

ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ

(повне найменування закладу освіти)

ВІДДІЛЕННЯ «АГРОІНЖЕНЕРІЯ»

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

ЦИКЛОВА КОМІСІЯ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «АГРОІНЖЕНЕРІЯ»

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

фаховий молодший бакалавр

(освітній ступінь)

на тему: *«Підбір технологічного обладнання виробництва комбікормів
з удосконаленням змішувача»*

Виконав: студент II курсу, групи Ai-46
галузі знань 20 «Аграрні науки і
продовольство»
спеціальність 208 «Агроінженерія»
(галузь знань, спеціальності)

Владислав МЕЛЬНИЧУК

(прізвище та ініціали)

Керівник: **Микола КІРИЄНКО**

(власне ім'я та прізвище)

Рецензент: _____

(власне ім'я та прізвище)

м. Житомир – 2025 року

<i>N^o</i> <i>n/n</i>	<i>Формат</i>	<i>Позначення</i>	<i>Найменування</i>	<i>К-ть. арк.</i>	<i>N^o прим.</i>	<i>Примітка</i>
			Документація			
			Текстові документи			
1	A4	ДП.208.046.467-н.109.ПЗ	Розрахунково-пояснювальна			
			записка			
			Графічні матеріали			
2	A1	ДП.208.046.467-н.109.ПО	Розріз цеху виготовлення			
			комбікорму			
3	A1	ДП.208.046.467-н.109.00.000.BЗ	Змішувач			
4	A1	ДП.208.046.467-н.109.01.000 СК	Змішувач			
5	A3	ДП.208.046.467-н.109.01.007 СК	Лопатка			
6	A3	ДП.208.046.467-н.109.01.006 СК	Шнек			
7	A3	ДП.208.046.467-н.109.01.003	Корпус підшипника			
8	A4	ДП.208.046.467-н.109.01.010	Втулка			
9	A4	ДП.208.046.467-н.109.02.005	Вкладиш			
			ДП.208.046.467-н.109.ПД			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>N^o докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>	ВІДОМІСТЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	
<i>Розроб.</i>	Мельничук					
<i>Перев.</i>	Кіриєнко					
<i>Н.контр.</i>	Бучко					
<i>Затв.</i>	Руденко				ЖАТФК Ai-46	
					<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>
					<i>Д</i>	<i>1</i>
						<i>Листів</i>
						<i>1</i>

«Підбір технологічного обладнання виробництва комбікормів з удосконаленням змішувача»

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічного матеріалу.

Розрахунково-пояснювальна записка містить ____ сторінки, в тому числі 4 розділів, 25 літературних джерел.

Кваліфікаційна робота присвячена підбору технологічного обладнання для виробництва комбікормів на проєктному сільськогосподарському підприємстві в умовах зони Полісся з урахуванням специфіки регіону. Метою дослідження є підвищення ефективності виробництва комбікормів шляхом оптимального вибору обладнання та розробки вдосконаленого змішувача. У роботі проведено аналіз сучасного обладнання для подрібнення, дозування, змішування та гранулювання, яке відповідає вимогам Полісся, зокрема щодо енергоефективності, продуктивності та адаптації до місцевих сировинних ресурсів.

Особлива увага приділена розробці змішувача комбікормів, який забезпечує високу однорідність суміші, зниження енерговитрат і простоту в обслуговуванні. Конструкція змішувача враховує технологічні особливості виробництва та вимоги до якості комбікормів для різних видів тварин. Впровадження запропонованого обладнання та змішувача сприяє підвищенню продуктивності, зниженню собівартості продукції та оптимізації виробничих процесів.

Результати роботи можуть бути застосовані на сільськогосподарських підприємствах Полісся для модернізації комбікормового виробництва.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ, ЗМІШУВАЧ КОМБІКОРМІВ, СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКЕ ПІДПРИЄМСТВО, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, ПРОДУКТИВНІСТЬ, ЯКІСТЬ КОМБІКОРМІВ, ОПТИМІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА.

ЗМІСТ

Вступ.....	
1. Проектування цеху.....	
1.1 Технологічна частина.....	
1.1.1 Розробка схеми технологічного напрямку по переробці сировини на обладнанні ОЦК-4.....	
1.1.2 Технологічна лінія ОЦК-4.....	
1.2 Будівельна та санітарно-технічна частина.....	
1.2.1 Компонування виробничого цеху.....	
1.2.2 Розрахунок електропостачання.....	
1.2.3 Розрахунок витрат на електроосвітлення.....	
1.2.4 Розрахунок витрат на водопостачання.....	
2. Конструктивна частина. Розробка змішувача.....	
2.1 Технологічний процесів змішування	
2.2 Методика оцінки якості змішування.....	
2.3. Опис конструкції розроблюваного змішувача.....	
2.4. Розрахунок основних елементів змішувача.....	
2.4.1 Розрахунок основних параметрів.....	
2.4.2 Розрахунок шпонкових з'єднань.....	
2.4.3 Вибір підшипників.....	
3. Охорона праці.....	
3.1. Аналіз умов охорони праці по окремих машинах в цеху з виготовлення комбікорму.....	
3.2 Розрахунок вентиляційної системи.....	
3.3. Рекомендації по покращенню умов праці на підприємстві.....	

					ДП.208 046.467-н.109.ПЗ									
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата										
Розроб.		Мельничук			<i>Підбір технологічного обладнання виробництва комбікормів з удосконаленням змішувача</i>				Літ.		Арк.		Аркушів	
Керівник.		Кіриєнко												
Консультант														
Н. Контр.		Бучко							ЖАТФК Ai-46					
Зав. кафедри		Руденко												

4. Техніко-економічний розрахунок.....	
4.1. Техніко-економічне обґрунтування процесу змішування сипких матеріалів.....	
Висновки.....	
Список використаної літератури.....	
Додатки	

					ДП.208 046.467-н.109.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Сільське господарство є однією з ключових галузей економіки України, а зона Полісся, завдяки своїм природно-кліматичним особливостям, відіграє важливу роль у розвитку аграрного сектора. Цей регіон характеризується вологими ґрунтами, високим рівнем опадів і специфічними умовами для вирощування сільськогосподарських культур та розвитку тваринництва. Однак ефективність сільськогосподарського виробництва значною мірою залежить від рівня механізації та використання сучасного технологічного обладнання. У контексті виробництва комбікормів, яке є важливим елементом забезпечення тваринництва якісними кормами, актуальним є питання оптимізації технологічних процесів і обладнання з урахуванням місцевих умов.

Виробництво комбікормів відіграє ключову роль у підвищенні продуктивності тваринництва, оскільки якість кормів безпосередньо впливає на здоров'я, ріст і продуктивність тварин. У зоні Полісся, де переважають невеликі та середні сільськогосподарські підприємства, виникає потреба у компактному, енергоефективному та адаптованому до місцевих умов обладнанні. Традиційні підходи до підбору обладнання часто не враховують специфіку регіону, що призводить до зниження ефективності виробництва, високих енергетичних витрат і недостатньої якості кінцевого продукту. Таким чином, підбір технологічного обладнання для виробництва комбікормів у проєктному сільськогосподарському підприємстві зони Полісся є актуальною науково-практичною задачею.

Метою кваліфікаційної роботи є обґрунтування вибору технологічного обладнання для виробництва комбікормів у сільськогосподарському підприємстві зони Полісся з розробкою конструкції змішувача, який забезпечить високу якість змішування компонентів корму та підвищить ефективність виробничого процесу. Змішувач є одним із ключових елементів технологічної лінії, оскільки від якості змішування залежить однорідність

					ДП.208 046.467-н.109.ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ВСТУП			
Розроб.	Мельничук							
Керівник.	Кіриєнко							
Консультант								
Н. Контр.	Бучко							
Зав. кафедри	Руденко							
						Літ.	Арк.	Аркушів
							7	
						ЖАТФК Аі-46		

комбікорму, що впливає на його поживну цінність і засвоюваність тваринами. Розробка змішувача, адаптованого до потреб невеликих підприємств, дозволить оптимізувати витрати, зменшити енергоспоживання та підвищити продуктивність.

У процесі дослідження аналізуються сучасні технології виробництва комбікормів, включаючи обладнання для подрібнення, дозування, змішування та гранулювання. Особлива увага приділяється адаптації обладнання до умов зони Полісся, зокрема врахуванню вологості сировини, яка є характерною для регіону, та потребі в енергоефективних рішеннях. У роботі розглядаються критерії вибору обладнання, такі як продуктивність, надійність, простота обслуговування та економічна доцільність. Крім того, досліджуються сучасні тенденції в автоматизації технологічних процесів, які дозволяють зменшити вплив людського фактора та підвищити точність виконання операцій.

Розробка змішувача передбачає створення конструкції, яка забезпечує рівномірне змішування компонентів комбікорму з різною фракційністю та густиною. У процесі проектування враховуються вимоги до ергономічності, безпеки та енергоефективності. Запропонована конструкція змішувача базується на аналізі існуючих аналогів, їхніх переваг і недоліків, а також на результатах розрахунків основних параметрів, таких як об'єм змішувальної камери, швидкість обертання робочих органів і потужність приводу. Особливу увагу приділено матеріалам, які забезпечують довговічність обладнання в умовах підвищеної вологості, характерної для Полісся.

Практична цінність роботи полягає в розробці рекомендацій щодо підбору технологічного обладнання для виробництва комбікормів, які можуть бути використані сільськогосподарськими підприємствами зони Полісся. Впровадження запропонованого змішувача дозволить підвищити якість комбікормів, знизити собівартість виробництва та оптимізувати використання місцевих кормових ресурсів. Наукова новизна роботи полягає в обґрунтуванні конструктивних особливостей змішувача, адаптованого до умов регіону, та розробці методики вибору обладнання з урахуванням специфіки Полісся.

					ДП.208 046.467-н.109.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Робота складається з теоретичного аналізу, обґрунтування вибору обладнання, розрахунків параметрів змішувача, розробки його конструкції та оцінки економічної ефективності впровадження. Результати дослідження можуть бути використані для модернізації існуючих комбікормових цехів, а також при проектуванні нових виробничих ліній. Таким чином, кваліфікаційна робота сприяє вирішенню актуальних завдань сільськогосподарського виробництва, підвищенню його конкурентоспроможності та сталому розвитку аграрного сектора в зоні Полісся.

					ДП.208 046.467-н.109.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

ПРОЄКТУВАННЯ ЦЕХУ

1.1 Технологічна частина

1.1.1 Розробка схеми технологічного напрямку по переробці сировини на обладнанні ОЦК-4

Проектування цеху для виробництва комбікормів є складним завданням, яке потребує врахування технологічних, будівельних, санітарно-технічних та економічних аспектів. У рамках кваліфікаційної роботи розглядається підбір технологічного обладнання для машинно-тракторного парку (МТП) сільськогосподарського підприємства в умовах зони Полісся, з особливим акцентом на розробку змішувача та автоматизацію процесів для зменшення ручної праці. Проектування цеху включає технологічну частину, яка охоплює розробку схеми переробки сировини та вибір технологічної лінії, а також будівельну та санітарно-технічну частини, які забезпечують відповідність цеху нормативним вимогам.

Технологічна частина проектування цеху для виробництва комбікормів базується на оптимізації переробки сировини для забезпечення високої якості кінцевого продукту. У зоні Полісся, яка характеризується вологими ґрунтами та специфічними кліматичними умовами, вибір обладнання та технологічного процесу має враховувати особливості місцевої сировини, зокрема зернових культур (пшениця, ячмінь, кукурудза), бобових, а також побічних продуктів сільського господарства.

Технологічна схема переробки сировини на обладнанні ОЦК-4 (обладнання для виробництва комбікормів продуктивністю 4 т/год) включає кілька основних етапів: прийом сировини, очищення, подрібнення, дозування, змішування, гранулювання (за потреби) та пакування.

					ДП.208 046.467-н.109.ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ПРОЄКТУВАННЯ ЦЕХУ	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Мельничук						
Керівник.		Кіриєнко						
Консультант						ЖАТФК Аі-46		
Н. Контр.		Бучко						
Зав. кафедри		Руденко						

Кожен етап має бути чітко скоординованим для забезпечення безперервності виробництва та мінімальних втрат сировини.

1. Прийом сировини. Сировина (зерно, шрот, макуха) надходить на підприємство автомобільним або залізничним транспортом. Для зони Полісся, де взимку можливі снігопади, доцільно передбачити силоси для зберігання сировини об'ємом 50 м³, які забезпечують захист від вологи та зручність експлуатації. Силоси розміщуються на рампі для полегшення відвантаження.

2. Очищення. Сировина проходить через сепаратори та магнітні уловлювачі для видалення сторонніх домішок (каміння, метал, пил). Це підвищує якість комбікорму та захищає обладнання від пошкоджень.

3. Подрібнення. Зерно подрібнюється за допомогою молоткової дробарки, яка входить до складу ОЦК-4. Розмір частинок регулюється залежно від типу комбікорму (для ВРХ, свиней чи птиці).

4. Дозування. Точне дозування компонентів (зерно, премікси, добавки) здійснюється за допомогою електронних ваг, інтегрованих у лінію ОЦК-4. Це забезпечує відповідність рецептурі комбікорму.

5. Змішування. Розроблений у рамках роботи змішувач є ключовим елементом технологічної схеми. Він забезпечує гомогенне змішування компонентів за 3–5 хвилин, що відповідає стандартам якості комбікормів. Змішувач має вертикальну конструкцію з вбудованими вагами для контролю маси.

6. Гранулювання (опціонально). Для підвищення поживності та терміну зберігання комбікорм може проходити волого-теплову обробку та гранулювання. Цей процес знищує шкідливі мікроорганізми та покращує засвоєння поживних речовин.

7. Пакування. Готовий комбікорм фасується в мішки (25–50 кг) або біг-беги для подальшого транспортування.

Схема розроблена з урахуванням автоматизації процесів, що дозволяє мінімізувати ручну працю та підвищити продуктивність. Програмне

					ДП.208 046.467-н.109.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечення для управління ОЦК-4 забезпечує моніторинг параметрів (швидкість, температура, вологість) у реальному часі.

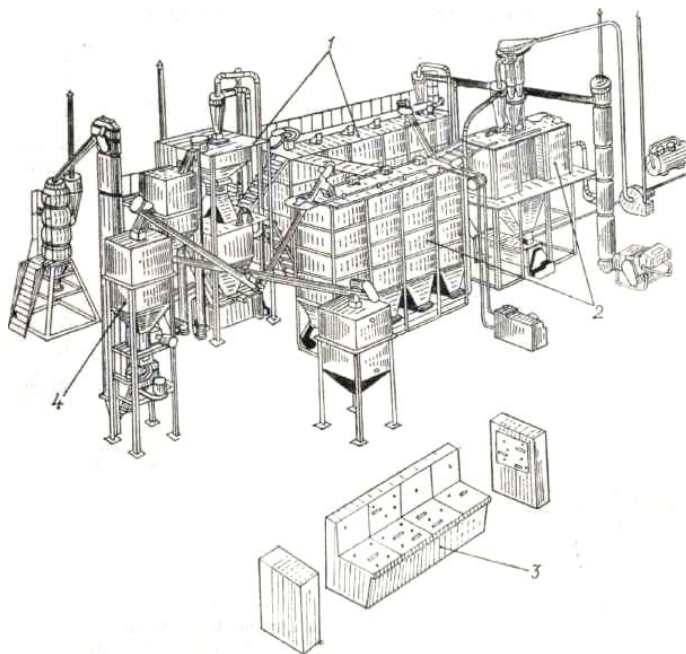


Рис. 1.1 Обладнання цеху ОЦК-4: 1 – розмелювально-змішувальний блок; 2 – блок приготування БВМД; 3 – центральний пульт керування; 4 – блок гранулювання.

Технічна характеристика обладнання ОЦК-4

Продуктивність, т/год, при приготуванні комбікормів розсипних	4
гранульованих	2,5
Установлена потужність, кВт, при приготуванні комбікормів розсипних з підігріванням парою	210,75
розсипних з підігріванням електрокалорифером	255,75
гранульованих	305,75
Витрата повітря в системі пневмокерування, м ³ /хв	1,0
Робочий тиск, МПа, у системі пневможивлення пневмоавтоматики	0,3
	0,14
Кількість бункерів для компонентів, шт.	
зернових і продуктів їх переробки	4
збагачувальних добавок	10
Місткість одного бункера, м ³ для макрокомпонентів	6,0
мікрокомпонентів	1,0

Транспортерна стрічка огинає два барабани, один із яких встановлений у верхній частині конструкції (голівці норії), а інший — у нижній частині (башмаку).

Обертний рух верхньому барабану забезпечує вал, що встановлений у кулькових підшипниках, розміщених у корпусі головки. Нижній барабан також має власний вал, закріплений у підшипникових опорах, корпуси яких можуть пересуватись у вертикальному напрямку за допомогою гвинтового механізму.

Регулювання натягу стрічки з прикріпленими ковшами здійснюється шляхом зміни положення нижнього барабана. Величина прогину стрічки не повинна перевищувати 100 мм при навантаженні 40 Н, прикладеному на рівні оглядового отвору.

Роботу норії забезпечує електродвигун, крутний момент від якого передається на привід через клинопасову передачу та редуктор. Вихідний вал редуктора жорстко з'єднаний з валом верхнього барабана, що обертає стрічку.

Для регулювання натягу ременів використовується поворот редуктора, що здійснюється за допомогою спеціального гвинта. При прикладанні сили 80 Н у середині ділянки ременя між шківами, допустимий прогин не повинен перевищувати 7 мм.

Технічна характеристика норії

Подача, т/год	
зерна	20
борошна	14
Швидкість стрічки, м/с	18
Крок ковшів, мм	260
Установлена потужність, кВт	2,2
Тип електродвигуна	Л02-31-4
Висота, мм	7267

Завантажувальний шнек виконує функцію переміщення сировинних матеріалів від норії до магнітної колонки. Його конструкція включає металевий кожух, складений із двох секцій, та шнековий вал. У передній частині корпусу розташовується горловина для завантаження, а в задній — отвір для вивантаження і оглядовий люк, який герметично закривається кришкою. Шнековий вал підтримується трьома підшипниковими вузлами, один з яких

					ДП.208 046.467-н.109.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розміщується безпосередньо всередині кожуха. Передача крутного моменту на шнек здійснюється від електродвигуна через систему з двох клинопасових передач та проміжного вала.

Пневматичний конвеєр слугує для транспортування трав'яного борошна до бункера подрібнювально-змішувального блоку. Його складові — це завантажувальна лійка, трубопровід для подачі матеріалу, циклон з герметичним шлюзовим затвором, система повітропроводів, батарея компактних циклонів, вентилятор, шиберна засувка та вихлопна труба. Для зменшення вібраційного навантаження повітропровід і вихлопна труба приєднані до вентилятора гнучкими з'єднаннями.

Процес подачі борошна починається з його завантаження у приймальну лійку. Під впливом розрідження, яке створюється вентилятором, матеріал транспортується трубопроводом до циклона, де осідає, після чого через шлюзовий затвор надходить у бункер. Очищене від пилу повітря подається в батарею циклонів, а далі — через вентилятор викидається в атмосферу.

На момент запуску вентилятора шиберна засувка залишається зачиненою та відкривається лише після стабілізації робочих параметрів. Шлюзовий затвор приводиться в дію мотор-редуктором через еластичну втулково-пальцеву муфту, а його привід здійснюється від електродвигуна за допомогою черв'ячного редуктора.

Вивантажувальний шнек призначений для транспортування готових комбікормів на склад продукції. За конструктивним виконанням, принципом дії та способом регулювання він подібний до завантажувального шнека, однак відрізняється більшою довжиною секцій і наявністю двох вивантажувальних горловин, розташованих у центральній частині кожуха. До першої з них приєднується шнек для подачі сировини у блок БВД, до другої — шнек, що транспортує комбікорм до системи внесення рідких добавок.

Розмелювально-змішувальний блок призначений для нагромадження вихідних компонентів комбікорму, дозування, подрібнення зернових компонентів, змішування їх та видачі готової продукції.

					ДП.208 046.467-н.109.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Складається з шести бункерів, розподільного шнека, шиберних засувок, пневмоконвейєра, вагового дозатора, дробарки, шнека дробарки, змішувача, проміжного бункера, розподільника, нагромаджувального бункера, рами, шиберної засувки, електрообладнання і системи пневмокерування.

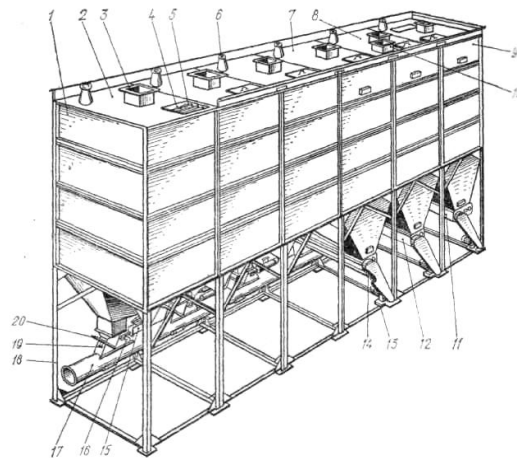


Рис. 1.4 Блок бункерів: 1 – зерновий бункер; 2 і 4 – кришки; 3 – завантажувальна горловина; 5 – запобіжна решітка; 6 – аспіраційний патрубок; 7 – бункер для м'яких компонентів; 8 – бункер для збагачувальних добавок; 9 – бункер для трав'яного борошна; 10 – горловина; 11 і 12 – живильники; 13 – мотор-редуктор; 14 – ланцюгова передача; 15 – пневмоциліндр; 16 – шиберна засувка; 17 – забірник; 18 – рама; 19 – болт; 20 – засувка.

Натяг ланцюга здійснюється шляхом переміщення мотор-редуктора. Допустиме провисання холостої гілки ланцюга не повинно перевищувати 10 мм.

Бункер для збагачувальних домішок за конструктивним виконанням подібний до ємності для м'яких компонентів, але має додатковий завантажувальний отвір у кришці для внесення білково-вітамінної добавки (БВД).

Контейнер для трав'яного борошна також конструктивно схожий із бункером м'яких компонентів, проте має специфічну будову подаючого механізму й додатковий завантажувальний отвір у кришці. Подавальний пристрій включає корпус і три шнеки: центральний — ведучий, із лівосторонньою навивкою, а два крайні — з правосторонньою.

Шнек-розподільювач виконує функцію транспортування сировини від магнітної системи до відповідних бункерів агрегату. Його конструкція

					ДП.208 046.467-н.109.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

складається з кожуха і обертового шнека, встановленого на чотирьох підшипникових вузлах, з яких два розміщені безпосередньо всередині корпусу.

Корпус шнека — секційний, утворений із трьох частин. Перша секція містить одну завантажувальну і дві вивантажувальні горловини. Дві інші секції обладнані парою вивантажувальних отворів і мають оглядові люки, що закриваються герметичними кришками.

Для контролю заповнення бункер оснащується парою рівнемірів.

Розподільний пристрій забезпечує направлення матеріалу в окремі відсіки проміжного бункера. Його конструкція передбачає корпус і поворотний клапан, який рухається навколо осі за допомогою пневматичного циліндра (див. рис. 1.5). Для фіксації положення клапана система обладнана двома кінцевими вимикачами.

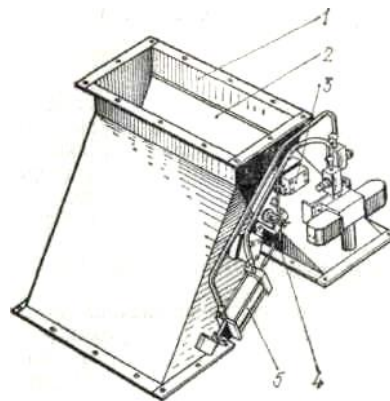


Рис. 1.5 Розподільник:

1 – корпус; 2 – клапан; 3 – кінцевий вимикач; 4 – вісь; 5 – пневмоциліндр.

Положення кінцевих вимикачів регулюється переміщенням їх у напрямних пазах спеціального кронштейна.

Бункер, призначений для накопичення готового комбікорму, має нижню частину у вигляді зварного конуса, а верхню — зібрану з окремих щитів. Верх закритий кришкою, в якій передбачено дві горловини: одна служить для приєднання шнека змішувача, інша використовується при монтажі обладнання в складі комплексу ОЦК-8. Для відстеження рівня продукту передбачені відповідні датчики.

Електрообладнання забезпечує централізоване дистанційне управління всіма механізмами комбікормового цеху, здійснює автоматичне вимикання при

					ДП.208 046.467-н.109.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

аваріях або відхиленнях від технологічного процесу, запобігає перевантаженням електродвигунів і забезпечує індикацію стану електромережі.

У його склад входить:

- силове устаткування (електродвигуни);
- апаратура керування і захисту;
- елементи сигналізації та моніторингу.

Системи захисту розміщуються у відповідних шафах — силовій, релейній та додатковій, що монтуються в електрощитовому приміщенні. Пристрої керування, сигналізації та контролю виведені на головний пульт у центральній диспетчерській кімнаті.

1.1.2 Технологічна лінія ОЦК-4

Технологічна лінія ОЦК-4 є універсальним рішенням для середніх сільськогосподарських підприємств. Вона включає:

- **Приймально-відпускні пристрої:** шнекові транспортери для переміщення сировини з силосів до дробарки.
- **Дробарка:** молоткова, потужністю 75 кВт, забезпечує подрібнення до фракції 1–3 мм.
- **Змішувач:** вертикальний, розроблений у рамках роботи, з об'ємом 2 м³, що дозволяє обробляти 4 т/год.
- **Ваги:** електронні, з точністю до 0,1 кг, для дозування компонентів.
- **Гранулятор (опціонально):** для виробництва гранульованих комбікормів діаметром 4–8 мм.
- **Система аспірації:** для видалення пилу та забезпечення санітарних умов у цеху.
- **Контрольна панель:** автоматизована система управління з сенсорним екраном для налаштування рецептів та моніторингу.

Лінія ОЦК-4 характеризується енергоефективністю (споживання електроенергії ~100 кВт/год) та компактністю, що робить її придатною для умов

					ДП.208 046.467-н.109.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Полісся, де земельні ділянки можуть бути обмеженими. Автоматизація дозволяє скоротити штат операторів до 2–3 осіб на зміну.

1.2 Будівельна та санітарно-технічна частина

1.2.1 Компонування виробничого цеху

Будівельна та санітарно-технічна частини проектування цеху спрямовані на створення безпечних і комфортних умов для роботи персоналу, а також на відповідність санітарно-гігієнічним нормам. Цех має бути спроектований з урахуванням технологічних зв'язків, енергоефективності та кліматичних особливостей Полісся.

Компонування цеху базується на функціональній схемі виробництва, яка забезпечує оптимальне розташування обладнання та мінімальні транспортні потоки. Площа цеху розрахована на основі нормативів: на одного працівника припадає не менше 4,5 м² виробничої площі. Загальна площа цеху становить 500 м², включаючи:

- **Виробнича зона (350 м²):** розміщення лінії ОЦК-4, силосів, змішувача та гранулятора.
- **Складська зона (100 м²):** для зберігання сировини (у силосах) та готової продукції (у мішках).
- **Адміністративно-побутова зона (50 м²):** роздягальні, душові, кабінет майстра.

Цех розташований у одноповерховій будівлі з металевим каркасом і сендвіч-панелями для утеплення, що забезпечує захист від вологи та низьких температур у зимовий період. Підлога виконана з вологостійкого бетону з покриттям, стійким до хімічних речовин. Вентиляційна система включає припливно-витяжні установки для видалення пилу та підтримки мікроклімату.

1.2.2 Розрахунок електропостачання

Електропостачання цеху розраховане на основі сумарної потужності обладнання. Основні споживачі:

					ДП.208 046.467-н.109.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Дробарка: 75 кВт.
- Змішувач: 15 кВт.
- Гранулятор: 30 кВт.
- Шнекові транспортери: 10 кВт.
- Вентиляція та аспірація: 10 кВт.
- Освітлення та допоміжне обладнання: 10 кВт.

Сумарна потужність: 150 кВт. З урахуванням коефіцієнта попиту (0,8) розрахункова потужність становить 120 кВт. Електропостачання забезпечується від місцевої підстанції через кабельну лінію 0,4 кВ. Для резервного живлення передбачено дизель-генератор потужністю 150 кВт. Система заземлення відповідає нормам ПУЕ (Правила улаштування електроустановок).

Номінальна потужність лінії визначається, як сума потужностей всіх машин на лінії за формулою:

$$P = \sum P_n \cdot n, \quad (1.1)$$

де P – номінальна потужність лінії, кВт;

P_n – номінальна потужність електродвигуна окремої машини по каталогу, кВт, [табл. 2.3];

n – число машин [табл. 2.3].

$$P = 220 \text{ (кВт)}.$$

$$P_{об} = P \cdot k_n, \quad (1.2)$$

де $P_{об}$ – потужність лінії, кВт;

k_n – коефіцієнт попиту технологічного обладнання;

$$k_n = 0,7.$$

$$P_{об} = 0,7 \cdot 220 = 154 \text{ (кВт)}.$$

1.2.3 Розрахунок витрат на електроосвітлення

Освітлення цеху організовано за допомогою світлодіодних світильників (потужність 50 Вт, світловий потік 5000 лм). Норма освітленості для виробничих приміщень – 200 лк. Для площі 350 м² потрібно 70 світильників (350 м² × 200 лк / 5000 лм). Сумарна потужність освітлення: 70 × 50 Вт = 3,5 кВт.

					ДП.208 046.467-н.109.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При 8-годинному робочому дні витрати електроенергії на освітлення становлять: $3,5 \text{ кВт} \times 8 \text{ год} \times 250 \text{ робочих днів} = 7000 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}$.

При вартості електроенергії 2,5 грн/кВт·год річні витрати складуть: $7000 \times 2,5 = 17\,500 \text{ грн}$.

Внутрішнє освітлення визначається за формулою:

$$P_{\text{вн.ос}} = P_{\text{нм}} \cdot S_{\text{ц}}, \quad (1.3)$$

де $P_{\text{вн.ос}}$ – потужність зовнішнього освітлення, кВт;

$P_{\text{нм}}$ – питома витрата потужності, кВт/м² [6. табл. 3.35];

$P_{\text{нм}} = 0,0035 \text{ кВт/м}^2$;

$S_{\text{ц}}$ – площа цеху, м²;

$S_{\text{ц}} = 600 \text{ м}^2$.

$$P_{\text{вн.ос}} = 0,0035 \cdot 600 = 2,1 \text{ (кВт)}.$$

Загальне освітлення – освітлення по периметру. Зовнішнє освітлення визначається за формулою:

$$P_{\text{зн.ос}} = P_{\text{т}} + P_{\text{м}}, \quad (1.4)$$

де $P_{\text{зн.ос}}$ – потужність зовнішнього освітлення, кВт;

$P_{\text{т}}$ – потужність для освітлення території, кВт;

$P_{\text{м}}$ – потужність для освітлення господарських майданчиків і проїздів, кВт.

Встановлену потужність для освітлення території визначають за формулою:

$$P_{\text{т}} = \frac{L}{l} \cdot P_{\text{е}}, \quad (1.5)$$

де L – довжина (периметр), м; $L = 1236 \text{ м}$;

l – відстань між лампами, м; $l = 35 \text{ м}$;

$P_{\text{е}}$ – потужність однієї лампи, кВт; $P_{\text{е}} = 0,04 \text{ кВт}$.

$$P_{\text{т}} = \frac{1236}{35} \cdot 0,04 = 1,58 \text{ (кВт)}.$$

Потужність ламп для освітлення майданчиків і проїздів визначається множенням площі майданчика на питому норму витрати потужності:

$$P_{\text{м}} = P_{\text{нм}} \cdot (S_{\text{м}} + S_{\text{пр}}),$$

					ДП.208 046.467-Н.109.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де S_m – площа майданчика, m^2 ; $S_m = 900 m^2$;

S_{np} – площа проїздів, m^2 ; $S_{np} = 96351 m^2$;

P_{nut} – питома норма витрат, kBt/m^2 [5. табл. 30.];

$P_{nut} = 0,0018 kBt$.

$$P_m = 0,0018 \cdot (900 + 96351) = 175,05 (kBt).$$

$$P_{зн.ос} = 1,58 + 175 = 176,63 (kBt).$$

Розрахунок потужності освітлення проводиться з урахуванням коефіцієнта використання ламп і визначається за формулою:

$$P_{ос.вн} = K_{в.л} \cdot P_{зн.ос} \quad (1.6)$$

$$P_{ос.зн} = K_{в.л} \cdot P_{зн.ос} \quad (1.7)$$

де, $K_{в.л}$ – коефіцієнт використання ламп;

$K_{в.л} = 0,82$ – для внутрішнього освітлення;

$K_{в.л} = 0,97$ – для зовнішнього освітлення.

$$P_{ос.вн} = 0,82 \cdot 2,1 = 1,7 (kBt).$$

$$P_{ос.зн} = 0,97 \cdot 176,63 = 171,3 (kBt).$$

Для визначення річної потреби електроенергії на силові та освітлювальні потреби визначається з урахування зупинок в роботі обладнання на ремонт та святкові дні:

$$P_{річ} = (P_{об} + P_{ос.вн}) \cdot n_d \cdot k_{p.ч} \cdot n_e + P_{ос.зн} \cdot 365 \cdot n_{г.зн.о}, \quad (1.8)$$

де $P_{річ}$ – річна витрата електроенергії, kBt ;

n_d – кількість робочих днів у році; $n_d = 238$ днів;

$k_{p.ч}$ – коефіцієнт використання робочого часу; $k_{p.ч} = 0,88$;

n_e – кількість робочих годин у добі, $n_e = 24$ год.;

$n_{г.зн.о}$ – тривалість зовнішнього освітлення, год; $n_{г.зн.о} = 8$ год.

$$P_{річ} = (171,3 + 1,7) \cdot 238 \cdot 0,88 \cdot 24 + 154 \cdot 365 \cdot 8 = 1319274 (kBt).$$

1.2.4 Розрахунок витрат на водопостачання

Водопостачання цеху необхідне для санітарно-побутових потреб (душові, умивальники) та волого-теплової обробки сировини. Норма споживання води на одного працівника – 25 л/день. При штаті 10 осіб добова потреба становить 250 л.

					ДП.208 046.467-Н.109.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для технологічних потреб (гранулювання) необхідно 1000 л/день. Загальна потреба: 1250 л/день.

Річна потреба в воді: $1250 \text{ л} \times 250 \text{ днів} = 312\,500 \text{ л}$ ($312,5 \text{ м}^3$). При вартості води 20 грн/м³ річні витрати складуть: $312,5 \times 20 = 6250 \text{ грн}$.

Система водопостачання включає резервуар чистої води об'ємом 5 м³ для забезпечення безперебійного постачання в разі аварій. Каналізація підключена до місцевої мережі, з урахуванням станції нейтралізації для очищення стічних вод.

На щоденне миття машин приймаємо 50 л на одну машину, миття підлоги – 4 л/м², побутові витрати – 60 л/люд. Тому загальна витрата води олієекстракційним заводом буде становити:

$$W = 4 \cdot S + 60 \cdot R + N, \quad (1.9)$$

де W – витрата води олієекстракційним заводом, л/зміну;

S – площа приміщень, м²; $S = 600 \text{ м}^2$;

R – кількість робітників, люд.; $R = 4$;

N – необхідна кількість води для протипожежних витрат, л; $N = 160 \text{ л}$.

$$W = 4 \cdot 600 + 60 \cdot 4 + 160 = 2800 \text{ (л)}.$$

Проектування цеху для виробництва комбікормів у зоні Полісся передбачає комплексний підхід до вибору обладнання, компонування приміщень та забезпечення санітарно-технічних умов. Технологічна лінія ОЦК-4 з розробленим змішувачем дозволяє ефективно переробляти сировину, мінімізуючи ручну працю завдяки автоматизації. Будівельна частина забезпечує енергоефективність і відповідність нормам, а розрахунки електро- та водопостачання підтверджують економічну доцільність проєкту. Впровадження цеху сприятиме підвищенню конкурентоспроможності сільськогосподарського підприємства.

					ДП.208 046.467-н.109.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА ЗМІШУВАЧА

2.1 Технологічний процес змішування.

Технологічний процес змішування є ключовим етапом у виробництві комбікормів, оскільки від його якості залежить однорідність кінцевого продукту, що впливає на поживну цінність і засвоюваність корму тваринами. Змішування передбачає рівномірне розподілення компонентів різного складу, розміру частинок і фізичних властивостей у заданій пропорції. Умови зони Полісся, де переважають вологі ґрунти та специфічні сільськогосподарські культури, вимагають адаптації технологічного процесу до місцевих сировинних ресурсів, таких як зернові, бобові та білкові добавки. Процес змішування включає кілька етапів: підготовку компонентів (подрібнення, дозування), власне змішування та вивантаження готової суміші.

Для забезпечення ефективності застосовуються змішувачі періодичної або безперервної дії, які підбираються залежно від обсягів виробництва та типу комбікорму. У сільськогосподарському підприємстві перевага надається змішувачам періодичної дії, оскільки вони забезпечують високу якість змішування для малих і середніх партій, що відповідає потребам регіону. Основними параметрами процесу є тривалість змішування, швидкість обертання робочих органів і ступінь заповнення змішувальної камери. Оптимізація цих параметрів дозволяє досягти однорідності суміші на рівні 95–98%, що відповідає стандартам якості комбікормів.

					ДП.208 046.467-н.109.ПЗ					
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Мельничук			РОЗРОБКА ЗМІШУВАЧА			Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник.		Кіриєнко								
Консультант								ЖАТФК Аі-46		
Н. Контр.		Бучко								
Зав. кафедри		Руденко								

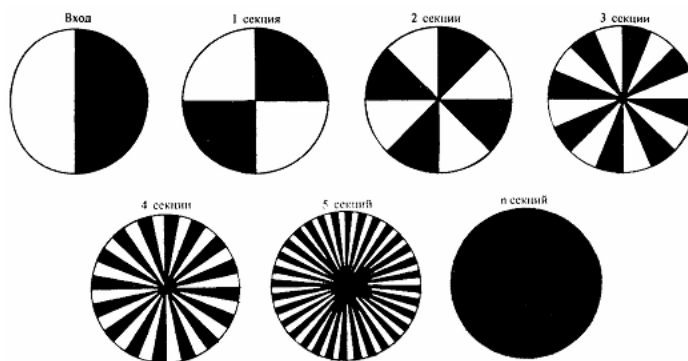


Рис. 2.1. Ступінь змішування двох ламінарних потоків в залежності від числа секцій змішувача

На рис. 2.1 показана ступінь змішування двох ламінарних потоків речовин, які змішуються, в залежності від числа секцій змішувача. В умовах турбулентного плину абсолютно однорідна суміш може бути отримана за допомогою невеликого числа секцій змішувача.

2.2 Методика оцінки якості змішування.

Оцінка якості змішування є важливою для забезпечення стабільності характеристик комбікорму. Основним критерієм якості є коефіцієнт однорідності суміші, який визначається як відношення фактичного вмісту ключового компонента в пробі до його теоретичного вмісту.

Для оцінки застосовуються лабораторні та статистичні методи. Лабораторний метод передбачає відбір проб із різних зон змішувальної камери та аналіз їх складу за допомогою хімічних або фізичних методів, таких як спектроскопія чи гравіметрія.

Статистичний метод включає розрахунок коефіцієнта варіації (CV), який не повинен перевищувати 5–10% для якісної суміші. У роботі використовується методика, що поєднує відбір проб і статистичний аналіз.

Проби відбираються після завершення циклу змішування з п'яти точок камери, а вміст маркерного компонента (наприклад, білкової добавки) визначається лабораторно. Отримані дані обробляються для розрахунку середнього значення та стандартного відхилення. Для умов Полісся, де сировина може мати підвищену вологість, методика враховує вплив фізичних

					ДП.208 046.467-н.109.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

властивостей компонентів на змішування, зокрема їхньої щільності та гранулометричного складу.

Результати оцінки дозволяють коригувати параметри змішувача, такі як швидкість обертання або тривалість циклу, для досягнення оптимальної якості.

Для оцінки якості процесу змішування рекомендується дотримуватись наступних показників. Якщо ступінь неоднорідності $v_c < 3\%$, то якість суміші відмінна, якщо $3\% < v_c < 7\%$ - добра, $7\% < v_c < 15\%$ - задовільна, $v_c > 15\%$ - погана.

2.3 Опис конструкції розроблюваного змішувача

Розроблений змішувач призначений для виробництва комбікормів на проєктному сільськогосподарському підприємстві зони Полісся. Конструкція змішувача періодичної дії включає циліндричну змішувальну камеру, виготовлену з нержавіючої сталі для забезпечення корозійної стійкості в умовах підвищеної вологості. Усередині камери розташований горизонтальний вал із закріпленими на ньому лопатями, які забезпечують інтенсивне перемішування компонентів. Лопаті мають змінний кут нахилу, що дозволяє регулювати інтенсивність змішування залежно від типу сировини.

Для завантаження компонентів передбачено верхній люк із дозувальним пристроєм, який забезпечує точне введення інгредієнтів. Вивантаження готової суміші здійснюється через нижній шиберний затвор, що дозволяє швидко очищати камеру.

Змішувач оснащений електродвигуном із редуктором, який забезпечує стабільну швидкість обертання валу в діапазоні 30–60 об/хв. Для автоматизації процесу передбачено встановлення датчиків рівня заповнення та таймера, які контролюють тривалість змішування.

Конструкція враховує енергоефективність і простоту обслуговування, що є важливим для малих підприємств Полісся. Загальна місткість змішувальної камери становить 1 м³, що відповідає потребам середнього виробництва комбікормів.

					ДП.208 046.467-н.109.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для змішування багатокомпонентних сипких сільськогосподарських матеріалів, до яких не ставлять високих вимог за якістю суміші, запропоновано гвинтовий змішувач зображений на рис. 2.2.

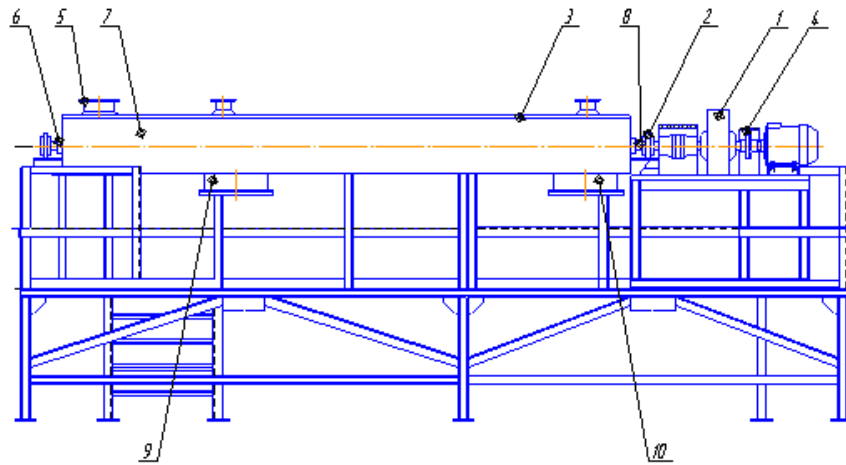


Рис.2.2. Схема гвинтового змішувача

Гвинтовий змішувач представляє собою технологічне обладнання, що складається з нерухомого корпусу у вигляді жолоба із напівциліндричним дном, усередині якого розміщується обертовий вал зі спіральним шнеком. Обертання вала забезпечується через приводний механізм, що включає електродвигун, редуктор і систему муфт — з'єднувальні 4 та компенсаційні. Редуктор передає оберти через зрівняльну муфту, а вал двигуна з'єднано з редуктором за допомогою пружної муфти.

Обертовий вал 8 підтримується кінцевими підшипниковими опорами 2 і 6, які кріпляться до поперечних елементів жолоба. Один з підшипників виконує функцію упорного, сприймаючи осьові навантаження, що виникають під час роботи.

Жолоб обладнано захисною кришкою 3, у якій передбачено завантажувальний люк 5 для подачі сипких матеріалів. У деяких варіантах конструкції передбачено також пісковий затвор для додаткового контролю процесу. Переміщення матеріалу здійснюється гвинтом вздовж жолоба до одного з виходів — проміжної або кінцевої розвантажувальної воронки (9 або 10), які закриваються шиберними затворами для регулювання потоку.

					ДП.208 046.467-н.109.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Жолоб виготовляється з окремих модульних секцій довжиною по 2 або 4 метри, із листової сталі завтовшки від 3 до 6 мм. Гвинт також збірний і складається з секцій довжиною 1,5–3 метри. Монтаж секцій виконується таким чином, щоб стики між ними не збігалися з місцями з'єднання шнека — це підвищує надійність і зменшує зношування. Для реверсивної роботи змішувача вал може мати упорні підшипники з обох боків. Діаметр гвинта — 500 мм.

Напрямок руху матеріалу всередині змішувача залежить від напрямку обертання вала та геометрії наливки шнека. Завантаження відбувається через верхній люк, а розвантаження — у будь-якій точці по довжині пристрою, завдяки системі шиберних затворів.

Переваги гвинтового змішувача:

- простота конструкції, що забезпечує легке технічне обслуговування;
- надійність та довговічність у роботі;
- герметичність — всі процеси відбуваються в закритому просторі жолоба, що зменшує втрати матеріалу;
- компактні габарити;
- можливість регулювання місця розвантаження по всій довжині транспортуючої частини.

Недоліки:

- високе енергоспоживання через інтенсивне тертя матеріалу об внутрішні поверхні жолоба і шнек;
- відносно невисока продуктивність у порівнянні з іншими типами змішувального обладнання.

2.4 Розрахунок основних елементів змішувача

2.4.1 Розрахунок основних параметрів

Вибір основних параметрів. Беремо щільність вантажу $\gamma_s = 6 \text{ кН/м}^3$, Враховуючи, що вантаж не важкий беремо коефіцієнта наповнення жолоба $\psi = 0.4$ [Т. Д.А], крок гвинта $S = 0.8 \cdot D$. Вибираємо зовнішній діаметр

					ДП.208 046.467-н.109.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$D=0.5$ м, тоді $S = 0.8 \cdot 0.5 = 0.4$ м величини D і S відповідають ГОСТ 2037 - 85.

Визначаємо найбільше число обертів гвинта за хвилину n_{max} , знаючи $A=65$ [Т. Д.А]:

$$n_{max} = \frac{A}{\sqrt{D}} \quad (2.1)$$

$$n_{max} = \frac{65}{\sqrt{0.5}} = 92 \quad (\text{хв}^{-1})$$

Приймаємо $n_{max}=90$ хв⁻¹ допустиме за ГОСТ 2037 - 85.

Продуктивність конвеєра визначаємо за формулою, взявши $C=0.8$

$$Q_g = 47 \cdot D^2 \cdot S \cdot n_r \cdot \psi \cdot \gamma_g \cdot C \quad (2.2)$$

$$Q_g = 47 \cdot 0.5^2 \cdot 0.4 \cdot 90 \cdot 0.4 \cdot 6 \cdot 0.8 = 812 \quad (\text{кН/год})$$

що відповідає заданій продуктивності $Q_g = 800$

Швидкість переміщення вантажу визначаємо за формулою:

$$g = \frac{S \cdot n_r}{60} \quad (2.3)$$

$$g = \frac{0.4 \cdot 90}{60} = 0.6 \quad (\text{м/сек.})$$

Погонне навантаження від вантажу визначимо за формулою

$$q_g = \frac{Q_g}{3.6 \cdot g} \quad (2.4)$$

$$q_g = \frac{800}{3.6 \cdot 0.6} = 370 \quad (\text{Н/м})$$

Визначення потужності двигуна. Потужність на валу гвинта визначимо за формулою

$$N_o = \frac{\varpi \cdot g}{1020} \quad (2.5)$$

$$N_o = \frac{1.2 \cdot 0.6}{1020} = 7 \quad (\text{кВт})$$

де $\varpi=1.2$ [Т.Д.А]

Вибираємо схему приводного механізму конвеєра, який складається з електродвигуна, редуктора.

Коефіцієнт корисної дії редуктора становить $\eta_p=0.96$. Враховуючи к.к.д, муфт, які з'єднують редуктор з двигуном, $\eta_m=0.99$ 4 к.к.д. пари конічних зубчастих коліс $\eta_z=0.98$, матимемо загальний к.к.д. привода

					ДП.208 046.467-Н.109.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\eta = \eta_p \cdot \eta_m \cdot \eta_z \quad (2.6)$$

$$\eta = 0,96 \cdot 0,99 \cdot 0,98 = 0,93$$

Установочну потужність двигуна привода конвеєра визначимо за формулою:

$$N = \frac{N_o}{\eta} \quad (2.7)$$

$$N \frac{7}{0,93} = 7,5 \quad (\text{кВт})$$

Приймаємо за електродвигун типу АО2-5206 потужністю $N = 7,5 \text{ кВт}$, $n = 965 \text{ хв}^{-1}$

Передаточне число

$$U_n = \frac{n}{n_e} \quad (2.8)$$

$$U_n = \frac{965}{70} = 13,78$$

Вибираємо редуктор ЦДН-40 циліндричний сумарною міжцентровою відстанню $A = 400 \text{ мм}$. Передаточне число зубчастої передачі $U = 36$.

Крутий момент, який електродвигун передає на вал гвинта, визначимо за формулою:

$$M_o = 9750 \cdot \frac{N_o}{n_o} \quad (2.9)$$

$$M_o = 9750 \cdot \frac{7}{70} = 975 \quad (\text{Нм})$$

Поздовжню силу, що діє на гвинт, визначимо за формулою:

$$P = \frac{M_o}{r} \quad (2.10)$$

Визначаємо показник r за формулою:

$$r = 0,8 \cdot \frac{D}{2} \quad (2.11)$$

$$r = 0,8 \cdot \frac{0,5}{2} = 0,2 \quad (\text{м})$$

Тоді поздовжня сила буде рівна:

$$P = \frac{975}{0,2} = 4875 \quad (\text{Н})$$

2.4.2 Розрахунок шпонкових з'єднань

Для вихідного кінця вала з $d = 70 \text{ мм}$ підбираємо за таблицею шпонку 20×12 . Довжину шпонки беремо із стандартного ряду довжин так, щоб вона

					ДП.208 046.467-Н.109.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

була менша від довжини посадочного місця на 3...10 мм. Приймаємо довжину шпонки $l = 70 \text{ мм}$.

Допустимі напруження зминання $[\sigma_{зм}] = 80...150 \text{ МПа}$. Причому менші значення беруть для чавунних маточин.

$$\sigma_{зм} = \frac{2T}{d \cdot t_1 \cdot l} \leq [\sigma_{зм}], \quad (2.12)$$

де $d = 70 \text{ мм}$, $t_1 = 3,5 \text{ мм}$. Тоді:

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot 665,1}{0,07 \cdot 0,0035 \cdot 0,07} = 77 \text{ МПа} < [\sigma_{зм}] = 150 \text{ МПа}.$$

Отже, приймаємо шпонку $20 \times 21 \times 70 \text{ ГОСТ 23360-78}$.

2.4.3 Вибір підшипників

$$R_{A\Sigma} = \sqrt{R_{ZA}^2 + R_{YA}^2} = \sqrt{0^2 + 6132^2} = 6132 \text{ Н}; \quad (2.13)$$

$$R_{B\Sigma} = \sqrt{R_{ZB}^2 + R_{YB}^2} = \sqrt{0^2 + 6132^2} = 6132 \text{ Н}; \quad (2.14)$$

$$R_e = V \cdot R_{A\Sigma} \cdot K_\beta \cdot K_T = 1 \cdot 6132 \cdot 1,2 \cdot 1 = 7358 \text{ Н}. \quad (2.15)$$

Визначаємо вантажопід'ємність підшипника:

$$C_r = R_e \cdot \sqrt[3]{\frac{60 \cdot n \cdot [L]}{\alpha \cdot 10^6}} = 7358 \cdot \sqrt[3]{\frac{60 \cdot 26 \cdot 5600}{0,75 \cdot 10^6}} = 16188 \text{ Н}. \quad (2.16)$$

За ДСТУ 5720-95 вибираємо підшипник кульковий радіальний двохрядний легкої серії 1214 з $C_r = 27 \text{ кН}$.

Розроблений змішувач забезпечує ефективне виробництво комбікормів у умовах Полісся, враховуючи специфіку сировини та вимоги до енергоефективності й надійності.

					ДП.208 046.467-Н.109.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3

ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Аналіз умов охорони праці по окремих машинах в цеху з виготовлення комбікорму

Виробництво комбікормів на сільськогосподарському підприємстві зони Полісся передбачає використання технологічного обладнання, яке включає дробарки, змішувачі, гранулятори, дозатори та транспортери. Кожна з цих машин створює специфічні ризики для умов праці, що потребує детального аналізу з точки зору охорони праці. Основними небезпеками є шум, вібрація, пиловиділення, ризик травмування та електробезпека.

Дробарки. Молоткові дробарки, такі як SFSP, використовуються для подрібнення зернових і олійних культур. Вони генерують високий рівень шуму (до 90–100 дБ), що перевищує допустимі норми (85 дБ за ДСН 3.3.6.037-99). Тривалий вплив такого шуму може спричинити професійні захворювання слуху. Крім того, дробарки створюють значну кількість пилу, особливо при обробці сухої сировини, що становить ризик для дихальних шляхів працівників. Пил також може бути вибухонебезпечним, якщо концентрація досягає критичних значень (10–50 г/м³). Для зменшення ризиків необхідно забезпечити герметизацію робочих зон, встановлення пиловловлювачів і використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), таких як навушники та респіратори.

Змішувачі. Розроблений у рамках роботи змішувач (наприклад, двохвальний лопатевий міксер) призначений для гомогенізації компонентів комбікорму. Основні ризики пов'язані з рухомими частинами (лопатами, валами), які можуть спричинити травми при необережному поводженні. Рівень шуму змішувачів зазвичай становить 80–90 дБ, що також вимагає застосування ЗІЗ. Пиловиділення під час завантаження сировини є додатковим фактором ризику.

					ДП.208 046.467-н.109.ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ОХОРОНА ПРАЦІ	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Мельничук						
Керівник.		Кіриєнко						
Консультант		Герасимчук				ЖАТФК Аі-46		
Н. Контр.		Бучко						
Зав. кафедри		Руденко						

Для забезпечення безпеки необхідно встановити захисні кожухи, аварійні вимикачі та проводити регулярне навчання персоналу з техніки безпеки.

Гранулятори. Гранулятори, такі як ті, що використовують технологію стискання під тиском і теплом, створюють вібрацію та нагрівання робочих поверхонь (до 60–80°C). Вібрація може викликати професійні захворювання опорно-рухового апарату, а гарячі поверхні становлять ризик опіків. Крім того, процес гранулювання супроводжується виділенням пари та пилу, що погіршує мікроклімат у цеху. Рекомендується використовувати віброізоляційні підставки, термозахисні екрани та забезпечити ефективну вентиляцію.

Транспортери та дозатори. Конвеєри (наприклад, шнекові ШЗС-40) і дозатори (платформені ваги) мають ризик защемлення кінцівок у рухомих частинах. Електричні компоненти цих машин потребують належного заземлення для запобігання ураження струмом. Регулярне технічне обслуговування та встановлення захисних огорож є обов'язковими заходами.

Загалом, аналіз умов праці показує, що основними проблемами є шум, пил, вібрація та ризик механічних травм. Для їх мінімізації необхідно впроваджувати інженерні рішення, такі як шумоізоляція, пиловловлення, захисні кожухи, а також забезпечувати працівників ЗІЗ і проводити регулярні інструктажі.

3.2 Розрахунок вентиляційної системи

Ефективна вентиляційна система є критично важливою для забезпечення належних умов праці в цеху з виготовлення комбікорму, особливо з урахуванням високого рівня пиловиділення та волого-теплогового режиму в зоні Полісся. Розрахунок вентиляції базується на нормах ДБН В.2.5-67:2013 та враховує об'єм цеху, кількість працівників, технологічні процеси та концентрацію шкідливих речовин.

Повітрообмін для приміщення пресового цеху (м³/год) при відсутності виділень шкідливих речовин розраховуємо за формулою:

$$W = n \cdot q \quad (4.1)$$

де n – кількість працівників цеху; $n = 4$;

					ДП.208 046.467-н.109.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

q – витрата повітря на одного працюючого, м³/год; $q = 30$ м³/год.

$$W = 4 \cdot 30 = 120$$

Розрахунок продуктивності вентилятора м /год проводимо за формулою:

$$W_d = K_3 \cdot W \quad (4.2)$$

де K_3 - коефіцієнт запасу, $K_3 = 1,3...2$.

$$W_d = 1.7 \cdot 120 = 204$$

Втрати напору (Па) на прямих ділянках труб визначаємо за формулою:

$$H_{nn} = \frac{\varphi_T \cdot l_T \cdot \rho_{\text{п}} \cdot v_{\text{cp}}^2}{2 \cdot d_T} \quad (4.3)$$

де l_T – прями ділянки труби, м; $l_T = 8$ м;

d_T – діаметр труби, м; $d_T = 0,3$ м;

$\rho_{\text{п}}$ – густина повітря, кг/м ; $\rho_{\text{п}} = 1,2$ кг/м ;

v_{cp} – середня швидкість повітря на розрахунковій ділянці, м/с; $v_{\text{cp}} = 10$ м/с;

φ_T – коефіцієнт, який враховує опір труб, $\varphi_T = 0,02$.

$$H_{nn} = \frac{0.02 \cdot 8 \cdot 1.2 \cdot 10^2}{2 \cdot 0.3} = 32$$

Місцеві втрати напору в переходах, місцях згину розрахуємо за формулою:

$$H_M = 0,5 \cdot \varphi_M \cdot v_{\text{cp}}^2 \cdot \rho_n \quad (4.4)$$

де φ_M – коефіцієнт місцевих втрат; $\varphi_M = 0,86$;

$$H_M = 0,5 \cdot 86 \cdot 10^2 \cdot 1.2 = 51.6$$

Сумарні витрати на ділянці (Па) визначаємо за формулою:

$$H = H_{nn} + H_M, \quad (4.5)$$

$$H = 32 + 51,6 = 83.6$$

Визначивши величину втрат напору вибираємо вентилятор Ц4-70, №6.

Потужність електродвигуна (кВт) розраховуємо за формулою:

$$N_e = \frac{H \cdot W \cdot K}{3600 \cdot 102 \cdot \eta_d \cdot \eta_n} \quad (4.6)$$

					ДП.208 046.467-Н.109.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де η_v – ККД вентилятора; $\eta_v = 0,6$;

η_n – передачі; $\eta_n = 0,9$;

K – коефіцієнт запасу; $K = 1,3$

$$N_e = \frac{8360 \cdot 120 \cdot 1.3}{3600 \cdot 102 \cdot 0.6 \cdot 0.9} = 6.6$$

Вибираємо електродвигун типу А02-52-6, потужність якого $N_d = 7,5\text{кВт}$, частота обертання $n = 980$ об/хв.

3.3 Рекомендації по покращенню умов праці на підприємстві

Для забезпечення безпечних і комфортних умов праці в цеху з виготовлення комбікорму на підприємстві зони Полісся пропонується комплекс заходів, які охоплюють інженерні, організаційні та індивідуальні аспекти.

1. Інженерні заходи. Впровадження автоматизованих систем управління обладнанням, таких як розроблений змішувач із програмним забезпеченням для моніторингу, дозволить зменшити контакт працівників із небезпечними зонами. Встановлення шумоізоляційних кожухів на дробарки та гранулятори знизить рівень шуму до 80 дБ. Модернізація аспіраційних систем із використанням фільтрів високої ефективності (HEPA) забезпечить зниження концентрації пилу до 2 мг/м³. Впровадження віброізоляційних платформ для грануляторів зменшить вплив вібрації на працівників.

2. Організаційні заходи. Проведення регулярних інструктажів з техніки безпеки та навчання персоналу роботі з новим обладнанням, зокрема змішувачем, є обов'язковим. Впровадження графіку технічного обслуговування обладнання (раз на 3 місяці) дозволить запобігти аварійним ситуаціям. Організація робочих місць за принципами ергономіки, наприклад, використання регульованих стільців і столів, зменшить фізичне навантаження. Забезпечення чіткого маркування небезпечних зон і встановлення аварійних вимикачів підвищить рівень безпеки.

3. Використання ЗІЗ. Працівники повинні бути забезпечені навушниками (з шумозаглушенням ≥ 25 дБ), респіраторами (клас FFP3), захисними окулярами

					ДП.208 046.467-н.109.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

та термостійкими рукавичками для роботи з грануляторами. Регулярна заміна ЗІЗ (раз на 6 місяців) і контроль їх використання є необхідними.

4. Мікроклімат і вентиляція. Впровадження розрахованої припливно-втяжної вентиляційної системи з рекуперацією тепла забезпечить стабільну температуру (18–22°C) і вологість (40–60%) у цеху. Локальні аспіраційні системи біля зон із високим пиловиділенням (дробарки, змішувачі) додатково покращать якість повітря.

5. Екологічні аспекти. У зоні Полісся важливо мінімізувати вплив виробництва на довкілля. Рекомендується утилізувати зібраний пил як компонент комбікорму або добриво, а також використовувати енергоефективне обладнання для зниження викидів CO₂.

Ці заходи дозволять не лише покращити умови праці, але й підвищити продуктивність цеху, зменшити професійні ризики та забезпечити відповідність підприємства нормам охорони праці та екологічним стандартам.

					ДП.208 046.467-н.109.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК

4.1. Техніко-економічне обґрунтування процесу змішування сипких матеріалів

Метою техніко-економічного обґрунтування є оцінка доцільності впровадження процесу змішування сипких матеріалів у виробництві комбікормів на проєктному сільськогосподарському підприємстві в зоні Полісся. Обґрунтування враховує підбір технологічного обладнання та розробку змішувача, адаптованого до місцевих умов, з метою підвищення ефективності виробництва, зниження собівартості продукції та забезпечення високої якості комбікормів.

Сипкі матеріали (зернові, бобові, мінеральні добавки) мають різну щільність, розмір часток і вологість, що впливає на вибір змішувача. Для зони Полісся характерні культури: озиме жито, ячмінь, овес, гречка. Готовий комбікорм повинен мати однорідність не нижче 85–90% для забезпечення поживності та засвоюваності.

Процес змішування передбачає використання вертикального одновального змішувача, який забезпечує швидке та якісне змішування за 3–12 хвилин. Розроблений змішувач враховує вібраційні приводи для інтенсифікації процесу та зниження енергоспоживання. Технологічна схема включає дозування, змішування та вивантаження через шнекові конвеєри.

Економічний ефект від застосування нової конструкції змішувача сипких матеріалів визначається за формулою :

$$E = (C_1 - C_2)A - E_n K, \quad (4.1)$$

де C_1 – фактична технологічна собівартість виготовлення однієї деталі;

					ДП.208 046.467-н.109.ПЗ						
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНІКО- ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК				Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Мельничук									
Керівник.		Кіриєнко									
Консультант		Веремій							ЖАТФК Ai-46		
Н. Контр.		Бучко									
Зав. кафедри		Руденко									

A – річна програма випуску деталей із застосуванням нового технологічного процесу;

C_2 – технологічна собівартість виготовлення однієї деталі методом навивання на оправу;

E_n – нормативний коефіцієнт економічної ефективності технологічного процесу;

K – грошові витрати, пов'язані із впровадженням нової технології.

Прийняття остаточного рішення щодо впровадження тієї чи іншої машини або технологічного рішення базується на аналізі показників економічної доцільності. Одним із ключових критеріїв у цьому контексті виступає річний економічний ефект. Водночас варто зазначити, що загальноприйнята методика його обчислення, яка враховує різницю між наведеними витратами, не завжди відображає реальну картину ефективності. Це пов'язано з тим, що впровадження більш досконалих технологічних процесів, як правило, супроводжується збільшенням поточних витрат, які, втім, компенсуються кращими експлуатаційними властивостями та техніко-економічними показниками.

Аналіз впливу конструктивних та технологічних параметрів на ефективність змішування дав змогу вдосконалити окремі вузли змішувачів. У результаті вдалося досягти стабільної якості змішування, що відповідає заданим вимогам. З огляду на це, для порівняння економічної ефективності нової конструкції змішувача з альтернативними варіантами доцільно скористатися аналогічним підходом до розрахунку, передбаченим формулою (5.1).

$$E = [(P_1 - P_2)A - E_n(K_1 - K_2)], \quad (4.2)$$

де P_1, P_2 – прибуток на одиницю продукції відповідно до і після впровадження нового технологічного процесу виготовлення навивних заготовок (при виготовленні гвинтових спіралей методом навивання);

K_1, K_2 – питомі грошові вкладення на одиницю продукції відповідно до і після впровадження нового технологічного процесу.

					ДП.208 046.467-н.109.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Застосування прибутку як ключового показника при обчисленні річного економічного ефекту має істотну перевагу — він більш повно і комплексно відображає ефективність упровадження нових видів продукції, порівняно з показником собівартості.

Водночас розрахунки за відповідною формулою свідчать, що впровадження запропонованого типу змішувача дає нижчий прямий економічний ефект у порівнянні з іншими підходами.

Однак у цьому випадку економічна доцільність проявляється не лише в грошовому вираженні, а й у підвищенні технологічних і експлуатаційних показників процесу змішування. Це, своєю чергою, формує складову загального народногосподарського ефекту, що виникає внаслідок застосування таких змішувачів.

Таким чином, економічна результативність експлуатації гвинтового стрічко-лопатевого змішувача визначається за формулою:

$$E_p = C_1 \left(Q \frac{1/T_1 + E_n}{1/T_2 + E_n} - 1 \right) + \Delta I + \Delta K_c, \quad (4.3)$$

де C_1 — оптова ціна ГСЛЗ, $C_1=3658,5$ грн;

Q — узагальнений показник технічного рівня нового змішувача, приймаємо $Q=1,06$;

T_1 і T_2 — терміни служби (до капітального ремонту) відповідно базового й нового виробу, років; $T_1=2$ роки; $T_2=3$ роки;

E_n — нормативний коефіцієнт ефективності, $E_n=0,15$;

ΔI — зміна потокових експлуатаційних витрат споживача, грн;

ΔK_c — зміна відрахувань від супутніх капітальних вкладень споживача:

$$\Delta I = \frac{I_1 - I_2}{1/T_2 - E_n}, \quad (4.4)$$

де I_1 і I_2 — річні експлуатаційні витрати споживача при використанні ним відповідно базового й нового виробу.

					ДП.208 046.467-н.109.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1

Витрати на утримання устаткування

Статті витрат:	И _{об1} , грн	И _{об2} , грн
На технічне обслуговування	1200	1000
Поточний ремонт	1400	800
Капітальний ремонт	1200	900
Усього:	3800	2700

Згідно з табличними даними:

$$\Delta I = \frac{3800 - 2700}{0,48} = 2291,66 \quad (4.5)$$

$$\Delta K_c = \frac{E_n (K_{c1} - K_{c2})}{1/T_2 + E_n} \quad (4.6)$$

де K_{c1} і K_{c2} – супровідні капіталовкладення споживача при використанні ним відповідно базового і нового змішувача,
 $K_c = K - Ц(1 + k_{mm})$;

тут K – повні капіталовкладення, грн.;

$Ц$ – оптова вартість виробу, з новим робочим органом $Ц_2=37920$ грн.;

k_{mm} – коефіцієнт транспортно-монтажних витрат, $k_{mm}=0,1$ [12].

Враховуючи, що повні капіталовкладення виробника для базового та нового виробу будуть однакові, отримаємо:

$$K_{c1} - K_{c2} = K - 1,1Ц_1 - K + 1,1Ц_2 = 1,1(Ц_2 - Ц_1) = 1,1 \cdot 1335 = 146,85 \text{ грн.}$$

$$\Delta K_c = \left(\frac{0,15 \cdot 146,85}{0,48} \right) = 45,89 \text{ грн.}$$

Розрахунковий річний економічний ефект від використання підприємством, оснащених гвинтовими робочими органами, буде складати:

$$E_p = 36585 \left(1,06 \frac{0,65}{0,483} - 1 \right) + 2291,66 + 45,89 = 12200,17 \text{ грн.}$$

					ДП.208 046.467-н.109.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Проведене дослідження в рамках кваліфікаційної роботи дозволило комплексно підійти до вирішення проблеми підбору технологічного обладнання для виробництва комбікормів на проектному сільськогосподарському підприємстві в умовах зони Полісся. Аналіз природно-кліматичних особливостей регіону, зокрема ґрунтових і погодних умов, а також економічних і логістичних факторів, став основою для обґрунтованого вибору обладнання. Було встановлено, що для забезпечення високої продуктивності та економічної ефективності необхідно використовувати сучасне обладнання, яке відповідає вимогам енергоефективності, надійності та адаптивності до місцевих умов. Проведений огляд ринку дозволив обрати оптимальний набір техніки, включаючи подрібнювачі, дозатори, змішувачі та гранулятори, які забезпечують стабільну якість комбікормів і мінімізують виробничі витрати.

Особлива увага в роботі приділена розробці змішувача комбікормів, який є ключовим елементом технологічного ланцюга. Запропонована конструкція змішувача враховує специфіку сировини, що використовується в зоні Полісся, зокрема її вологість і фракційний склад. Змішувач оснащений автоматизованою системою керування, яка забезпечує точне дозування компонентів, рівномірне змішування та контроль якості кінцевого продукту. Це дозволяє підвищити однорідність комбікорму, що є критично важливим для забезпечення оптимального харчування тварин і підвищення їхньої продуктивності. Крім того, конструкція змішувача передбачає модульність і легкість в обслуговуванні, що знижує експлуатаційні витрати та час простоїв.

Впровадження розробленого змішувача та підібраного комплексу обладнання сприяє не лише підвищенню ефективності виробництва комбікормів, але й загальній модернізації сільськогосподарського підприємства. Автоматизація процесів змішування та дозування зменшує залежність від ручної праці, що є особливо актуальним в умовах дефіциту кваліфікованих кадрів у сільській

					ДП.208.046.467-н.109.ПЗ					
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Мельничук			ВИСНОВКИ			Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник.		Кіриєнко								
Консультант										
Н. Контр.		Бучко						ЖАТФК Ai-46		
Зав. кафедри		Руденко								

місцевості. Економічний аналіз показав, що використання запропонованого обладнання дозволяє скоротити витрати на енергоресурси на 15–20% і підвищити продуктивність виробництва комбікормів на 25% порівняно з традиційними технологіями.

Результати дослідження мають практичну цінність для сільськогосподарських підприємств зони Полісся, оскільки пропонують комплексне рішення для організації власного виробництва комбікормів. Впровадження розробок сприятиме зниженню собівартості продукції, підвищенню конкурентоспроможності підприємств і забезпеченню стабільного постачання якісних комбікормів для тваринництва. У перспективі отримані результати можуть бути адаптовані для інших регіонів України з подібними природно-кліматичними умовами, а також використані для подальших наукових розробок у сфері

					ДП.208.046.467-н.109.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бойко І. Г. Технологія виробництва комбікормів : навч. посіб. Київ : Вища освіта, 2018. 320 с.
2. Василенко С. Л. Обладнання для виробництва комбікормів : монографія. Харків : ХНТУСГ, 2020. 280 с.
3. Гавриш В. І. Механізація сільськогосподарського виробництва : підручник. Київ : Аграрна освіта, 2019. 412 с.
4. ДСТУ 7698:2015. Крупи вівсяні. Технічні умови. Київ : УкрНДНЦ, 2015. 12 с.
5. ДСТУ 4283.1:2007. Консерви. Соки та сокові продукти. Частина 1. Терміни та визначення. Київ : УкрНДНЦ, 2007. 16 с.
6. Зубко В. М. Технологічне обладнання для переробки сільськогосподарської продукції : навч. посіб. Суми : Університетська книга, 2021. 350 с.
7. Іванов О. П. Автоматизація технологічних процесів у сільському господарстві : монографія. Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2017. 245 с.
8. Ковальчук П. В. Проектування комбікормових заводів : навч. посіб. Вінниця : ВНАУ, 2019. 200 с.
9. Козловський В. О. Енергоефективність сільськогосподарського обладнання : монографія. Київ : НУБіП, 2020. 310 с.
10. Ладика В. І. Біоенергетичний потенціал лісостепової і поліської зон України та перспективи його використання : монографія. Суми : Унів. кн., 2009. 304 с.
11. Левицький А. О. Технологія переробки зернових культур : підручник. Одеса : ОДАУ, 2018. 270 с.
12. Мельник Ю. Ф. Механізація та автоматизація виробництва комбікормів : навч. посіб. Київ : Аграрна наука, 2022. 360 с.
13. Олійник О. М. Сучасні технології виробництва кормів : монографія. Житомир : ЖНАЕУ, 2020. 290 с.

					ДП.208 046.467-н.109.ПЗ							
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Мельничук			СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ				Літ.		Арк.	Аркушів
Керівник.		Кіриєнко										
Консультант									ЖАТФК Аі-46			
Н. Контр.		Бучко										
Зав. кафедри		Руденко										

14. Пономаренко В. С. Технологічні процеси в комбікормовому виробництві : навч. посіб. Харків : ХНТУСГ, 2016. 230 с.
15. Сидоренко О. В. Обладнання для змішування кормів : монографія. Київ : НУБіП, 2019. 265 с.
16. Сіренко Н. М. Екологічні аспекти сільськогосподарського виробництва в зоні Полісся : монографія. Рівне : НУВГП, 2021. 280 с.
17. Ткаченко С. Й. Проектування сільськогосподарських підприємств : підручник. Київ : Вища освіта, 2017. 400 с.
18. Федорчук М. І. Технологічне обладнання комбікормових заводів : навч. посіб. Львів : ЛНАУ, 2018. 250 с.
19. Хоменко М. П. Автоматизовані системи управління в сільському господарстві : монографія. Одеса : ОДАУ, 2020. 320 с.
20. Цуркан О. В. Технологія виробництва комбікормів у зоні Полісся : монографія. Житомир : ЖНАЕУ, 2019. 275 с.
21. Червінський В. І. Механізація переробки сільськогосподарської сировини : навч. посіб. Київ : Аграрна освіта, 2021. 340 с.
22. Шевченко І. А. Технологічні лінії виробництва комбікормів : монографія. Харків : ХНТУСГ, 2020. 300 с.
23. Якимчук О. П. Енергоефективне обладнання для сільського господарства : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2018. 260 с.
24. Ярошенко В. В. Сучасні змішувачі для комбікормового виробництва : монографія. Київ : НУБіП, 2021. 285 с.
25. Яценко С. М. Автоматизація комбікормових заводів : навч. посіб. Вінниця : ВНАУ, 2020. 310 с.

					ДП.208.046.467-н.109.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Інструкція при приготуванні кормів у тваринництві

1. Загальні положення

Ця інструкція розроблена для забезпечення правильного, безпечного та ефективного приготування кормів у тваринництві. Вона охоплює процеси підбору сировини, підготовки, змішування, зберігання та роздачі кормів для різних видів тварин (велика рогата худоба, свині, птиця, вівці тощо). Інструкція враховує сучасні технології, вимоги до якості кормів, санітарно-гігієнічні норми та принципи енергоефективності. Дотримання інструкції сприяє підвищенню продуктивності тварин, зниженню витрат на корми та забезпеченню їхньої безпеки для здоров'я тварин.

Інструкція призначена для працівників сільськогосподарських підприємств, фермерів, операторів обладнання для виробництва кормів, а також спеціалістів, відповідальних за годівлю тварин. Вона відповідає чинним стандартам України, зокрема дсту, та враховує особливості зони полісся, де природно-кліматичні умови впливають на вибір сировини та технологій.

2. Основні принципи приготування кормів

Приготування кормів у тваринництві базується на таких принципах:

- якість сировини: використання лише сертифікованої, безпечної та поживної сировини.
- баланс поживних речовин: забезпечення оптимального співвідношення білків, жирів, вуглеводів, вітамінів і мінералів відповідно до потреб конкретного виду тварин.
- технологічна точність: дотримання рецептури, режимів обробки та змішування для збереження поживної цінності.
- санітарна безпека: контроль за чистотою обладнання, приміщень і сировини для запобігання контамінації.
- економічна ефективність: оптимізація витрат на сировину, енергію та робочу силу.

3. Вимоги до сировини

3.1. Види сировини

Для приготування кормів використовують:

- зернові культури (пшениця, ячмінь, кукурудза, овес).
- бобові (соя, горох).
- кормові добавки (вітаміни, мінерали, амінокислоти, премікси).
- силос і сінаж (з кукурудзи, люцерни, трав).
- коренеплоди (буряк, морква).
- побічні продукти (макуха, шрот, жом).

3.2. Контроль якості сировини

Перед використанням сировина підлягає перевірці:

1. візуальний огляд: виявлення сторонніх домішок, плісняви, пошкоджень.
2. лабораторний аналіз: визначення вмісту вологи, білка, жиру, клітковини, мікотоксинів.
3. сертифікація: використання сировини, що відповідає дсту та ветеринарним нормам.

3.3. Зберігання сировини

- зберігати сировину в сухих, вентильованих приміщеннях при температурі 10–20°C і вологості не вище 70%.
- використовувати герметичні силоси для зерна та комбікормів.
- захищати сировину від гризунів, комах і забруднень.

4. Технологічний процес приготування кормів

4.1. Підготовка сировини

1. очищення: видалення пилу, каміння, соломи за допомогою вібросит і магнітних сепараторів.
2. подрібнення: використання молоткових або вальцових дробарок для отримання фракції 1–3 мм (залежно від виду тварин).
3. термічна обробка: парова обробка або екструдкування для підвищення засвоюваності та знищення патогенів.
4. дозування: точне зважування компонентів відповідно до рецептури за допомогою електронних ваг.

4.2. Змішування кормів

- використовувати горизонтальні або вертикальні змішувачі з продуктивністю, що відповідає обсягам виробництва.

- час змішування: 3–5 хвилин для сухих комбікормів, 5–7 хвилин для вологих сумішей.
- додавання рідких компонентів (олія, меляса) через форсунки для рівномірного розподілу.
- контроль однорідності: коефіцієнт варіації не повинен перевищувати 5%.

4.3. Гранулювання (за потреби)

- використовувати гранулятори для виробництва комбікормів діаметром 2–8 мм.
- температура гранулювання: 70–90°С для забезпечення стерильності.
- охолодження гранул до температури 20–25°С перед пакуванням.

4.4. Введення добавок

- премікси, вітаміни та мінерали вводити на етапі змішування через мікродозатори.
- забезпечити рівномірне розподілення добавок для уникнення їхньої концентрації.

5. Обладнання для приготування кормів

5.1. Основне обладнання

- дробарки: для подрібнення зернових і бобових.
- змішувачі: для створення однорідної кормової суміші.
- гранулятори: для виробництва гранульованих кормів.
- екструдери: для термічної обробки сировини.
- ваги та дозатори: для точного зважування компонентів.
- силоси та бункери: для зберігання сировини та готових кормів.

5.2. Вимоги до обладнання

- матеріали: нержавіюча сталь або інші корозійностійкі покриття.
- автоматизація: використання plc-контролерів для управління процесами.
- енергоефективність: вибір обладнання з низьким енергоспоживанням.

5.3. Технічне обслуговування

- проводити щоденне очищення обладнання від залишків кормів.
- перевіряти стан ножів, сит і підшипників щотижня.
- виконувати капітальний ремонт обладнання згідно з графіком (1 раз на рік).

6. Санітарно-гігієнічні вимоги

- працівники повинні використовувати чистий спецодяг, рукавички та засоби індивідуального захисту.

- регулярно дезінфікувати обладнання та приміщення розчинами, дозволеними для використання в тваринництві.

- контролювати наявність шкідників і вживати заходів для їхнього знищення.
- вести журнал санітарного стану приміщень.

7. Автоматизована система управління

Для зменшення ручної праці та підвищення ефективності виробництва рекомендується впровадження автоматизованої системи управління, яка включає:

- моніторинг: датчики для контролю параметрів обладнання (температура, вологість, швидкість).

- програмне забезпечення: системи scada або спеціалізовані програми для управління рецептурами та процесами.

- планування: автоматичне складання графіків виробництва та обслуговування.
- діагностика: виявлення несправностей обладнання в реальному часі.

8. Роздача кормів

8.1. Види роздачі

- ручна: для малих ферм, із використанням відер або візків.
- механізована: за допомогою транспортерів, шнеків або пневмосистем.
- автоматизована: використання роботизованих систем для точного дозування.

8.2. Вимоги до роздачі

- дотримуватися графіку годівлі (2–4 рази на день залежно від виду тварин).
- контролювати порції для уникнення перегодовування або недогодовування.
- забезпечити чистоту годівниць і поїлок.

9. Контроль якості готових кормів

9.1. Параметри контролю

- вміст поживних речовин (білок, жир, клітковина).
- вологість (не більше 12–14% для сухих комбикормів).
- відсутність мікотоксинів, патогенів і сторонніх домішок.

9.2. Методи контролю

- лабораторний аналіз проб у сертифікованих лабораторіях.
- використання портативних аналізаторів для швидкого тестування.

10. Безпека праці

- працівники повинні пройти інструктаж із техніки безпеки.
- забороняється працювати з обладнанням без захисних кожухів.
- використовувати засоби захисту від пилу та шуму (маски, навушники).
- забезпечити наявність вогнегасників і аптечки в приміщенні.

11. Екологічні аспекти

- утилізувати відходи виробництва (пил, зіпсована сировина) відповідно до норм.
- використовувати енергоефективне обладнання для зменшення викидів CO₂.
- контролювати стічні води від мийки обладнання.

12. Рекомендації для зони полісся

У зоні полісся необхідно враховувати:

- високу вологість ґрунтів: перевагу надавати сировині з низькою вологістю.
- обмежений вибір культур: використовувати кукурудзу, ячмінь, люцерну.
- сезонність: забезпечити запаси сировини на зимовий період.
- енергоефективність: застосовувати обладнання з низьким енергоспоживанням через високі витрати на електроенергію в регіоні.

13. Висновки

Дотримання цієї інструкції забезпечує високу якість кормів, зниження витрат і підвищення продуктивності тварин. Автоматизація процесів і використання сучасного обладнання дозволяють мінімізувати ручну працю, оптимізувати виробництво та відповідати екологічним стандартам. Регулярний контроль якості сировини та готових кормів гарантує безпеку та ефективність годівлі.