шнеком або лопатевим механізмом, який піднімає компоненти вгору і опускає їх вниз. Вертикальні змішувачі забезпечують ефективне перемішування за рахунок вертикального руху компонентів. Здатні обробляти великі об'єми кормів. При цьому можливе нерівномірне змішування при недостатній висоті або невідповідній конструкції шнека.



Рисунок 1.1 - Вертикальний змішувач

Вертикальні змішувачі мають менше енергоспоживання в порівнянні з горизонтальними змішувачами при обробці легких і сипких матеріалів. Вища енерговитратність при змішуванні важких або щільних кормів через необхідність піднімання компонентів на велику висоту.

Якщо розглядати змішувачі кормів з точки зору організації процесу, то можна виділити два типи - порційні змішувачі (Batch Mixers) та безперервні змішувачі (Continuous Mixers). Перші працюють з окремими партіями корму, перемішуючи їх в окремих камерах та відрізняються високою точністю змішування кожної партії, можливість контролювати якість окремих партій. При цьому часові затримки між партіями можуть знижувати загальну продуктивність.

Щодо енергетичних показників, то можуть бути енергоефективними при належному налаштуванні та обсягах партій. При цьому енерговитрати на кожен окрему партію можуть бути вищими через необхідність частих запусків і зупинок.

Безперервні змішувачі працюють постійно, забезпечуючи безперервне змішування і подачу корму. Характеризуються високою продуктивністю, постійністю процесу змішування, що забезпечує однорідність кінцевого продукту. Можливі труднощі з налаштуванням для різних типів кормів, складніше контролювати якість у реальному часі.

Безперервні змішувачі дуже енергоефективні завдяки постійному режиму роботи. Високі початкові витрати на обладнання і налаштування можуть впливати на загальні енергозатрати.

В цілому, кожен тип змішувача має свої переваги та недоліки з точки зору якості приготування кормів та енергоємності процесу. Вибір конкретного типу змішувача залежить від специфічних потреб підприємства, типу кормів, обсягу виробництва та економічних умов. Горизонтальні змішувачі підходять для рівномірного змішування різних компонентів, тоді як вертикальні та конічні змішувачі можуть бути більш енергоефективними для певних завдань. Порційні змішувачі забезпечують високу точність, але можуть бути менш продуктивними,

тоді як безперервні змішувачі пропонують високу продуктивність за рахунок постійної роботи.

### **1.3 Висновки**

Виходячи з огляду та світових тенденцій, приймаємо до використання суху годівлю з приготуванням комбікорму порційним змішувачем.

## **2 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПРИГОТУВАННЯ КОМБІКОРМІВ**

### **2.1 Обґрунтування актуальності питання**

Ефективність свинарства визначається генетикою, технологією вирощування, здоров'ям тварин і якістю кормів. У структурі собівартості свинини найбільшу частку, до 70-80%, складають витрати на корми. Недостатня кількість поживних речовин, особливо білка, амінокислот, вітамінів, макро- та мікроелементів, призводить до зниження приростів, збільшення строків відгодівлі, перевитрат кормів, що в результаті підвищує собівартість свинини порівняно з країнами ЄС. Враховуючи сучасні показники виробництва свинини, виникає питання, чи ефективно ми використовуємо наявні ресурси? Минулого року Україна виробила 3% світового обсягу зернових культур (як і Бразилія та Канада), але лише 0,5% свинини (Бразилія – 3%, Канада – 2%). Аналіз показує, що понад 70% свинини в Україні виробляється екстенсивно, із використанням застарілих технологій утримання та годівлі.

В результаті досліджень фізіологічної ролі компонентів корму, проведених як вітчизняними, так і зарубіжними науковцями з годівлі тварин [3,7,8], було визначено вирішальну роль трьох основних умов, що лягли в основу розробки засобів для проведення механізованих технологій годівлі тварин:

- підготовка збалансованих за поживністю та якістю кормів;
- забезпечення тварин раціонально необхідною кількістю кормів;
- одночасне надходження кормокомпонентів в організм тварини.

### **2.2 Типи сухої годівлі свиней**

Вибір типу відгодівлі свиней залежить від багатьох чинників: породи, віку, тривалості планованої відгодівлі, доступності кормів у даній місцевості та їх ва-



ртості, а також від бажаної відгодівельної кондиції - м'ясної, беконної або сальної. Тип годівлі свиней визначається умовною назвою раціону, яка залежить від умісту окремих кормів або груп кормів за енергетичною поживністю чи сухою речовиною. Тип годівлі визначають за структурою раціону.

Повнораціонні комбікорми включають у своєму складі всі необхідні для тварин поживні речовини у певних пропорціях і можуть використовуватися без додаткового введення інших кормів. Концентрати призначені для заповнення дефіциту основних поживних речовин у раціонах, причому їх поживність варіюється в залежності від якості та співвідношення компонентів. Білково-вітамінно-мінеральні добавки використовуються для виготовлення повнораціонних комбікормів на основі концентратів.

Основою комбікорму є зернова сировина, яка складає приблизно 60-90% від загальної маси комбікорму. До зернових культур, що використовуються, належать пшениця, ячмінь, кукурудза, овес, просо. Ці культури характеризуються високим вмістом вуглеводів (70%) і низьким вмістом білка (10-15%).

Одним з основних завдань комбікормового виробництва є отримання рівномірної за складом суміші. Від якості процесу змішування залежить якість і обсяг тваринницької продукції, а також витрати матеріальних і енергетичних ресурсів на її виробництво.

Завдяки наявності в комбікормах білково-мінеральних добавок, вітамінів, антибіотиків, амінокислот тощо, підвищується ефективність використання всіх інших компонентів кормового раціону та продуктивність тварин.

З розвитком ринкової економіки використання комбікормів, виготовлених державними заводами, не завжди є ефективним через їх високу собівартість та невідповідність потрібній якості. Наявність власного кормового зерна та можливостей приготування комбікорму в господарстві дозволяє суттєво знизити собівартість кормів за рахунок економії на транспортних витратах з доставки зерна на комбікормовий завод і готового комбікорму назад до господарства, а також відсутності витрат на зберігання та переробку.

Виходячи з вищезазначеного, для використання на нашій фермі приймаємо концентратний тип годівлі сухими повнораціонними комбікормами власного виробництва, як більш економічний та досить ефективний варіант у порівнянні з іншими типами годівлі. Основою комбікорму буде зернова суміш пшениці та ячменю (50 на 50 %) з додаванням білково-вітамінних мінеральних добавок (БМВД). Відповідно до рекомендацій фірми «ТАНДЕМ-2002» для добавок торгової марки «Feedline», приймаємо наступне співвідношення компонентів суміші (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 - Співвідношення компонентів комбікорму (раціон годівлі)

№	Технологічна група	Зернова складова, %	БМВД, %
1	Холості свиноматки	85	15
2	Поросні свиноматки	85	15
3	Підсисні свиноматки	85	15
4	Поросята сисуни	-	100
5	Дорощування	85	15
6	Відгодівля	90	15

### 2.3 Вихідні дані

Вихідними даними до проектування є прийняті нами рішення в розділі 1, та зоотехнічні вимоги, до яких відносяться:

- тип та раціон годівлі (2.1).
- поголів'я тварин на фермі та добова потреба в кормах (табл. 2.2);

Таблиця 2.2 – Вихідні дані до проектування

Технологічна група	Одночасне поголів'я, гол	Добова потреба в кормах, кг/гол
Свиноматки в секторі опоросу	166	5,1
Поросята в секторі опоросу	1660	0,4
Поросята на дорощуванні	2015	1,4
Холості свиноматки	270	2,7
Поросні свиноматки	215	3,2
Свині на відгодівлі	1950	4,0
Ремонтний молодняк	52	2,2
Хряки	10	10,0

Основні вимоги до комбікормів такі: комбікорм повинен бути однорідним за зовнішнім виглядом, без ознак плісняви; колір повинен відповідати набору інгредієнтів, які входять до складу комбікорму.

В залежності від призначення комбікорми виробляють тонкого, середнього і крупного помелу. Ступінь розмелу визначають залишками на ситі:

- тонкий розмел - залишок на ситі з отворами діаметром 2 мм не більше 5 %, залишок на ситі з отворами 5 мм не допускається;

- середній розмел - залишок на ситі з отворами діаметром 3 мм не більше 12 %, залишок на ситі з отворами 5 мм не допускається;

- крупний розмел - залишок на ситі з отворами діаметром 3 мм не більше 35 %, залишок на ситі з отворами 5 мм не більше 5 %.

Загальні вимоги до комбікормів: вологість - не більше ніж 14,5 %-15,0 %, сторонніх домішок - не більше ніж: металевих - 10 мг/кг-25 мг/кг, піску - 0,5 %. Ступінь однорідності суміші при співвідношенні компонентів 1:100 - не менше ніж 95 %.

Вимоги до білково-вітамінно-мінеральних добавок (БВМД) наступні: вологість не повинна перевищувати 14 %, частка фракцій розміром 3 мм повинна

складати не більше 10 %, вміст перетравного протеїну - не менше 25 %, сирій клітковини - не більше 8 %, піску - не більше 0,5 %, металевих включень - не більше 25 мг/кг. Якщо до складу БВМД додається трав'яне борошно, допускається збільшення вмісту клітковини на 0,25 % за кожен відсоток введеного борошна, але загальний вміст клітковини не повинен перевищувати 11 %.

## **2.4 Стан справи в господарстві, існуючі рішення**

В господарстві використовували комбікормовий цех марки ОКЦ – 15, який працює наступним чином. Корми, які не потребують подрібнення (висівки, подрібнена макуха тощо) з приймального бункера 1 шнеком подаються на решітний стан, де очищуються від домішок і через шнеки розподіляються по відповідних бункерах 9. Компоненти, які підлягають подрібненню через решітний стан поступають в бункер 2, з якого потрапляють в дробарку 10, подрібнюються і через циклон 5 і розподільний шнек 6 потрапляють у відповідний бункер 9. Таким чином в бункери 9 завантажуються всі компоненти комбікорму.

Для приготування комбікорму за відповідним рецептом дозатори 8 налаштовуються на відповідну продуктивність, вмикаються горизонтальний збірний змішувальний і вертикальний шнеки, а потім і всі дозатори разом. Проходить приготування комбікорму, який поступає в технологічну лінію приготування кормової суміші для тварин, або в накопичувальний бункер 7 для резервування комбікорму.

Для переробки концентрованих і приготування комбінованих кормів безпосередньо у господарствах, що виробляють тваринницьку продукцію, використовують малогабаритні установки (агрегати) та цехи. Останнім часом на ринках техніки представлена широка їхня номенклатура. Таке обладнання випускають різні машинобудівельні підприємства України, певну кількість його постачають із-за кордону.

Сучасні комбікормові агрегати за загальною структурою дуже подібні. До їхнього складу входять такі основні елементи: система засобів дозованого подавання вихідних компонентів, подрібнювач (частіше за все, це молоткова дробарка) і бункер-змішувач.

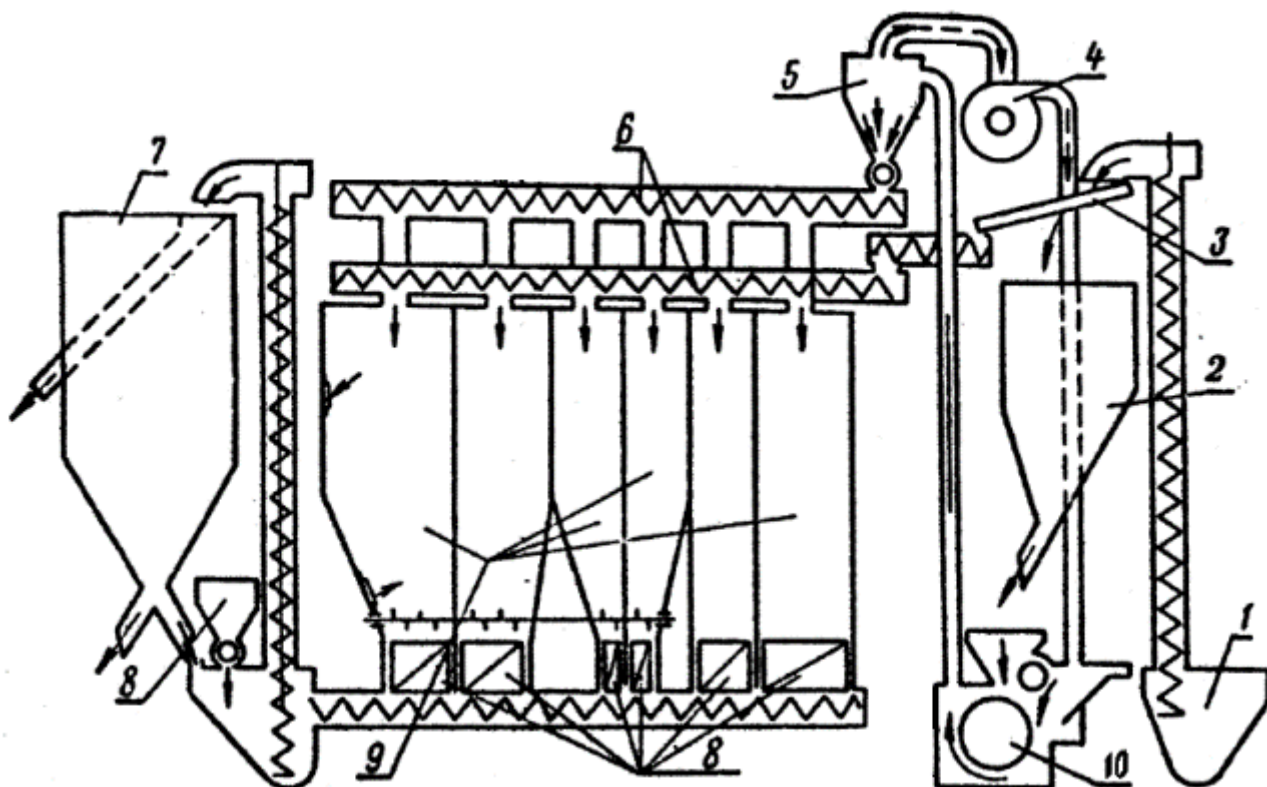


Рисунок 2.2 - Технологічна схема цеха ОКЦ: 1 – приймальний бункер; 2 – бункер; 3 – решітний стан; 4 – вентилятор; 5 – циклон; 6 – розподільні шнеки; 7 – бункер; 8 – дозатори; 9 – бункери готових компонентів; 10 – дробарка

Оскільки технологічні можливості й показники техніко-економічної ефективності використання наявних установок та агрегатів для приготування комбінованих кормів варіюють у доволі широких межах, то виникає доцільність проведення комплексної оцінки наявних варіантів для прийняття раціонального рішення щодо вибору обладнання залежно від потреб конкретного типорозміру господарства.

Відомі комбікормові агрегати та цехи розрізняються за організацією технологічного процесу (порційно-періодичної та безперервної дії), способом дозування вихідних компонентів (вагове та об'ємне), рівнем механізації та автоматизації як основних, так і допоміжних операцій (завантаження вихідних компонентів, контроль показників якості роботи, затарювання готової продукції тощо); мають свої конструктивні особливості. У значних межах коливаються (і не завжди на високому рівні) показники ефективності їхнього використання.

Аналіз показників якості та ефективності роботи з огляду на технологічні та конструктивні особливості комбікормового обладнання свідчить, що за точністю у співвідношенні вихідних інгредієнтів перевагу мають ті з них, які оснащені тензовимірювальними пристроями (АWF-4, «Авіла М 2», МКУ-0,7, МКУ-1,5 та М-ROL-2000), вмонтованими в агрегат товарними вагами (АКД-1 та комплекти ОЦК) або ж, ті з них, де маса того чи іншого компонента, що подається у змішувач, вимірюється зважуванням на зовнішніх вагах (МКУ-0,5, МКУ-1, БМКА-1, БМК-1,5, ОВК-2, АКГСМ «Мрія»). Поступаються за вказаним показником агрегати та цехи з об'ємним дозуванням інгредієнтів (комплекти ОКЦ, УМК-Ф-2 та МАК-1).

Кращими показниками щодо рівномірності змішування відзначаються агрегати періодичної дії з порційними змішувачами. Саме такий підхід переважає у більшості варіантів комбікормового обладнання. Виняток - малогабаритна комбікормова установка УМК-Ф-2 з потоковим подрібнювачем-змішувачем молоткового типу. Таку установку виготовляє на замовлення ВО «Уманьферммаш», вона має обмежений попит, потребує додаткових будівельних робіт під час монтажу.

Конструктивно-технологічна особливість малогабаритного агрегату МАК-1 полягає в тому, що подрібнення вихідних компонентів тут здійснює не молоткова дробарка, як у переважній більшості комбікормових агрегатів, а плющилка вальцьового типу. При цьому агрегат має низьку енергоємність, а продукти подрібнення майже не містять малоякісної пилоподібної фракції.

Окремо слід відзначити агрегат АКГСМ «Мрія», що забезпечує приготування гомогенних кормових суспензій - сумішей концентрованих компонентів із водою. Жорна гідромлина на високих обертах перетирають частки концентрованих кормів, завдяки чому відбувається емульсування і нагрівання продукту і водночас - часткове осолоджування розчину. За деякими даними, використання під час годівлі свиней гомогенних кормів, приготованих указаним агрегатом, збільшує прирости живої маси на 16,8% порівняно з годівлею традиційними кормами.

За таких умов неможливо зробити раціональний вибір, керуючись лише якимись окремими критеріями (показники, ознаки, параметри чи особливості). Для комплексної оцінки агрегатів за умови, що всі порівнювані критерії перебувають у межах рівноцінних значень, використовують метод оцінки інтегрального критерію відстані до цілі. Суть цього методу полягає в порівнянні кожного варіанта вихідної множини альтернативних пропозицій з ідеалізованим варіантом. За ідеалізований беруть умовний варіант, якому приписують кращі значення критеріїв вихідної множини можливих альтернативних рішень.

За результатами комплексної оцінки, наведемо ранжування порівнюваних варіантів комбікормових агрегатів. Відповідно до нього найкращі показники ефективності мають агрегати «Польмя» з дробаркою ДКМ-3,3 та M-ROL-2000. Високі показники ефективності (комплексний критерій - менший за одиницю) також в агрегатів МКУ-1,5, «Польмя» з дробаркою ДКМ-2,0, МКУ-1,0. «Польмя» з дробаркою ДКМ-1,6, «Авіла М-2», МАК-1, «Ніагара» і УМК-Ф-2. Зазначимо, що кращі показники мають агрегати, продуктивність яких становить не менше ніж 1 т/год, що підтверджує потребу й доцільність розробки та використання машин раціональної продуктивності.

Для забезпечення безперервності процесу приготування комбікормів агрегатами з порційними бункерами-змішувачами доцільно використовувати спарену (здвоєну) систему в комплекті: одна молоткова дробарка та два змішувачі.

Цілком закономірна низька ефективність міні-агрегатів АКГСМ «Мрія-03» та АWF-4: низька продуктивність відчутно збільшує питомі ресурсозатрати й загальну їхню ефективність.

Попри відносно високу продуктивність комплектів обладнання комбікормових цехів ОЦК та ОКЦ, комплексний показник їхньої ефективності поступається більшості порівнюваних агрегатів. Зокрема, цехи ОЦК-4 та ОЦК-8 містять чотири технологічні блоки: приготування білково-вітамінних добавок, подрібнювально-змішувального, рідких добавок і гранулювання із системою додаткового обладнання. Структура цих цехів забезпечує можливості одержання ширшої номенклатури комбікормів та реалізації складніших технологічних схем їхнього приготування. Проте наявність системи бункерів для нагромадження вихідних компонентів і готової продукції, конвеєрів для їхнього перерозподілу тощо значно ускладнює конструкцію цехів, унаслідок чого різко зростають маса обладнання і встановлені потужності, що погіршує відповідні питомі показники. Це, своєю чергою, зумовлює вищу собівартість виробництва комбікормів цими підприємствами, порівняно з тими, що виготовляють безпосередньо в господарствах за допомогою більш раціональних і ефективних комбікормових агрегатів.

## **2.5 Розробка остаточного варіанту технологічного процесу**

Враховуючи переваги та недоліки приведених вище варіантів, до реалізації приймаємо схему на основі мінікомбікормової установки МКУ-1,5, з деякими змінами. Технологічну схему розробленого варіанту приведено на рис. 2.2. та 1 аркуші графічної частини проекту.



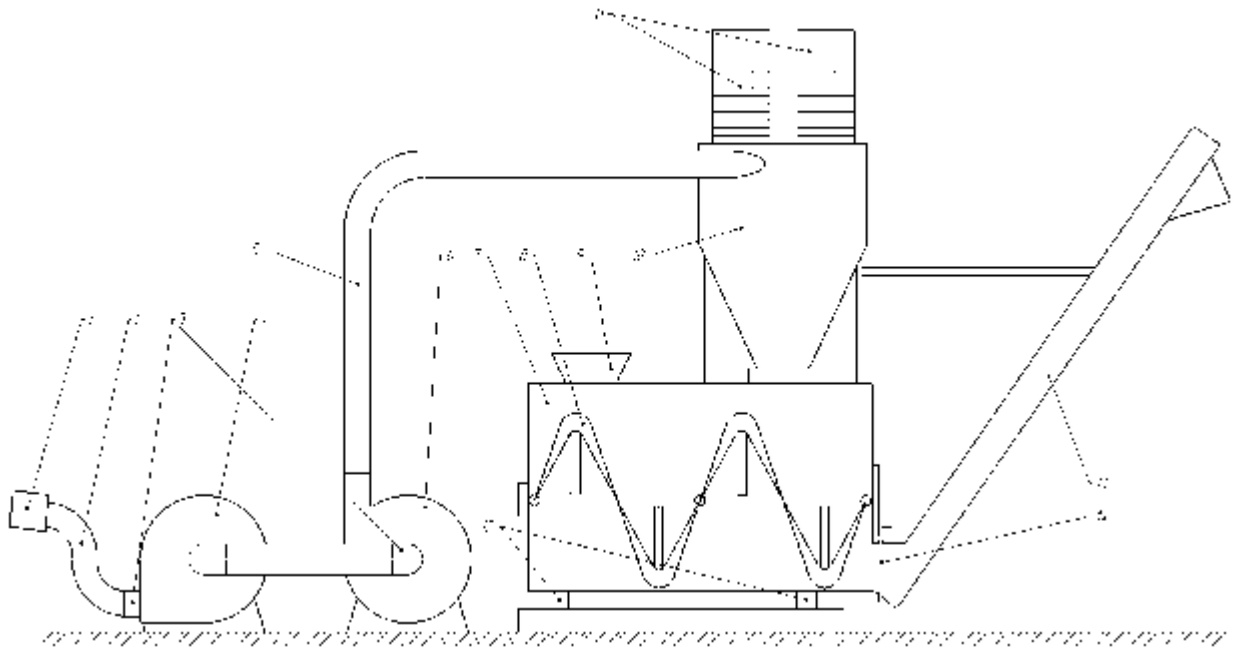


Рисунок 2.2 - Конструктивно-функціональна схема агрегата МКУ-1,5

## 2.6 Висновки

У цьому розділі нами отримано наступне:

1. При приготуванні комбікормів використовується наступна технологічна схема: зернова складова, очищена від домішок та зберігана у силосах, подається до дробарки установки МКУ-1,5 для подальшого подрібнення. Після цього підготовлені компоненти по черзі подаються до змішувача періодичної дії, обладнаного тензометричною системою вагового дозування. Після завантаження зернової складової комбікорму, згідно з процентним співвідношенням та технологічною групою, для якої готується комбікорм, з бункерів накопичувачів подається відповідна БМВД.

2. Виходячи з продуктивності процесу – 1,7 т/год, підбрано комплект обладнання лінії та визначена необхідна кількість машин та обладнання.

В наступному розділі проведемо удосконалення конструкції змішувача установки МКУ під власні розрахункові умови.

## **3 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЗМІШУВАЧА СИПКИХ КОРМІВ**

### **3.1 Обґрунтування важливості питання**

Готування комбікормів в умовах господарства пов'язано з багатьма проблемами, головна з них – відсутність устаткування і проектів потокових ліній і цехів, що легко вписуються в існуючі будівлі на тваринницьких фермах.

Підвищення вимог до якості готових комбікормів та зниження ресурсовитрат при їх виробництві вимагає, наприклад, використання змішувачів більш досконалих конструкцій, а також міні комбікормових установок, що у свою чергу, викликає необхідність детального вивчення сутності процесу змішування інгредієнтів комбікормів з одночасною розробкою нових конструкцій змішувачів, їх робочих органів [10, 11].

Однією з основних задач комбікормового виробництва є отримання рівномірної за складом суміші. Від ступеня досконалості проведення процесу змішування залежать якість та вихід тваринницької продукції, витрати матеріально-енергетичних ресурсів на її виробництво.

З розвитком ринкової економіки використання комбікормів, виготовлених державними заводами, стає не завжди ефективним через їх високу собівартість та часто неналежну якість. Тому виникає потреба у розробці засобів для приготування комбікормів безпосередньо в господарствах. Це спрощує технологічне оснащення, зменшує метало- та енергоємність процесу, а також скорочує транспортні витрати. Використання власної сировини для приготування комбікормів сприяє раціональному та ефективному використанню кормових ресурсів господарства, а також зниженню витрат на корми.

Для організації виробництва комбікормів в господарствах необхідні надійні, прості в експлуатації агрегати і установки для подрібнення, дозування та змішування, які б дозволяли готувати комбікорм з власної сировини, збагачувати їх необхідними добавками промислового виробництва.

## 3.2 Аналіз стану питання

В склад вибраної установки МКУ-1,5 входить горизонтальний змішувач, оснащений спірально-гвинтовим робочим органом, який являє собою спіраль з односторонньою навивкою. Така спіраль здійснює транспортування суміші в одному напрямку, без зворотного руху, що збільшує час змішування. З метою оптимізації даної конструкції проведемо огляд існуючих технічних рішень та пропозицій по їх удосконаленню.

### 3.2.1 Огляд існуючих конструкцій змішувачів

Змішувачі, які використовуються у тваринництві, відрізняються великою різноманітністю. Це обумовлено потребою у приготуванні кормових сумішей з різними фізико-механічними властивостями компонентів: гранулометричним складом, щільністю, формою частинок, вологістю, консистенцією тощо. Процес змішування кормів часто супроводжується тепловими явищами та додатковим подрібненням.

На сьогоднішній день змішувачі сипких матеріалів класифікують таким чином:

- за технологічним процесом роботи відрізняють – змішувачі неперервної і періодичної дії;
- за способом розташування – мобільні і стаціонарні;
- за розміщенням конструкції робочих органів – горизонтальні, вертикальні і похилі;
- за напрямком подачі компонентів суміші – протидійного та паралельного змішування;
- за механізмом процесу змішування – конвективного, дифузійного та конвективно-дифузійного змішування;

Схеми різних конструкцій змішувачів приведено на рис. 3.1.

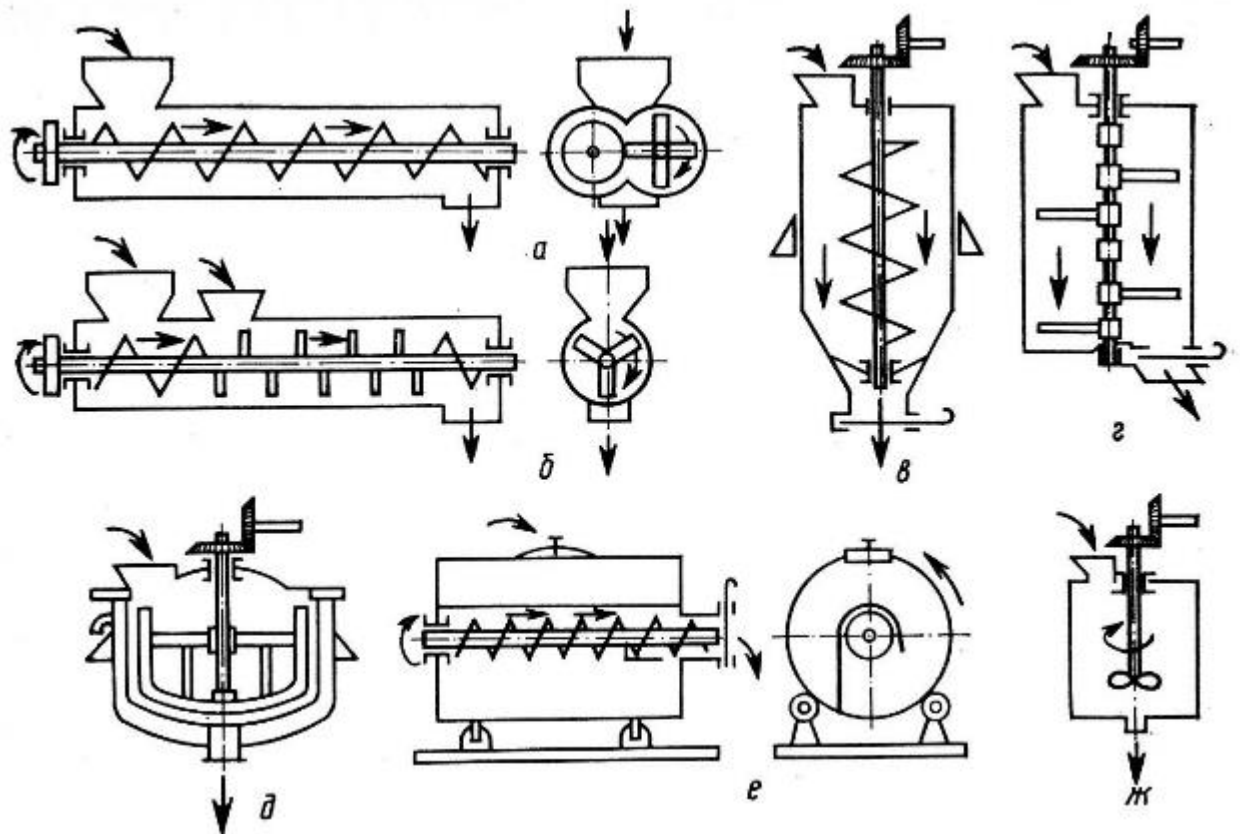


Рисунок 3.1 - Схеми змішувачів кормів: а – шнековий горизонтальний ; б – шнеково-лопатевий горизонтальний безперервної дії; в – шнековий вертикальний; г, д – лопатевий ; е – барабанний; ж – пропелерний

- за способом впливу на суміш – гравітаційні, відцентрові, пневматичні;
- за конструктивним використанням – з кожухом, що обертається, зі стаціонарним кожухом і робочим органом, який обертається;
- за способом обертання – тихохідні та швидкохідні;
- за конструктивними параметрами – диференційно-змішуючі шнеки, корбчаті змішувачі, центробіжні, лопатні, змішувачі з бігунками, змішувачі ударної дії і валкові змішувачі [12, 13].

З представлених змішувачів для сипких кормів використовують шнекові вертикальні періодичної дії та барабанні періодичної дії, хоча останні не набули широкого поширення.

В хімічній технології для змішування сипких матеріалів набули використання змішувачі періодичної дії, які за механізмом процесу підрозділяють на циркуляційні, об'ємного і дифузійного змішування.

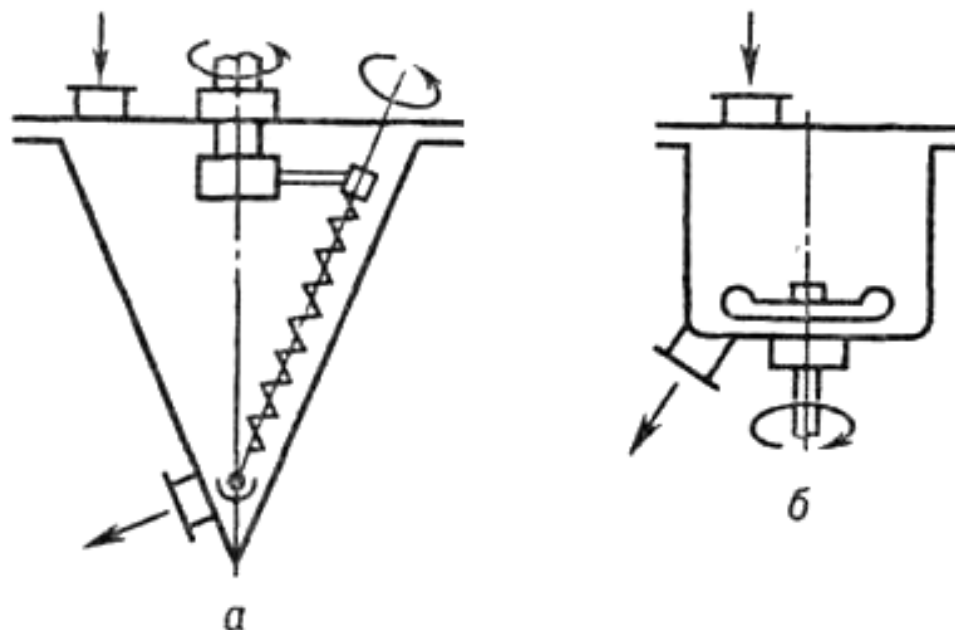


Рисунок 3.2 - Циркуляційні змішувачі: а - планетарно-шнековий; б - відцентрово-лопатевий.

У циркуляційних змішувачах відбувається замкнена циркуляція матеріалу по внутрішньому об'єму. Найбільш поширені змішувачі із планетарно-шнековою мішалкою та відцентрово-лопатеві. У планетарно-шнекових змішувачах (рис. 3.2, а) циркуляція матеріалу, що змішується, здійснюється шнеком, що обертається навколо своєї осі та осі апарата. У відцентрово-лопатевих змішувачах (рис. 3.2, б) робочий орган обертається з окружною швидкістю зовнішніх крайок 10-15 м/с, що забезпечує механічне псевдозжиження матеріалу, який змішується. Змішувачі даної групи застосовують для змішування сипучих матеріалів з малою зв'язаністю часток (барвники, пластичні маси, інгредієнти гумових сумішей, мінеральні добрива та ін.).

В апаратах об'ємного змішування робочі органи (спіралі, лопаті, плужники і т.п.) переміщують матеріал хаотично по всьому робочому об'єму. Широке за-

стосування знайшли змішувачі з Z-образними лопатями (рис. 3.3, а), Z-образними лопатями і розвантажувальним шнеком (рис. 3.3, б), плужний (рис. 3.3, в), пневматичний сопловий (рис. 3.3, г), барабанний (рис. 3.3, д).

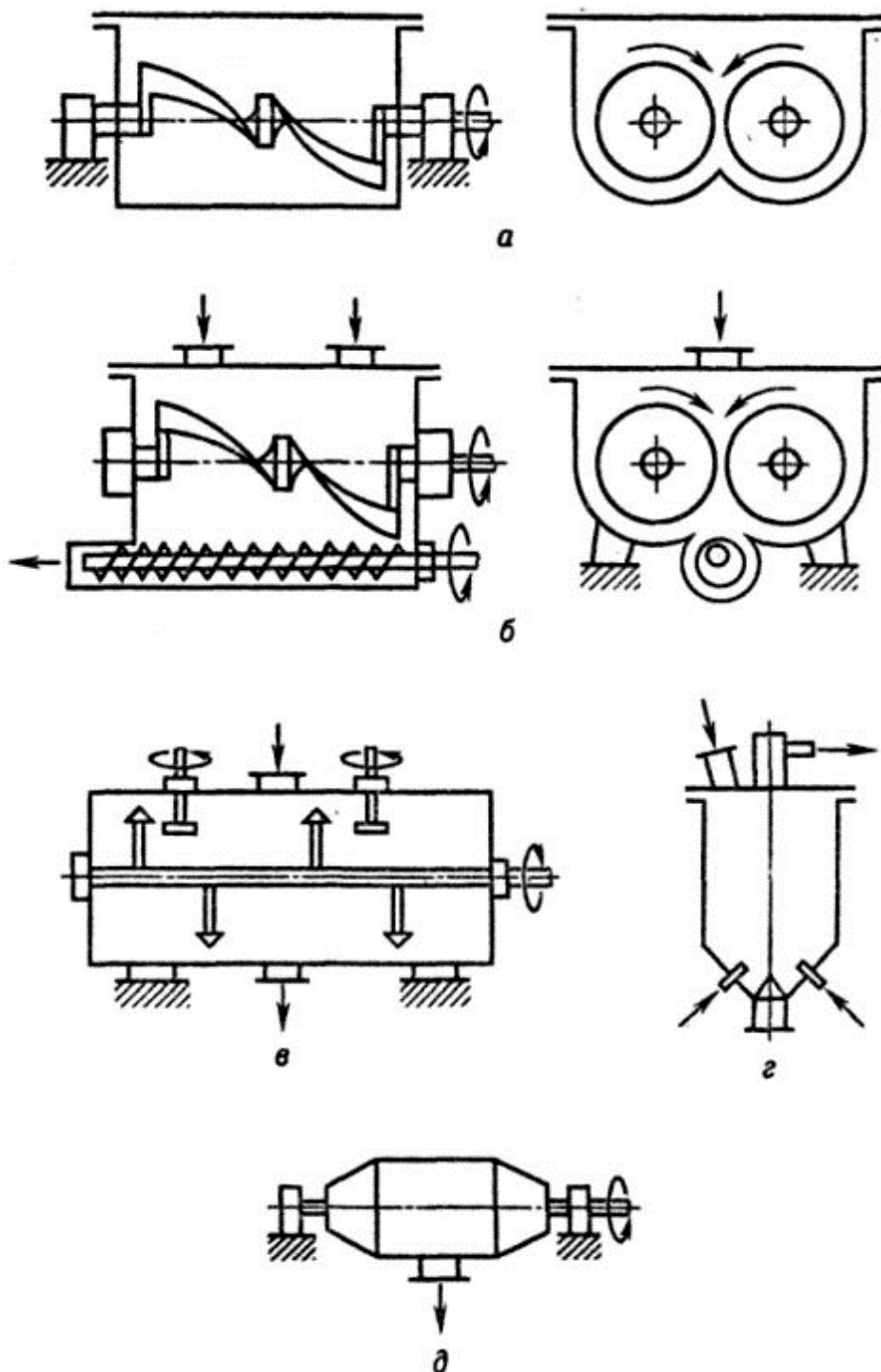


Рисунок 3.3 - Апарати об'ємного змішування: а - з Z - образними лопатями; б - з Z-образними лопатями і розвантажувальним шнеком; в-плужний; г - пневматичний сопловий; д - барабанний

Ці змішувачі використовують для змішування сипких матеріалів з підвищеною зв'язаністю часток, а також зволжених (складні добрива, кристалічні порошки, барвники, пластичні маси, пилоподібні матеріали).

В апаратах дифузійного змішування частки одного компонента поступово впроваджуються між частками інших компонентів; процес зовні подібний з молекулярною дифузією. Змішувачі цієї групи - барабанні, із гладким корпусом, вібраційні трубчасті, із псевдозрідженим шаром матеріалу, що змішується. Їх застосовують для змішування абразивних, вибухонебезпечних та інших сипких матеріалів.

### **3.2.2 Патентний огляд, досвід виробництва**

Робочі органи мішалок використовуються для змішування різних продуктів, таких як кормові компоненти у кормозмішувачах або кормороздавачах на тваринницьких фермах і комплексах. Після завантаження всіх компонентів суміші, кормозмішувачі безперервної і періодичної дії використовують різні робочі органи, такі як шнекові, лопатеві та інші, для складного руху та змішування їх до однорідної маси. Однак ці кормозмішувачі мають недоліки, такі як недостатня якість змішування, мало продуктивність і велику енергоємність процесу.

Задачею запропонованої корисної моделі АС № 3928 [14] є усунення вказаних недоліків за рахунок вдосконалення стрічкового лопатевого змішувача для підвищення ефективності змішування кормів.

Поставлена задача вирішується за рахунок використання гвинтових стрічкових лопатей вздовж осі мішалок з умовним постійним або змінним кроком гвинта з дообладнанням їх секторними лопатями по верхній кромці стрічки і радіальними пальцями, які закріплюються на внутрішній кромці стрічки (рис. 3.4).

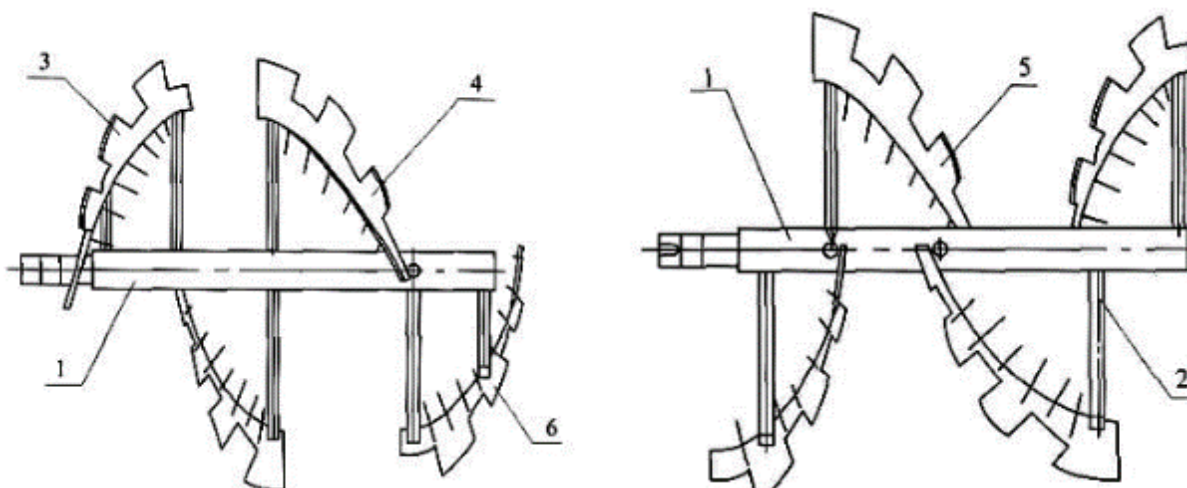


Рисунок 3.4 – Схема до АС № 3928

Це дозволяє більш ефективно розріджувати масу компонентів та забезпечувати динамічне і інтенсивне переміщення груп часток з рівномірним розподілом їх у масі кормосуміші. Це призводить до покращення якості змішування кормів, зменшення впливу лопатей на матеріал і енергоефективності процесу, а також підвищення продуктивності змішувача.

У випадку з АС № 63424 [15], ця задача вирішується за допомогою удосконаленої мішалки, яка має дві секції: одна із гвинтовими стрічками та радіальними пальцями, а інша - із багатосекційними плоскими лопатями, розташованими по периферії мішалки з різним кутом нахилу до осі вала мішалки. Ці лопаті розташовані у парних рядах з відповідним кроком вздовж осі вала. Для прискорення інтенсифікації дифузійного процесу змішування і підвищення його динамічності в мікроб'ємах, а також отримання однорідної суміші, на мішалці встановлені радіальні пальці з протилежної поверхні горизонтальних труб.

В харчовій промисловості використовують стрічкові змішувачі з різноспрямованим напрямком руху продукту.

Змішувач горизонтального типу зі стрічково-шнековою мішалкою (рис. 3.6) призначений для перемішування порошкоподібних дрібнодисперсних компонентів [16]. Принцип роботи мішалки - чотири зустрічні різноспрямовані потоки. Щохвилини спрацьовує реверсування і усі чотири потоки змінюють свій напрямок.



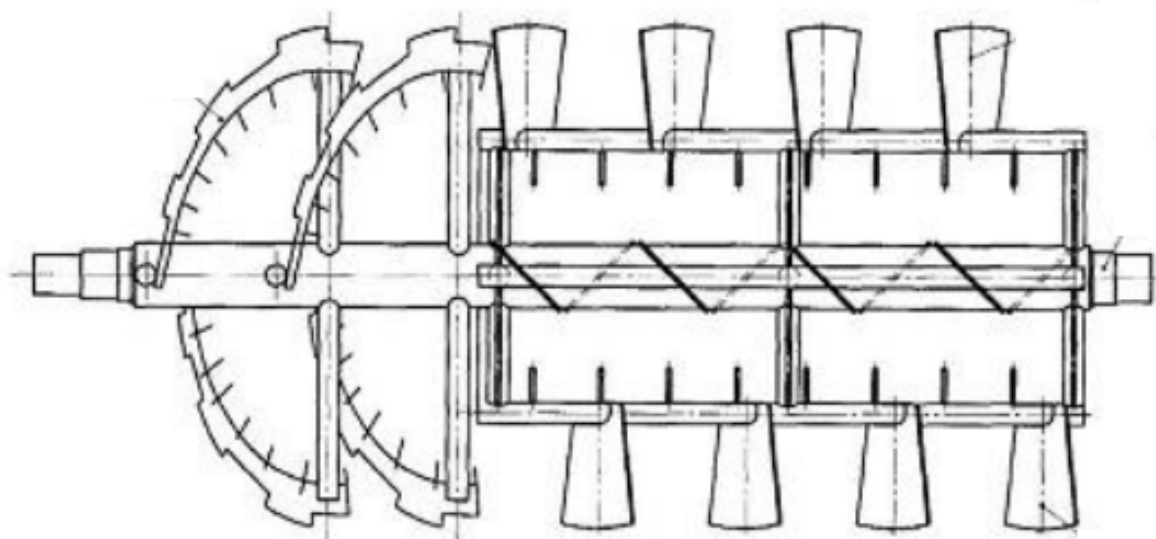


Рисунок 3.5 – Схема до АС № 63424

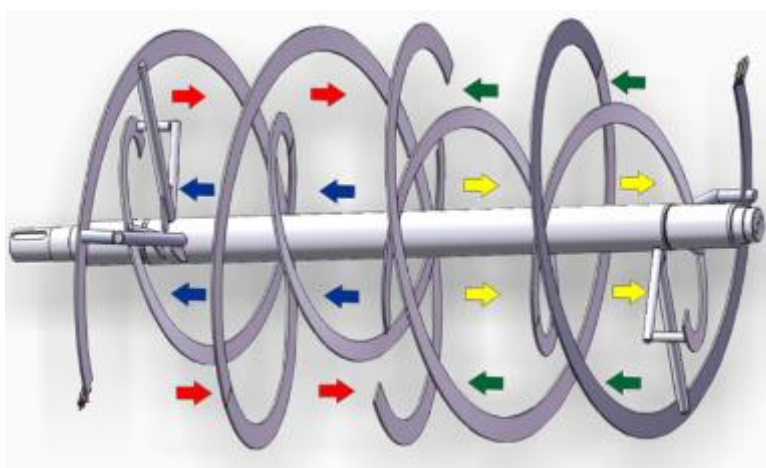


Рисунок 3.6 - Змішувач горизонтального типу зі стрічково-шнековою мішалкою

Змішувачі приведенного типу використовують в харчовій промисловості для змішування порошкоподібних компонентів. Вони відрізняються високими показниками якості змішування, але мають високу енергоємність.

Саме такий змішувач ми і візьмемо за прототип, адже він найближчий (конструктивно) до змішувача агрегата МКУ-1,5, робочий орган якого обладнано стрічковим гвинтом, який забезпечує рух продукту в одному напрямку.

### 3.3 Розробка удосконалення змішувача

#### 3.3.1 Схема удосконалення

Згідно прийнятих рішень, удосконаленню буде підлягати робочий орган змішувача. Замість однієї однонаправленої гвинтової стрічки (рис. 3.7, а) мішалка буде складатися з двох різноспрямованих, розміщених одна всередині іншої (рис. 3.7, б).

При цьому паралельні гілки стрічок будуть мати нахил в протилежному напрямку. Зовнішня стрічка по напрямку обертання буде транспортувати суміш до центру змішувача, внутрішня – від центру. По завершенню змішування, в центральній нижній частині бункера буде відкриватись розвантажувальне вікно. Готова суміш після розвантаження бункера змішувача похилим шнеком подається до транспортного засобу.

Для запропонованої конструкції нам необхідно провести розрахунки геометричних, силових, кінематичних параметрів змішувача та виконати розрахунки окремих елементів на міцність.

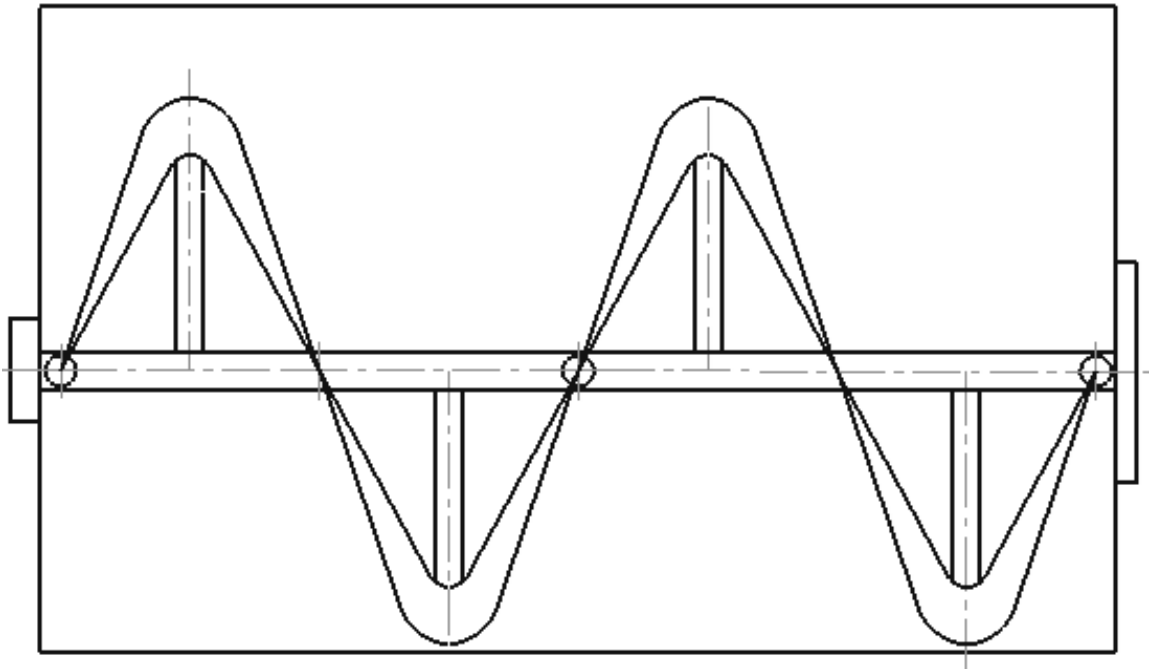
#### 3.3.2 Розрахунок геометричних параметрів

В першу чергу, необхідно визначити розміри бункера змішувача. Виходячи з визначеної раніше продуктивності технологічного процесу та враховуючи насипну щільність продукту, визначаємо необхідний об'єм бункера змішувача.

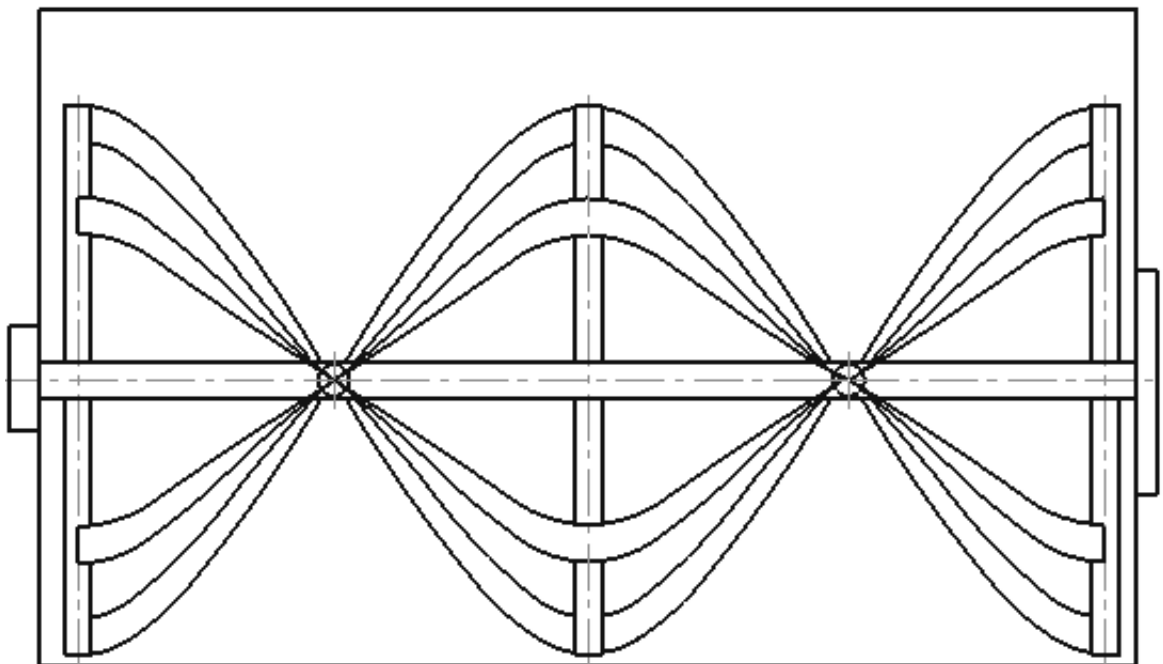
$$V, \text{ м}^3, \quad (3.1)$$

де  $Q_{\text{л}}$  – продуктивність лінії, за п. 2.6  $Q_{\text{л}}=1,7$  т/год;

$\rho$  - щільність корму, т/м<sup>3</sup>. Згідно табл. 3.1 середня щільність компонентів 0,58 т/м<sup>3</sup>;



а



б

Рисунок 3.7 – Стандартний (а) та проєктований (б) змішувач

$\psi$  - коефіцієнт завантаження. Згідно [11] для лопатевих змішувачів  $0,8 \leq \psi \leq 0,9$ . Приймаємо 0,85;

$k$  - коефіцієнт, що враховує об'єм, зайнятий конструкціями мішалки ( $k=1,1\dots1,2$ );

$n_{ц}$  – кількість циклів змішування за годину, год<sup>-1</sup>.

$$n_{ц} = \frac{60 - (t_1 + t_3)}{t_2}, \quad (3.2)$$

$t_1$  – час на завантаження годинної кількості корму, хв;

$t_2$  – час змішування однієї порції, хв (за [16]  $t_2=2,5\dots3$  хв);

$t_3$  – час на розвантаження годинної кількості корму, хв.

Час на завантаження годинної кількості корму визначимо виходячи з продуктивності дробарки:

$$t_1 = \frac{60Q_{л}}{Q_{дМКУ}} = \frac{60 \cdot 1,7}{2,0} = 40,8 \text{ хв.} \quad (3.3)$$

де  $Q_{дМКУ}$  – продуктивність дробарки установки МКУ-1,5, за [17]  $Q_{дМКУ}=4,0$  т/год.

Час на розвантаження годинної кількості корму визначимо виходячи з продуктивності вивантажувального шнека:

$$t_1 = \frac{60Q_{л}}{Q_{шМКУ}} = \frac{60 \cdot 1,7}{20} = 5,1 \text{ хв.} \quad (3.4)$$

де  $Q_{шМКУ}$  – продуктивність вивантажувального шнека установки МКУ-1,5, за [17]  $Q_{шМКУ}=20,0$  т/год.

Зважаючи на це

$$n_u = \frac{60 - (40,8 + 5,1)}{3,0} = 4,6.$$

Тоді

$$V = \frac{1,7 \cdot 1,15}{0,80 \cdot 0,58 \cdot 4,6} = 0,92 \text{ м}^3.$$

Приймаємо об'єм бункера рівний 0,95 м<sup>3</sup>.

Для визначення геометрії бункера розробимо його схему (рис. 3.8), з якої зрозуміло, що загальний об'єм бункера буде складатися з об'єму півциліндра його нижньої частини та паралелепіпеда верхньої, тобто

$$V_z = V_1 + V_2 = V_1 + (V_2^1 + V_2^1) = \frac{\pi D^2}{8} \cdot L + DL \frac{D}{2} + DLh, \quad (3.6)$$

Довжина змішувача L обмежується конструкцією установки МКУ-1,5 на рівні 1,5 м, діаметр – 0,8 м, тому нам необхідно визначити висоту надставки h.

$$h = \frac{V_z - \left(\frac{\pi D^2}{8} \cdot L + DL \frac{D}{2}\right)}{DL} = \frac{V_z - \frac{D^2 L}{2} \left(\frac{\pi}{4} + 1\right)}{DL}, \quad (3.7)$$

$$h = \frac{0,95 - \frac{0,8^2 \cdot 1,5}{2} \left(\frac{3,14}{4} + 1\right)}{0,8 \cdot 1,5} = 0,078 \text{ м.}$$

Приймаємо h рівне 0,1 м.

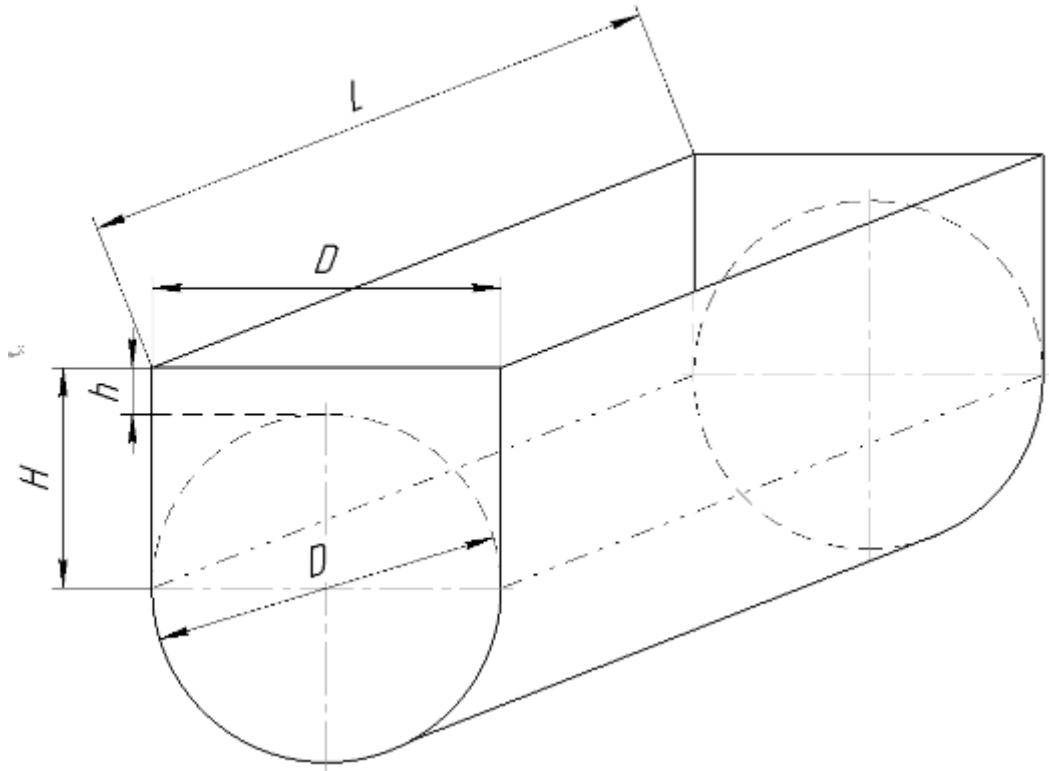


Рисунок 3.8 – Схема до визначення геометричних розмірів змішувача

Щодо гвинтової спіралі, то її розміри визначимо з геометрії бункера та спираючись на існуючі аналоги [16]. Зовнішній радіус зовнішньої спіралі приймемо рівним половині діаметра бункера, з урахуванням зазору 0,005 м, тобто

$$R_3 = \frac{D}{2} - 0,005 = \frac{0,8}{2} - 0,005 = 0,395 \text{ м.} \quad (3.8)$$

Ширину спіралі приймемо за [16] рівною 0,06 м, тоді внутрішній радіус буде рівний

$$r_3 = R_3 - 0,06 = 0,395 - 0,06 = 0,335 \text{ м.} \quad (3.9)$$

Внутрішня спіраль буде зміщена на величину, рівну ширині зовнішньої спіралі, тобто

$$R_g = r_g - 0,07 = 0,335 - 2 \cdot 0,07 = 0,265 \text{ м.} \quad (3.10)$$

При тій же ширині, внутрішній радіус внутрішньої спіралі

$$r_g = R_g - 0,06 = 0,265 - 0,06 = 0,205 \text{ м.} \quad (3.11)$$

### 3.3.3 Розрахунок силових та кінематичних параметрів

Розрахунок потужності на привід проведемо по аналогії з лопатевим змішувачем:

$$N = \frac{(P_p v_p + P_o v_o) z}{1000}, \quad (3.12)$$

де  $P_p$  – колове зусилля, що діє на лопатку, Н;

$P_o$  – осьове зусилля, Н;

$z$  – число лопаток (в нашому випадку спіралей) шт.;

$v_p$  – колова швидкість, м/с;

$v_o$  – осьова швидкість, м/с;

$$v_p = r_{cep} \omega = r_{cep} \pi n / 30, \quad (3.13)$$

$$v_o = v_p \cos \alpha \sin \alpha, \quad (3.14)$$

де  $n$  – частота обертання валу змішувача,  $\text{хв}^{-1}$ . За аналогією [17]  $n=48 \text{ хв}^{-1}$ ;  
 $\alpha$  – кут нахилу лопатки до осі обертання вала мішалки, град. В нашому випадку, це кут нахилу витка спіралі, з арк. 4 графічної частини для зовнішньої спіралі  $\alpha=58^\circ$ , внутрішньої -  $38^\circ$ ;

$r_{сер}$  – середній радіус або відстань від осі обертання до точки прикладення рівнодіючої сил опору, м.

$$r_{сер} = 2R_z/3 = 2 \cdot 0,395/3 = 0,263 \text{ м.} \quad (3.15)$$

Тоді

$$v_p = 0,263 \cdot 3,14 \cdot 48/30 = 1,3 \text{ м/с.}$$

- зовнішня спіраль

$$v_o = 1,3 \cdot \cos 58^\circ \cdot \sin 58^\circ = 0,56 \text{ м/с.}$$

- внутрішня спіраль

$$v_o = 1,3 \cdot \cos 38^\circ \cdot \sin 38^\circ = 0,63 \text{ м/с.}$$

Колове і осьове значення зусиль визначають відповідно по формулах:

$$P_p = P_n (\cos \alpha + f \sin \alpha), \quad (3.16)$$

$$P_o = P_n (\cos \alpha - f \sin \alpha), \quad (3.17)$$

де  $P_n$  – нормальна складова сил опору, Н;

$f$  – коефіцієнт тертя, з табл. 3.1  $f = 0,46$ .

Нормальну складову сил опору визначають за формулою:

$$P_n = 9,81 \rho h_{сер} F_c \text{tg}^2 [45^\circ + (\varphi / 2)], \quad (3.18)$$



де  $h_{\text{сер}}=R_3/2$  – середня глибина, рівна половині найбільшої глибини занурення спіралі, м;

$\varphi=\text{arctg}(f)$ - кут внутрішнього тертя матеріалу, град,  $\varphi=77^\circ$ ;

$F_c$  – проекція площі спіралі, зануреної в суміш, на напрям обертання, м<sup>2</sup>.

Проекція площі спіралі, зануреної в суміш, на напрям обертання:

$$F_c = F \cos \alpha = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \cos \alpha, \quad (3.19)$$

де  $F$  – площа спіралі, м<sup>2</sup>.

За (3.19) для зовнішньої спіралі:

$$F_c^3 = \frac{\pi(0,79^2 - 0,67^2)}{4} \cos 58^\circ = 0,073 \text{ м}^2,$$

- внутрішньої

$$F_c^6 = \frac{\pi(0,53^2 - 0,41^2)}{4} \cos 38^\circ = 0,069 \text{ м}^2.$$

Нормальна складова сил опору за (3.18):

- для зовнішньої спіралі

$$P_n^3 = 9,81 \cdot 580 \cdot \frac{0,395}{2} 0,073 \text{tg}^2 \left[ 45^\circ + (77^\circ / 2) \right] = 218 \text{ Н},$$

- внутрішньої

$$P_n^3 = 9,81 \cdot 580 \cdot \frac{0,265}{2} \cdot 0,069 \operatorname{tg}^2 [45^\circ + (77^\circ / 2)] = 138 \text{ Н.}$$

Колове і осьове значення зусиль визначають відповідно по формулах:

- для зовнішньої спіралі

$$P_p = 218(\cos 58 + 0,46 \cdot \sin 58) = 238 \text{ Н;}$$

$$P_o = 218(\cos 58 - 0,46 \cdot \sin 58) = 174 \text{ Н.}$$

- внутрішньої

$$P_p = 138(\cos 38 + 0,46 \cdot \sin 38) = 175 \text{ Н;}$$

$$P_o = 138(\cos 38 - 0,46 \cdot \sin 38) = 121 \text{ Н.}$$

Потужність на змішування (3.12):

- для зовнішньої спіралі

$$N^3 = \frac{(238 \cdot 1,3 + 174 \cdot 0,56) \cdot 2}{1000} = 0,820 \text{ кВт,}$$

- внутрішньої

$$N^6 = \frac{(148 \cdot 1,3 + 121 \cdot 0,63) \cdot 2}{1000} = 0,540 \text{ кВт.}$$

Тоді загальна потужність на змішування

$$N_{зм} = N^3 + N^6 = 0,820 + 0,540 = 1,360 \text{ кВт.} \quad (3.20)$$

Необхідна потужність електродвигуна:

$$N_{ЕД} = \frac{N_{зм}}{\eta} = \frac{1,360}{0,75} = 1,82 \text{ кВт} \quad (3.21)$$

За використанням електродвигуна марки АИРС100L4 з потужністю 2,2 кВт та частотою обертання ротора 1460 об/хв, виготовленого на заводі "Електромотор" у місті Полтава, потрібно визначити передаточне число редуктора.

$$i_p = \frac{n_d}{n_m} = \frac{1460}{48} = 30,4 \quad (3.22)$$

Виходячи з передаточного числа, максимальної вхідної швидкості та крутного моменту обираємо редуктор марки Ч-80, з передаточним числом 31,0.

### 3.3.4 Розрахунок елементів на міцність

Найбільш навантаженою деталлю мішалки буде привідна цапфа, тому визначимо її діаметр в спряженні з редуктором.

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{кр}}{0,2[\tau]}}, \quad (3.24)$$

де  $M_{кр}$  - крутний момент на цапфі мішалки, Н·мм;

$[\tau]$  – допустиме напруження на скручування, МПа.

Крутний момент на цапфі змішувача кормів визначається по формулі:

$$M_{кр} = \frac{N_{ЕД}}{\omega}, \quad (3.25)$$

де  $N$  – потужність привода мішалки, Вт;

$\omega$  – кутова швидкість мішалки,  $c^{-1}$ ;

$$\omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{3,14 \cdot 48}{30} = 5,02 c^{-1}.$$

Тоді

$$M_{кр} = \frac{2200}{5,02} = 438,2 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

(3.26)

$$d = \sqrt[3]{\frac{438,2 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 342}} = 18,5 \text{ мм.}$$

За умови забезпечення запасу міцності діаметр привідної цапфи у спряженні з редуктором приймаємо рівним 32 мм.

### 3.5 Висновки

В даному розділі нами проведено удосконалення змішувача комбікормів шляхом застосування стрічково-гвинтової мішалки зі змінним напрямом навівки. Згідно розрахунків для забезпечення продуктивності 1,7 т/год, об'єм бункера повинен бути рівним 0,95 м<sup>3</sup>, при цьому потужність на привід змішувача – 2,2 кВт.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1 Загальні вимоги

При приготуванні комбікормів на свинарських підприємствах важливо дотримуватися загальних вимог охорони праці, щоб забезпечити безпеку працівників і мінімізувати ризики нещасних випадків та професійних захворювань. Нижче наведено основні вимоги охорони праці для цього виду діяльності:

#### 1. Організаційні вимоги

Інструктаж та навчання: усі працівники повинні проходити первинний, повторний, позаплановий та цільовий інструктаж з охорони праці. Необхідно також забезпечити навчання працівників щодо безпечних методів роботи та дій у надзвичайних ситуаціях.

Документація: ведення необхідної документації з охорони праці, включаючи журнали інструктажів, протоколи перевірок і акти розслідування нещасних випадків.

#### 2. Вимоги до робочого місця

Освітлення: робочі місця повинні бути добре освітлені, щоб забезпечити комфортні умови для роботи і запобігти травмам.

Вентиляція: забезпечення ефективної вентиляції для видалення пилу, парів та інших шкідливих речовин, що можуть утворюватися під час приготування комбікормів.

Чистота: регулярне прибирання робочих місць і виробничих приміщень для зменшення накопичення пилу та запобігання ковзанню.

#### 3. Технічні вимоги

Обладнання: використання справного і безпечного обладнання, відповідного технічним регламентам і стандартам. Регулярні перевірки та обслуговування обладнання для запобігання аваріям.

Захисні пристрої: наявність і справність захисних пристроїв на обладнанні (кришки, екрани, блокувальні механізми).

Аварійні зупинки: обладнання має бути оснащене системами аварійної зупинки, доступними і легко впізнаваними.

#### 4. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)

Забезпечення ЗІЗ: працівники повинні бути забезпечені необхідними засобами індивідуального захисту, включаючи респіратори, захисні окуляри, рукавиці, спецодяг і взуття.

Використання ЗІЗ: постійне використання засобів індивідуального захисту під час роботи, особливо при роботі з обладнанням, що створює пил або виділяє шкідливі речовини.

#### 5. Вимоги до безпеки праці

Безпечні методи роботи: дотримання встановлених методів і порядку виконання робіт, щоб уникнути аварійних ситуацій.

Контроль стану здоров'я: регулярні медичні огляди працівників для виявлення можливих професійних захворювань на ранніх стадіях.

Обмеження доступу: доступ до виробничих приміщень повинен бути обмежений для осіб, які не беруть участі у виробничому процесі.

#### 6. Пожежна безпека

Протипожежні заходи: оснащення приміщень засобами пожежогасіння (вогнегасники, системи пожежної сигналізації). Регулярні тренування з евакуації та використання засобів пожежогасіння. Заборона куріння: сувора заборона куріння та використання відкритого вогню у виробничих приміщеннях.

#### 7. Електробезпека

Безпечне обладнання: використання справного електрообладнання, відповідного стандартам безпеки. Заземлення: всі електроприлади повинні бути правильно заземлені. Обслуговування: тільки кваліфіковані спеціалісти повинні проводити ремонт і обслуговування електрообладнання.

#### 8. Аварійна готовність

План дій: наявність і дотримання плану дій у надзвичайних ситуаціях. Навчання персоналу: регулярне навчання працівників діям у випадку аварії, евакуації та надання першої допомоги. Дотримання цих загальних вимог охорони

праці допоможе мінімізувати ризики нещасних випадків та професійних захворювань, забезпечуючи безпечні умови праці для персоналу на свинарських підприємствах при приготуванні комбікормів.

## **4.2 Інструкція з охорони праці для оператора змішувача комбікормів на свинарській фермі**

### 1. Загальні положення

1.1. Ця інструкція встановлює вимоги з охорони праці для оператора змішувача комбікормів на свинарській фермі (далі – оператор).

1.2. Оператор зобов'язаний дотримуватися правил внутрішнього розпорядку, вимог інструкцій з охорони праці, пожежної безпеки, електробезпеки, а також інших нормативних документів, що регулюють діяльність на підприємстві.

1.3. Оператор повинен проходити медичні огляди відповідно до встановленого графіку, а також інструктажі з охорони праці: первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

1.4. До роботи допускаються особи, які досягли 18 років, мають відповідну кваліфікацію та пройшли навчання і перевірку знань з охорони праці.

1.5. Оператор має бути забезпечений засобами індивідуального захисту (ЗІЗ): спецодягом, захисними окулярами, респіратором, рукавицями та захисним взуттям.

### 2. Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1. Перед початком роботи оператор повинен ознайомитися з робочою змінною, перевірити наявність і справність ЗІЗ.

2.2. Оператор повинен провести зовнішній огляд змішувача комбікормів і переконатися у його справності. Особливу увагу слід приділити:

- Справності електропроводки та заземлення.
- Відсутності пошкоджень на корпусі змішувача.
- Справності захисних пристроїв та аварійних кнопок.

2.3. Перевірити робоче місце на наявність сторонніх предметів, що можуть перешкоджати роботі або спричинити травми.

2.4. Переконатися, що змішувач комбікормів не знаходиться під напругою до початку огляду.

2.5. Повідомити керівника про будь-які виявлені несправності або недоліки та не приступати до роботи до їх усунення.

### 3. Вимоги безпеки під час виконання роботи

3.1. Під час роботи оператор повинен використовувати ЗІЗ відповідно до вимог охорони праці.

3.2. Вмикати змішувач лише після перевірки його справності та готовності до роботи.

3.3. Дотримуватися встановлених режимів роботи обладнання, не перевантажувати змішувач понад допустиму норму.

#### 3.4. Забороняється:

- Працювати без захисних пристроїв або з пошкодженими захисними пристроями.

- Виконувати чистку, ремонт або налагодження змішувача під час його роботи.

- Самостійно усувати несправності електрообладнання. У разі виникнення несправностей необхідно викликати кваліфікованого електрика.

3.5. Підтримувати чистоту на робочому місці, своєчасно прибирати розсипаний корм, уникати скупчення пилу.

3.6. Слідкувати за роботою змішувача, у випадку виявлення будь-яких незвичних звуків, вібрацій або інших відхилень негайно зупинити роботу і повідомити керівника.

3.7. Виконувати роботу згідно з технологічною інструкцією та дотримуватися правил безпечного завантаження та вивантаження корму.

### 4. Вимоги безпеки після закінчення роботи

4.1. Вимкнути змішувач комбікормів та відключити його від електрмережі.



4.2. Очистити змішувач та робоче місце від залишків корму, пилу та бруду.

4.3. Провести огляд обладнання на предмет виявлення можливих пошкоджень або несправностей, що виникли під час роботи, і повідомити про них керівника.

4.4. Зняти та очистити ЗІЗ, розмістити їх у відведеному місці для зберігання.

4.5. Вимити руки та обличчя, при необхідності прийняти душ.

5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

5.1. У разі виникнення аварійної ситуації (коротке замикання, займання, поломка обладнання) негайно зупинити роботу змішувача та відключити його від електромережі.

5.2. Повідомити керівника та, при необхідності, викликати аварійні служби (пожежну охорону, електриків тощо).

5.3. Вжити заходів для евакуації працівників з небезпечної зони відповідно до плану евакуації.

5.4. Надати першу допомогу постраждалим та при необхідності викликати медичну допомогу.

5.5. До прибуття аварійних служб не залишати місце події та не дозволяти стороннім особам входити в небезпечну зону.

Дотримання даної інструкції є обов'язковим для всіх операторів змішувачів комбікормів на свинарській фермі.

### **4.3 Висновки**

Для удосконаленого технологічного процесу, в зв'язку з тим, що в ньому з'явилася удосконалена машина, нами проведено розробку заходів безпеки при роботі з обладнанням лінії приготування кормів.

## 5 ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА

У даному розділі ми визначимо передбачувану економічну ефективність застосування розробленого змішувача сипких кормів у складі установки МКУ-1,5. Оскільки зміни зазнав лише змішувач, а інші складові залишилися стандартними, порівняння буде проведено виключно за характеристиками змішувача.

Для порівняння економічних показників розробленого та стандартного змішувачів, будемо використовувати питомі експлуатаційні витрати (П), виражені у гривнях на тонну (грн./т). Цей показник дозволяє порівнювати ефективність змішувачів незалежно від конкретних об'ємів змішування.

Ми порівнюватимемо базовий та вдосконалений варіанти реалізації технологічного процесу за питомими експлуатаційними витратами, які включають витрати на заробітну плату, енергоресурси, амортизаційні відрахування та витрати на ремонт і технічне обслуговування. Для цього проведемо розрахунки відповідно до методик та рекомендацій, наведених у літературних джерелах [3, 4].

Усі показники економічної ефективності зведемо в табл. 5.1 та на аркуші 5 графічної частини.

Таблиця 5.1 - Показники економічної ефективності удосконаленого змішувача

Показники	Варіанти	
	стандартний	удосконалений змішувач
Продуктивність, т/год.	1,5	1,7
Потужність приводу, кВт	3,5	2,2
Вага, кг	420	385
Обслуговуючий персонал, люд.	1	1
Балансова вартість, грн.	75860	82700

Питомі експлуатаційні витрати, грн./т	20,65	17,77
в т.ч.: заробітна платня	13,92	12,28
витрати на електроенергію	2,34	1,54
амортизаційні відрахування	1,71	1,64
витрати на ТО та ремонт	2,68	2,31
Економія питомих експлуатаційних витрат, грн./т	-	2,88
Максимальне річне навантаження, т.	3942	3942
Економія експлуатаційних витрат, грн.	-	11352,96
Строк окупності капітальних вкладень, років	-	0,6
Питомі приведені витрати, грн./т	23,53	20,91
Річний економічний ефект, грн.	-	10328,04

### **Висновки**

Згідно з розрахунками, розроблений змішувач має нижчі питомі експлуатаційні витрати у порівнянні зі стандартним змішувачем. Це свідчить про економічну ефективність використання розробленого змішувача у складі установки МКУ-1,5. Нижчі питомі витрати означають зменшення витрат на приготування комбікормів, що може сприяти зниженню собівартості продукції та підвищенню прибутковості свинарського підприємства.

## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

При виконанні дипломного проекту отримані наступні результати:

- розроблена наступна схема технології приготування комбікормів: зернова складова з силосів для зберігання, після очищення від домішок, потрапляє до дробарки установки МКУ-1,5, де відбувається подрібнення компонентів. Підготовлені компоненти послідовно подаються до змішувача періодичної дії, який оснащений тензOMETричною системою вагового дозування. Після завантаження зернової складової комбікорму, відповідно до процентного співвідношення та технологічної групи, для якої готується комбікорм, з бункерів накопичувачів подається відповідний БМВД. Після завершення змішування готовий комбікорм завантажується до машини типу ЗСК і транспортується до місця годування;

- проведено удосконалення змішувача комбікормів шляхом застосування стрічково-гвинтової мішалки зі змінним напрямом навивки. Згідно розрахунків для забезпечення продуктивності 1,7 т/год, об'єм бункера повинен бути рівним  $0,95 \text{ м}^3$ , при цьому потужність на привід змішувача – 2,2 кВт.

- для удосконаленої лінії, в зв'язку з тим, що в ній з'явилася нова машина, нами проведено розробку заходів безпеки при роботі з обладнанням лінії приготування кормів.

- техніко-економічна оцінка удосконаленого змішувача показала, що в порівнянні з базовим варіантом він має переваги за експлуатаційними витратами. При цьому строк окупності при впровадженні при завантаженні на 100 відсотків складе 0,6 роки.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. ВНТП-АПК-02.05. Свинарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми) / Міністерство аграрної політики України (Мінагрополітики України) // К.: 2005. – 78 с.
2. Машини для тваринництва та птахівництва // За редакцією В.І. Кравчука, Ю.Ф. Мельника, Дослідницьке, УкрНДІВПТ ім. Погорілого – 2009, -207 с.
3. Ревенко, І. Порівняння агрегатів для приготування комбікормів / І. Ревенко // Пропозиція. - 2012. - № 3. - С. 148-151.
4. Бабенко, О. Як здешевити годівлю свиней / О. Бабенко // Ефективні корми та годівля. – 2011. – № 1. – С. 29–32.
5. 10. Піскун В.І., Грицаєнко В.І., Мироненко А.П., Михайлик С.І. Особливості вибору конструкції змішувача інгредієнтів комбікормів. 2004, 4с.
6. 11. Мироненко А.П. Технологічний процес змішування інгредієнтів комбікормів// Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Випуск № 59. Том №1.- Х.:2007 – с.344 – 349.
7. 12. Автаназів І.С., Баранецька О.Р. Методика вибору оптимальних технологій і обладнання при змішуванні сипких матеріалів: Зб. наукових праць Львівського інституту. «Львівська політехніка». Львів: в-во. НУ «Львівська політехніка», 1999 – с14. – 21.
8. 14. Матвєєв К.Д. Стрічково-лопатевий змішувач кормів. Деклараційний патент на винахід № 3928 А Україна, МПК А23N 17/00. – № u2001128615; заявл. 14.12.2001; опублік. 15.10.2002, бюл. № 10.
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. Технологія виробництва продукції свинарства: підручник для студентів вищ. навч. закл. / [ В. П. Бородай, М. І. Сахацький, А. І. Вертійчук та ін.]. – Вінниця: Нова Книга, 2006. – 360 с.

11. 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.
12. Каталог-довідник машин і обладнання «Агротехніка – 2020» – К.: Агростар – ТАС, 2020. -209 с.
13. Нова сільськогосподарська техніка/ В.А.Ясенецький, В.С.Куліш, М.П. Мечта та ін.; За ред. В.А. Ясенецького. – К.: Урожай, 1991. – 320 с.
14. Дмитрів Д. В. Стенд для дослідження процесу змішування комбікормів / Д. В. Дмитрів // Сільськогосподарські машини: зб. наук. ст. / Луцький держ. техн. ун-т. – Луцьк, 1999. – Вип. 5. – С. 102 – 105.
15. Kudrolli A. Size separation in vibrated granular matter / A. Kudrolli //Reports on progress in physics. – 2004. – Vol. 67(3). – С. 209 – 247.
16. Kafui K. D. Discrete particle-continuum fluid modeling of gas-solid fluidised beds / K. D. Kafui, C. Thornton, M. J. Adams // Chemical Engineering Science. – 2002. – Vol. 57. – С. 2395 – 2410.
17. Stephenson P. L. The effect of humidity on the production of ordered mixtures / P. L. Stephenson, W. J. Thie // Powder Technology. – 1980. – Vol. 25. – С. 115 – 119.
18. НПАОП 01.2-1.12-05. Правила охорони праці у тваринництві. свинарські підприємства.

## ДОДАТКИ

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

**Удосконалення технологічного процесу  
приготування кормів на свинофермі з розробкою  
спірально-гвинтового змішувача сипких кормів**

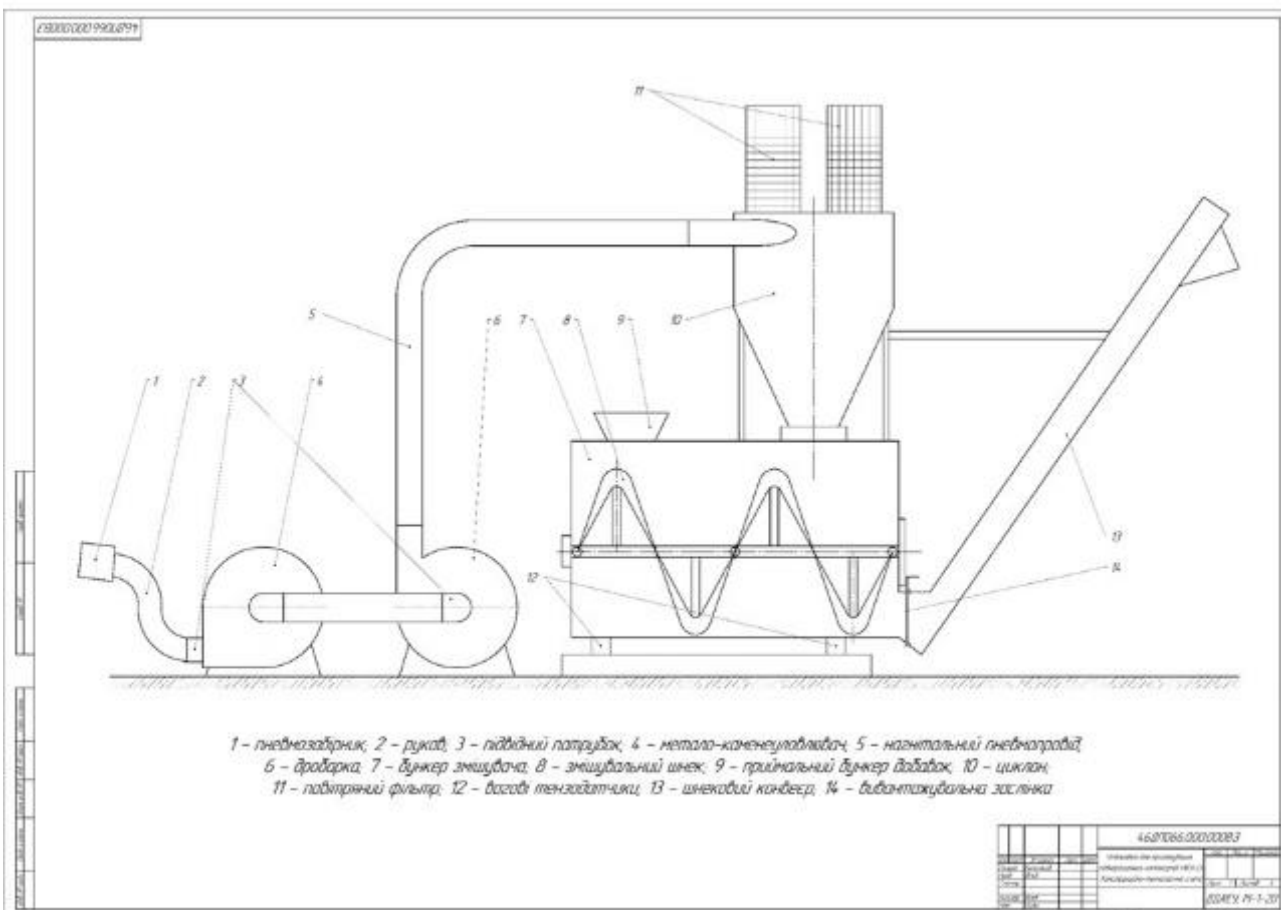
демонстраційний матеріал до дипломної роботи освітнього ступеня «Бакалавр»

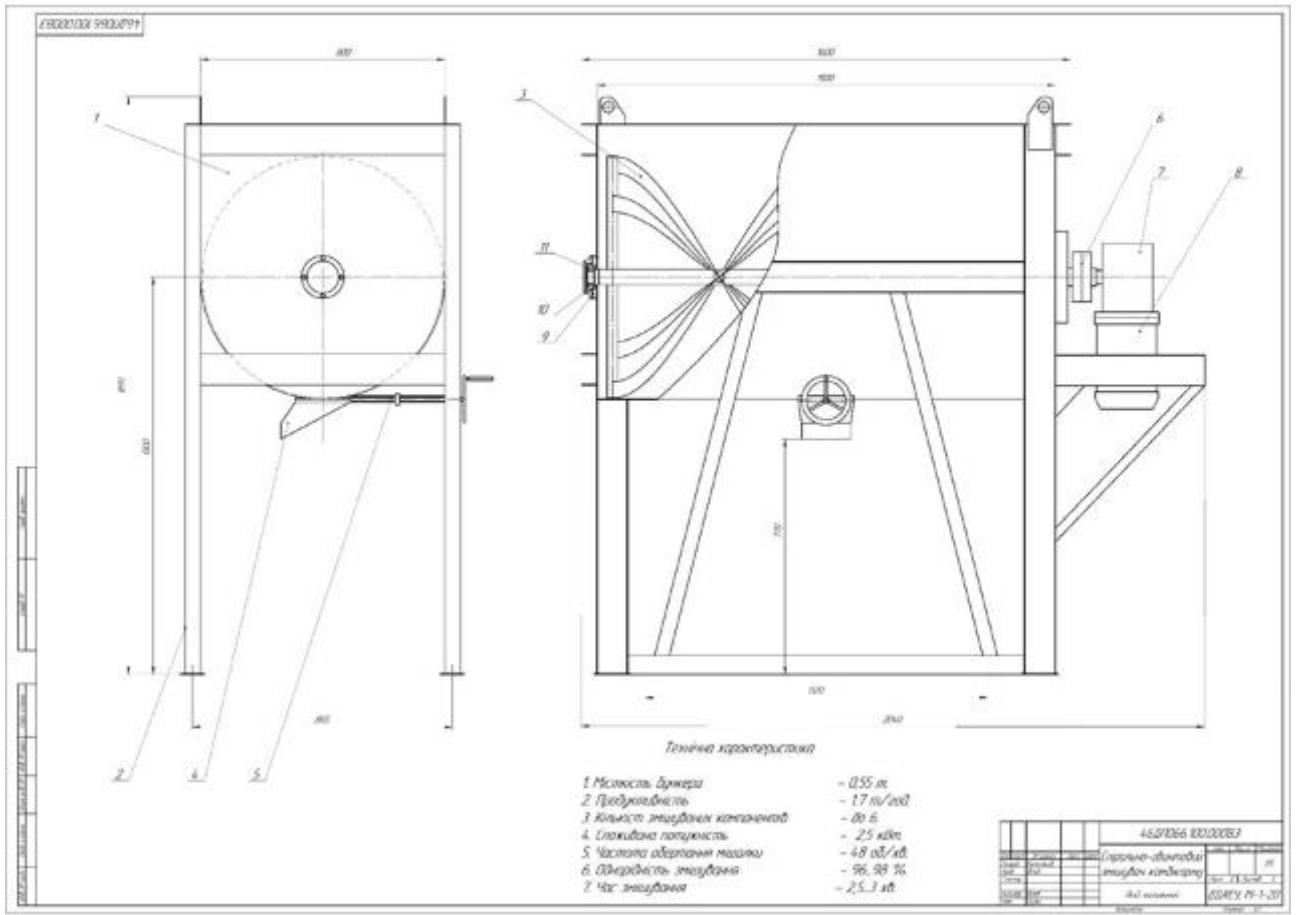
Виконав: студент 4 курсу, групи М-1-20  
Конопльов Ігор Миколайович

Керівник: к.т.н., доцент  
Івлєв Віталій Володимирович

Дніпро-2024



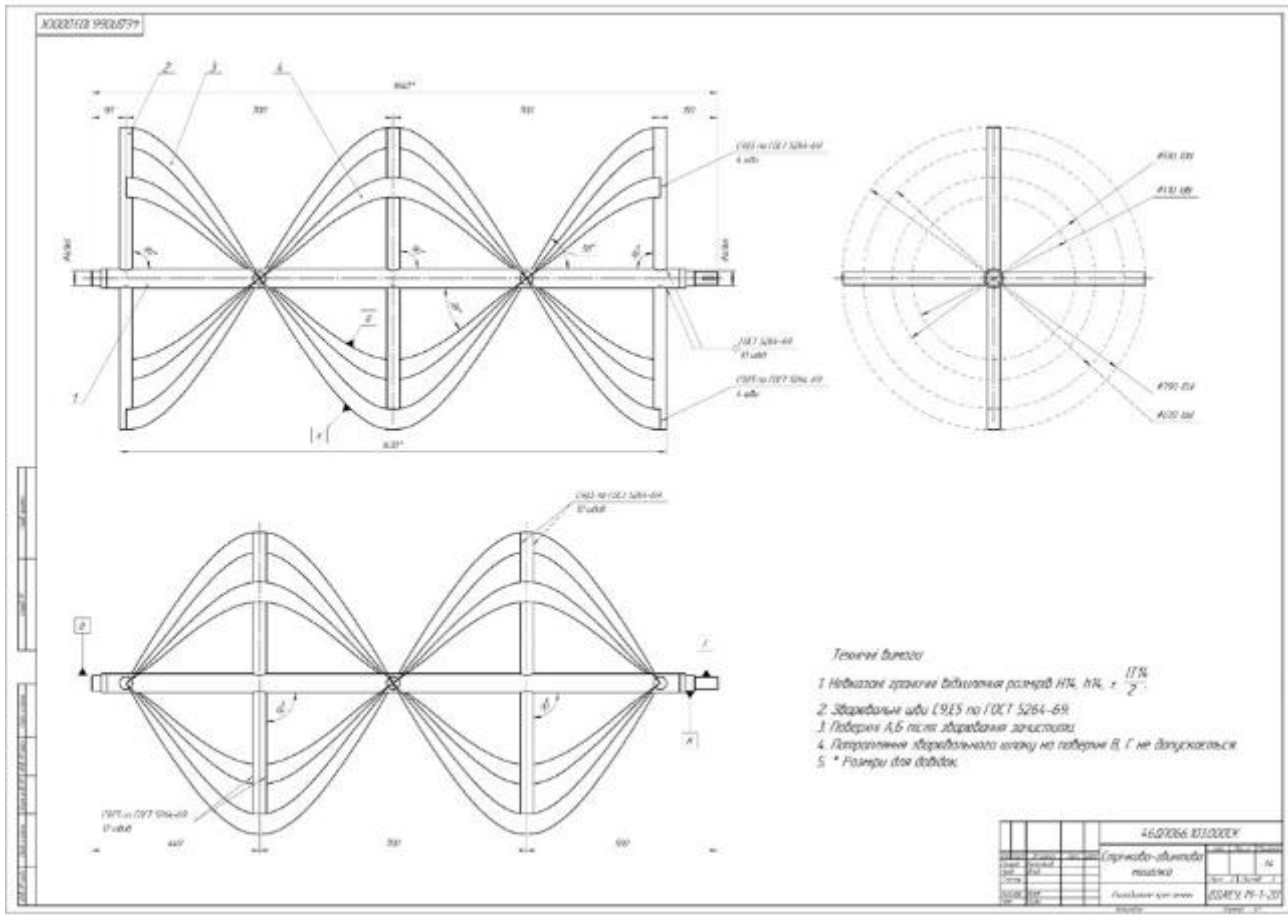




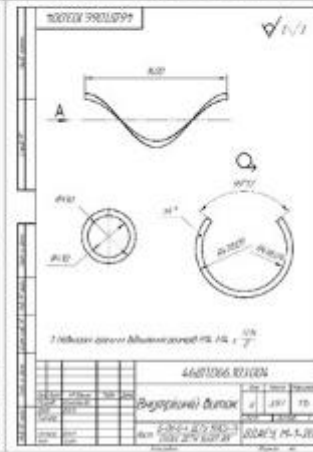
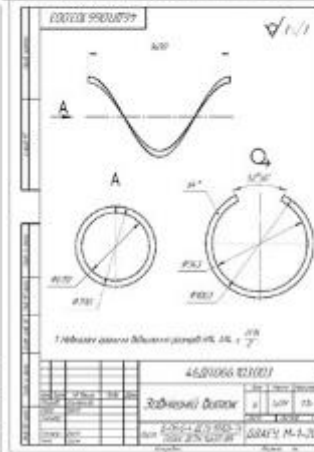
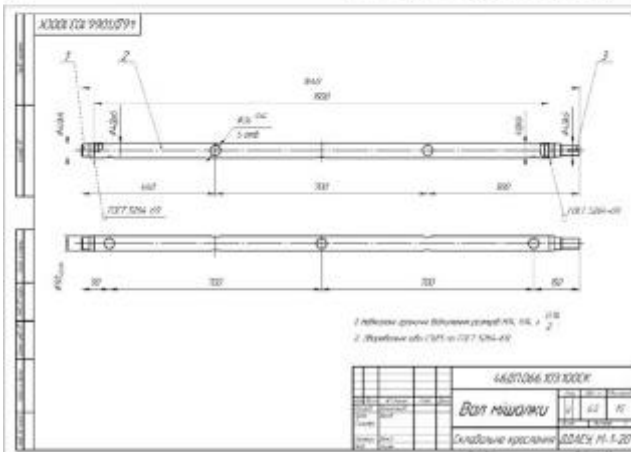
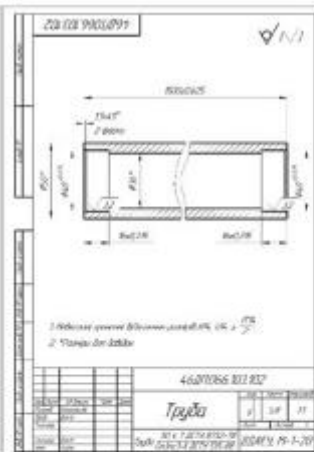
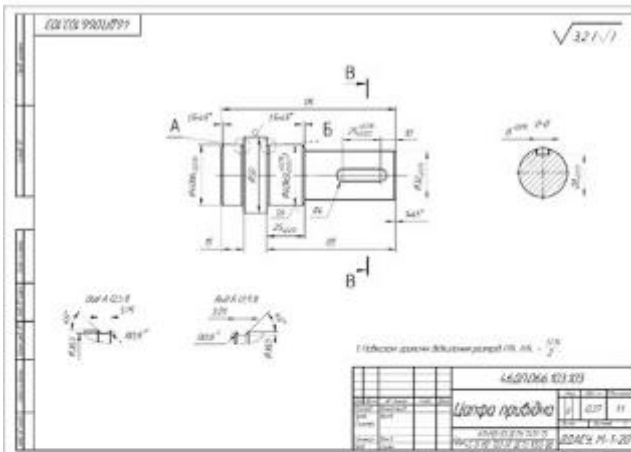
*Технича характеристика*

- 1 Местность: Бунгера - 0,55 м
- 2 Производительность - 17 т/год
- 3 Количество ступенчатых компонентов - 80 б.
- 4 Скорость вращения - 25 об/м
- 5 Частота вращения машины - 48 об/д.
- 6 Однородность ступенчатой - 96,98 %
- 7 Час ступенчатой - 25,1 об.

		46.07066 000.000001	
Изм.	№	Содержание	Дата
01	01	Создание-обновление ступенчатой конструкции	01.01.2017
02	01	Изм. описание	03.04.2017
03	01		
04	01		
05	01		
06	01		
07	01		
08	01		
09	01		
10	01		
11	01		
12	01		
13	01		
14	01		
15	01		
16	01		
17	01		
18	01		
19	01		
20	01		
21	01		
22	01		
23	01		
24	01		
25	01		
26	01		
27	01		
28	01		
29	01		
30	01		
31	01		
32	01		
33	01		
34	01		
35	01		
36	01		
37	01		
38	01		
39	01		
40	01		
41	01		
42	01		
43	01		
44	01		
45	01		
46	01		
47	01		
48	01		
49	01		
50	01		
51	01		
52	01		
53	01		
54	01		
55	01		
56	01		
57	01		
58	01		
59	01		
60	01		
61	01		
62	01		
63	01		
64	01		
65	01		
66	01		
67	01		
68	01		
69	01		
70	01		
71	01		
72	01		
73	01		
74	01		
75	01		
76	01		
77	01		
78	01		
79	01		
80	01		
81	01		
82	01		
83	01		
84	01		
85	01		
86	01		
87	01		
88	01		
89	01		
90	01		
91	01		
92	01		
93	01		
94	01		
95	01		
96	01		
97	01		
98	01		
99	01		
100	01		



- Техническое задание*
- 1 Неблизкие граничные значения размеров  $H\%$ ,  $h\%$ ,  $\pm \frac{H\%}{2}$
  - 2 Заводские или ЦРЭС по ГОСТ 5264-69
  - 3 Поверхности А, Б после обработки зачисткой
  - 4 Исправление заводского брака на поверхности В, Г не допускается
  - 5 \* Размеры для справки



Показники	Варіанти	
	стандартний	удосконалений змінливий
Продуктивність, т/год.	15	17
Потужність приводу, кВт	3,5	2,2
Вага, кг	420	385
Обслуговуючі персонал, люд.	1	1
Балансова вартість, грн.	75860	82700
Питомі експлуатаційні витрати, грн./т	20,65	17,77
в т.ч: заробітня плата	13,92	12,28
витрати на електроенергію	2,34	1,54
амортизаційні відрахування	1,71	1,64
витрати на ТО та ремонт	2,68	2,31
Економія питомих експлуатаційних витрат, грн./т	-	2,88
Максимальне річне навантаження, т.	3942	3942
Економія експлуатаційних витрат, грн.	-	11352,96
Строк окупності капітальних вкладень, років	-	0,6
Питомі приведені витрати, грн./т	23,53	20,91
Річний економічний ефект, грн.	-	10328,04

4627066.000.003.017	Бюджетні кошти	11.3.2017
4627066.000.003.017	Бюджетні кошти	11.3.2017





Формат	Знач.	Позва	Позначення	Назва	Кільк.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A3			46ДПО66.103.100СК	Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
A4	1		46ДПО66.103.101	Цапфа опорна	1	
A3	2		46ДПО66.103.102	Труба	1	
A3	3		46ДПО66.103.103	Цапфа привідна	1	
			<b>46ДПО66.103.100СК</b>			
Зм.	Стан.	№ докум.	Підпис	Дата		
Розроблїб	Конапльоб				Лїтера	Арқш
Керїбнїк	ївлєб				У	1
Консуьт.						1
ї. контр.	ївлєб				ДДАЕУ, зр. М-1-20	
Заб. каф.	Дцїбн					