

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Кафедра технології зерна і комбікормів



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**
на тему **Розробка технології підвищення ефективності
використання сировини при виробництві комбікормової
продукції**

(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)

Здобувача (ки) Логінова О.В.
(прізвище, ініціали)

5 курсу ЗТЗ-53а групи

Керівник доц. Ворона Н.В.
(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти: проф. Басюркіна Н.Й.,
(посада, прізвище та ініціали)

доц. Гончарук Г.А., доц. Штепа Є.П.,
(посада, прізвище та ініціали)

доц. Ворона Н.В.
(посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від 03 червня 2024 р., протокол № 7.

Завідувачка кафедри ТЗіК _____

(підпис)

Алла МАКАРИНСЬКА

Одеса - 2024 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет	Технології зерна і зернового бізнесу
Кафедра	Технології зерна і комбікормів
Ступінь вищої освіти	Бакалавр
Спеціальність	181 «Харчові технології»
Освітня програма	«Технології зберігання і переробки зерна»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Макаринська

Алла Василівна

« 23 » жовтня 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Логінової Оксани Василівни

1. Тема роботи Розробка технології підвищення ефективності використання сировини при виробництві комбікормової продукції

Затверджена наказом університету від 23.10.2023 р. наказ №607-03

2. Термін задачі здобувачем закінченої роботи 03 червня 2024 р.

3. Вихідні дані роботи

матеріали переддипломної практики

4. Перелік питань, які потрібно розробити

техніко-економічне обґрунтування, науково-технологічна частина (теоретичні основи поглибленої теплової обробки зерна, характеристика сировини і комбікормової продукції, розрахунок рецептів комбікормової продукції на ЕОМ, аналіз і обґрунтування схеми технологічного процесу з технічними пропозиціями, розрахунок обладнання приймально-відпускних пристроїв, ємності складів для зберігання сировини, комбікормової продукції, розрахунок технологічного, транспортного обладнання, ємності оперативних бункерів, проектування внутрішньоцехової комунікації, технохімічний та технологічний контроль виробництва), розрахунок вентиляційного обладнання, електропостачання та енергозбереження, охорона праці, техніко-економічні показники.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначення обов'язкових креслень)

Схема технологічного процесу (б/м) – 1 аркуш

Плани поверхів (М 1:50) – 4 аркуші

Розрізи (поздовжній, поперечний, М 1:50) – 2 аркуші

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Техніко-економічне обґрунтування Техніко-економічні показники	Басюркіна Н.Й., проф, д.е.н.		
Розрахунок вентиляційного обладнання	Гончарук Г.А., доц., к.т.н.		
Електропостачання та енергозбереження	Штепа Є.П., доц., к.т.н.		
Охорона праці	Ворона Н.В., доц., к.т.н.		

7. Дата видачі завдання 23 жовтня 2023 р.

Керівник _____ Ворона Н.В.
Завдання прийняв до виконання _____ Логінова О.В.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Техніко-економічне обґрунтування	14.03.2024 – 20.03.2024	
2.	Науково-технологічна частина	21.03.2024– 31.03.2024	
3.	Вибір розташування обладнання, комунікація	01.04.2024 – 30.04.2024	
4.	Технохімічний та технологічний контроль виробництва	01.05.2024 – 04.05.2024	
5.	Вентиляційні установки	05.05.2024 – 16.05.2024	
6.	Електрозабезпечення та енергозбереження	17.05.2024 – 21.05.2024	
7.	Графічне виконання проекту	25.04.2024 – 02.06.2024	
8.	Техніко-економічні показники	22.05.2024 – 02.06.2024	
9.	Затвердження проекту	03.06.2024 – 16.06.2024	
10.	Захист проекту	17.06.2024 – 20.06.2024	

Здобувач – дипломник _____ Логінова О.В.

Керівник роботи _____ Ворона Н.В.

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач – дипломник Логінова О.В. _____

Анотація

Кваліфікаційна робота включає сім розділів. У першому розділі проведено техніко-економічне обґрунтування. У другому розділі наведено теоретичні основи поглибленої теплової обробки зерна.

У третьому розділі розглянута характеристика сировини, яка використовується для виробництва комбікормів. Розділ містить відомості про номенклатуру кормових засобів, які використовують для виробництва комбікормів, і джерела їх постачання; коротку оцінку поживної цінності кожного з кормових засобів; технологічну характеристику сировини; проведено аналіз схеми технологічного процесу і наведено технічні пропозиції щодо будівництва заводу; проведений розрахунок приймально-відпускних пристроїв, ємності складів для зберігання сировини і готової продукції, технологічного обладнання, ємності оперативних бункерів та транспортного обладнання; представлений технохімічний та технологічний контроль виробництва.

У четвертому розділі проведено розрахунок вентиляційних установок. У п'ятому розділі розглянуто аспекти електропостачання та енергозабезпечення. У шостому розділі проведено аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів на комбікормовому заводі, наведено заходи по забезпеченню безпечних умов праці та пожежовибухобезпеки. У сьомому розділі розраховано техніко-економічні показники роботи.

Кваліфікаційна робота викладено на 128 листах пояснювальної записки друкованого тексту, містить 35 таблиць, список літератури включає 43 найменування. Графічна частина роботи представлена на 7 листах формату А1: схема технологічного процесу виробництва комбікормової продукції – 1 лист (б/м), плани поверхів – 4 листи (М 1:50), розрізи (повздовжній і поперечний) – 2 листи (М 1:50).

В И Т Я Г

з протоколу засідання кафедри технології зерна і комбікормів
протокол №7 від 3 червня 2024 року

ПРИСУТНІ: д.т.н., проф. Єгоров Б.В., д.б.н., проф. Левицький А.П., д.т.н., проф. Станкевич Г.М., д.т.н., доц Макаринська А.В., к.т.н., доц. Страхова Т.В., к.т.н., доц. Дмитренко Л.Д., к.т.н., доц. Лапінська А.П., к.т.н., доц. Борта А.В., к.т.н., доц. Кац А.К., к.т.н., доц. Бордун Т.В., к.т.н., доц. Турпурова Т.М., к.т.н., доц. Ворона Н.В., к.т.н., доц. Валевська Л.О., к.т.н., доц. Фігурська Л.В., к.т.н., доц. Чернега І.С., к.т.н., доц. Цюндик О.Г., к.т.н., доц. Соколовська О.Г., зав. лаб. Луніна В.Ю., зав. лаб. Щербатюк С.І., зав. лаб. Луніна Л.О.

СЛУХАЛИ: звіт доц. Ворони Н.В. про перевірку на академічну доброчесність кваліфікаційної роботи здобувача СВО «Бакалавр» Логінової Оксани Василівни, тема: «Розробка технології підвищення ефективності використання сировини при виробництві комбікормової продукції». На перевірку надавались наступні розділи: техніко-економічне обґрунтування роботи, наукова частина; інші розділи пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи, враховуючи їх ідентичність, не проходили перевірку, так як всі методики та розрахунки наведені у цих розділах виконуються відповідно до методичних вказівок, та нормативної документації. Перевірка проводилась за допомогою сервісу для запобігання плагіату PLAG.COM.UA. За результатами перевірки унікальність тексту кваліфікаційної роботи становить 89%.

УХВАЛИЛИ: звіт доц. Ворони Н.В. про перевірку на академічну доброчесність кваліфікаційної роботи здобувача СВО «Бакалавр» Логінової Оксани Василівни, тема: «Розробка технології підвищення ефективності використання сировини при виробництві комбікормової продукції» затвердити та рекомендувати до захисту на засіданні екзаменаційної комісії №29.

Зав. кафедри ТЗіК,
д.т.н., доц

Алла МАКАРИНСЬКА

Секретар кафедри ТЗіК,
к.т.н., доц.

Тетяна ТУРПУРОВА

ЗМІСТ

	с.
Вступ.....	7
Розділ 1. Техніко-економічне обґрунтування	9
1.1 Маркетингові дослідження	9
1.2 Мета роботи, результати, які очікуються.....	16
Розділ 2. Теоретичні основи поглибленої теплової обробки зерна.....	17
Розділ 3. Технологічна частина.....	24
3.1 Характеристика сировини	24
3.2 Розрахунок рецепту комбікормової продукції на ЕОМ.....	26
3.3 Аналіз і обґрунтування схеми технологічного процесу з технічними пропозиціями.....	29
3.4 Розрахунок обладнання приймально-відпускних пристроїв.....	32
3.5 Розрахунок ємності складів для зберігання сировини та готової продукції.....	42
3.6 Розрахунок технологічного обладнання.....	49
3.7 Розрахунок ємності оперативних бункерів.....	64
3.8 Розрахунок транспортного обладнання.....	70
3.9 Проектування внутрішньоцехової комунікації	73
3.10 Технохімічний та технологічний контроль виробництва.....	80
Розділ 4. Розрахунок вентиляційного обладнання.....	83
4.1 Мета і задачі вентиляційних установок.....	83
4.2 Особливості проектування аспіраційних установок комбікормових заводів.....	84
4.3 Основні принципи компонування аспіраційних установок.....	85
4.4 Проектування, підбір та установка локальних фільтрів за аеродинамічними показниками.....	85
4.5 Розрахунок аспіраційної мережі просіювача УЗ-ДМП-20А №1 і норії НМ-40 №5.....	86
4.6 Аспірація мережі, до якої входять: ваги ВБ-3000 №1 та конвеєр КСТ-200 №4.....	88

КРБ.ТЗіК.1.607-03.6.1								
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка технології підвищення ефективності використання сировини при виробництві комбікормової продукції	Лім.	Лист	Листів
Розробив		Логінова О.В.						
Консультант							5	128
Керівник		Ворона Н.В.				ОНТУ 2024		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

4.7	Аспірація мережі, до якої входять: змішувач УЗ-ДСО-3,0 №2, конвеєр КСТ-200 №5 і норія НМ-40 №7.....	91
Розділ 5. Електрозабезпечення та енергозбереження.....		94
5.1	Мета та задачі проектування.....	94
5.2	Визначення розрахункової активної потужності підприємства	94
5.3	Розрахунок повної потужності трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності.....	95
5.4	Перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності.....	96
5.5	Техніко-економічне порівняння роботи силових трансформаторів.....	98
5.6	Вибір перерізу жил та марки кабелю.....	100
5.7	Річні витрати електроенергії та їх вартість	101
Розділ 6. Охорона праці та техніка безпеки на комбикормовому заводі...		103
6.1	Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які мають найбільший вплив на працюючих	103
6.2	Заходи по забезпеченню безпечних умов праці	105
6.3	Заходи з пожежовибухобезпеки.....	109
Розділ 7. Оцінка економічної ефективності інвестиційного проекту.....		112
7.1	Розрахунок необхідної суми інвестицій на будівництво	112
7.2	Розрахунок виробничої програми.....	114
7.3	Розрахунок собівартості продукції.....	114
7.4	Оцінка економічної ефективності інвестицій у будівництво заводу	120
Висновки та технічні пропозиції.....		122
Список літератури.....		124

Вступ

Забезпечення населення тваринними білками свідчить про рівень життя країни. Тому тваринництво є однією з основних галузей промисловості розвиненої держави. Тваринництво має велике значення як для економіки, екологічного розвитку, так і для суспільства в цілому. Ключові аспекти значення тваринництва:

1. Харчова безпека. Тваринництво забезпечує виробництво м'яса, молока, яєць та інших продуктів тваринного походження, що є важливими складовими раціону людини і забезпечують харчову безпеку країни.

2. Економіка. Тваринництво створює робочі місця, забезпечує прибуток для фермерів та підприємств у галузі обробки та реалізації продукції тваринного походження.

3. Аграрна стабільність. Розвиток тваринництва сприяє збалансованому розвитку сільського господарства та зменшенню ризиків для сільськогосподарських підприємств.

4. Використання ресурсів. Тварини можуть використовувати ресурси, які не використовуються у рослинництві, такі як трава та пасовища, допомагаючи використовувати доступні землі ефективніше.

5. Розвиток сільських територій. Тваринництво може сприяти розвитку сільських територій, забезпечуючи інфраструктуру, робочі місця та стабільність для місцевих громад.

6. Збалансоване виробництво. Розвинуте тваринництво допомагає забезпечити збалансоване харчування людей, а також різноманіття продуктів.

Основними чинниками, які сприяють інтенсифікації виробництва продукції тваринництва та переходу до передових технологій, є удосконалення систем виробництва комбикормів та оптимізація технології годівлі тварин. Дослідження в цій галузі підтверджують, що лише за умови повноцінної та збалансованої годівлі сільськогосподарські тварини можуть максимально реалізувати свій генетичний потенціал [1]. Ключовим аспектом цієї годівлі є задоволення оптимальних потреб організму тварин у енергії, білку, необхідних амінокислотах, мінералах та вітамінах. Оптимальну годівлю тварин перш за все забезпечують якісні корми, що містять різноманітні поживні та біологічно активні речовини. Вони включають в себе ті ж речовини та сполуки, що й організм тварин, проте у різних пропорціях та кількостях. Це підтверджується практикою годівлі високопродуктивних тварин

[2].

Продуктивність тварин на 55 – 60 % залежить від збалансованості комбікормів, які вони споживають, на 25 – 30 % від генетики та на 15 – 20 % від умов та технології утримання. Якщо корми низької якості, то тварини можуть мати меншу продуктивність через погану перетравність таких кормів. Це означає, що вони містять менше енергії та поживних речовин, ніж корми високої якості, і, відповідно, не можуть забезпечити тваринам необхідних ресурсів для повноцінного функціонування та високої продуктивності.

Світовий досвід підтверджує, що ефективне ведення тваринництва неможливе без вирішення проблеми забезпечення необхідною кількістю та якістю кормів. Кормова проблема включає в себе низку аспектів, таких як доступність кормів, їх різноманітність, вартість, а також якість та поживна цінність. Успішні тваринницькі галузі в різних країнах активно вирішують цю проблему шляхом впровадження різноманітних стратегій, таких як розвиток сучасних методів вирощування кормів, використання новітніх технологій у виробництві комбікормів, дослідження та впровадження ефективних систем обробки та зберігання кормів, а також розробка генетичних рішень для поліпшення вмісту поживних речовин у кормах. Ці заходи сприяють покращенню якості кормів, забезпечують необхідну різноманітність у раціонах тварин, підвищують продуктивність та здоров'я тварин, а також допомагають зменшити витрати на годівлю та підвищити рентабельність сільськогосподарських підприємств. Таким чином, вирішення кормової проблеми має величезне значення для успішного розвитку тваринництва як в національному, так і в глобальному масштабі.

Комбікормова промисловість України є важливою складовою сільськогосподарського сектору та галуззю харчової промисловості країни. Вона спеціалізується на виробництві комбінованих кормів для різних видів тварин, таких як птиця, свині, худоба, та інших. Комбікормова промисловість України розвивається, враховуючи зростаючий попит на м'ясо, молоко, яйця та інші продукти тваринного походження як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках. Виробництво комбікормів в країні спирається на сучасні технології та наукові дослідження, щоб забезпечити оптимальний склад і якість кормів для тварин. При цьому, важливою частиною комбікормової промисловості є інноваційні підходи до виробництва, включаючи використання альтернативних джерел білка та енергії, а також зменшення впливу на навколишнє середовище.

Розділ 1. Техніко-економічне обґрунтування

Розроблена технологія підвищення ефективності використання сировини при виробництві комбікормової продукції може бути реалізована у будь-якому регіоні України. В сучасних умовах повномасштабної війни та нестабільної політичної ситуації в країні проєкти будівництва заводів повинні бути адаптовані під зміни місця будівництва, переносу потужностей, випуску малих партій для дрібного споживача. Робота є актуальною та вирішує проблеми забезпечення високопоживними та збалансованими комбікормами сільськогосподарських тварин та птицю в умовах повномасштабної війни в країні, коли порушені ланцюги постачання кормових добавок та препаратів біологічно активних речовин. Процес екструдуювання зерна підвищує його поживність та перетравність у 2 рази, а також покращує санітарну якість та смакові властивості без додаткових добавок.

1.1 Маркетингові дослідження

Однією з головних проблем світу є забезпечення продовольчої безпеки. Цим питанням спантеличені багато урядів країн та міжнародних організацій. Для більш повного його розуміння наведемо поняття «продовольча безпека» за визначенням Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО). Продовольча безпека – це чітко функціонуюча система, яка забезпечує всі прошарки населення продовольством за прийнятими фізіологічними нормами за рахунок власного виробництва та необхідного рівня імпорту тих продуктів, для виробництва яких відсутні внутрішні умови [3, 4].

18 вересня 2015 року ООН ухвалила програмний документ «Перетворення нашого світу: Порядок денний у галузі сталого розвитку на період до 2030 року» з цілями сталого розвитку (ЦСР). У цьому документі було задекларовано «Ціль 2: Покінчити з голодом, забезпечити продовольчу безпеку і поліпшити харчування та сприяти сталому розвитку сільського господарства». З часу ухвалення цього документу пройшло майже 9 років, проте ситуація не тільки не покращується, але й погіршується.

					КРБ.ТЗіК.1.607-03.6.1			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
Розробив	Логінова О.В.				Розробка технології підвищення ефективності використання сировини при виробництві комбікормової продукції	<i>Літ.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
Консультант	Басюркіна Н.Й.						9	8
Керівник	Ворона Н.В.					ОНТУ 2024		
Зав. каф.	Макаринська А.В.							

На погіршення стану світової продовольчої безпеки впливає багато факторів, які вимагають нагальних згуртованих рішень усього світу. Основні проблеми продовольчої безпеки світу:

1. Зміна клімату має значний вплив на сільське господарство, спричиняючи екстремальні погодні умови, такі як посухи, повені та урагани. Це призводить до зниження врожайності та зростання нестабільності продовольчого постачання.

2. Зростання світового населення вимагає збільшення виробництва продовольства. Це тисне на природні ресурси, такі як земля, вода та енергія, що може призвести до виснаження цих ресурсів.

3. Військові конфлікти та політична нестабільність можуть порушити виробництво та постачання продовольства, що призводить до голоду та підвищення цін на продукти харчування.

4. Економічна нерівність. Нерівномірний розподіл ресурсів і доходів між країнами та всередині них призводить до того, що деякі регіони мають надлишок продовольства, тоді як інші страждають від його нестачі. Це ускладнює доступ до харчування для бідних верств населення.

5. Втрати та відходи продовольства. Значна частина виробленого продовольства втрачається або викидається на різних етапах виробничо-збутового ланцюга. Зменшення таких втрат може суттєво підвищити доступність харчових продуктів.

6. Деградація земель. Інтенсивне сільське господарство, вирубка лісів та нераціональне використання земель призводять до деградації ґрунтів, що знижує їх продуктивність і загрожує довгостроковій продовольчій безпеці.

7. Недостатній доступ до чистої води та її неправильне управління стають критичними факторами, що впливають на виробництво продовольства, особливо в посушливих регіонах.

8. Поширення захворювань серед рослин та тварин, а також навала шкідників можуть знищити значні обсяги врожаю та худоби, ставлячи під загрозу продовольчу безпеку.

9. Нестабільність ринків. Волатильність цін на продовольство на світових ринках може створювати значні труднощі для країн-імпортерів, особливо для тих, що розвиваються, роблячи продовольство менш доступним.

10. Технологічна нерівність. Відсутність доступу до сучасних сільськогосподарських технологій і методів виробництва в деяких регіонах призводить до низької ефективності та продуктивності сільського господарства

Вирішення цих проблем вимагає комплексного підходу, включаючи інвестиції в сталий розвиток сільського господарства, покращення міжнародної співпраці, реформування продовольчих систем та підвищення обізнаності населення щодо важливості продовольчої безпеки.

Комбікормова промисловість відіграє одну зі значущих ролей у вирішенні проблем продовольчої безпеки світу, як складова забезпечення населення продукцією тваринництва (м'ясо, яйця, молочні продукти та риба). Для її розвитку необхідно збільшити використання нетрадиційних видів сировини, удосконалювати технологію виробництва комбікормів з метою підвищення їх поживності, підвищувати ефективність, безпечність та якість готової продукції.

Кожного року міжнародна компанія Alltech проводить огляд та оцінку агропродовольчої галузі світу Agri-Food Outlook. Згідно з її оцінками 2023 року у світі було вироблено 1295,27 млн т комбікормів (табл.1.1) [5].

Табл. 1.1 - Світовий обсяг виробництва комбікормів за регіонами у 2023 році [5]

Регіон	Загальний об'єм виробництва комбікормів	Зміни до 2022р.
Океанія	10,78	3,71%
Північна Америка	259,26	-1,07%
Середній Схід	35,93	-0,32%
Латинська Америка	200,67	1,24%
Європа	261,89	-2,82%
Азіатсько-Тихоокеанський	475,33	1,40%
Африка	51,42	1,95%
Всього	1295,27	-0,01%

Лідерами з виробництва є Азіатсько-Тихоокеанський регіон, Європа та Північна Америка. У порівнянні з 2022 роком найбільшого зниження об'ємів виробництва зазнала Європа.

Тенденція розподілу об'єму виробництва комбікормів за видами тварин значно не змінюється вже багато років (рис. 1.1). Виробництво комбікормів для бройлерів займає 1 місце по всьому світу.

У 2023 році було припинено багаторічне зменшення загальної кількості комбікормових заводів у світі, значною мірою завдяки Індії, де за останній рік з'явилися сотні нових підприємств (табл. 1.2). Незважаючи на те, що загальна кількість комбікормових заводів збільшилася на 0,3% (або 86 заводів), загальна тенденція останніх років — збільшення великих заводів і, відповідно, зменшення їх кількості — зберіглася в багатьох країнах. Найбільше скорочення кількості

комбікормових заводів спостерігалось в Китаї, Чилі, США та Іспанії.

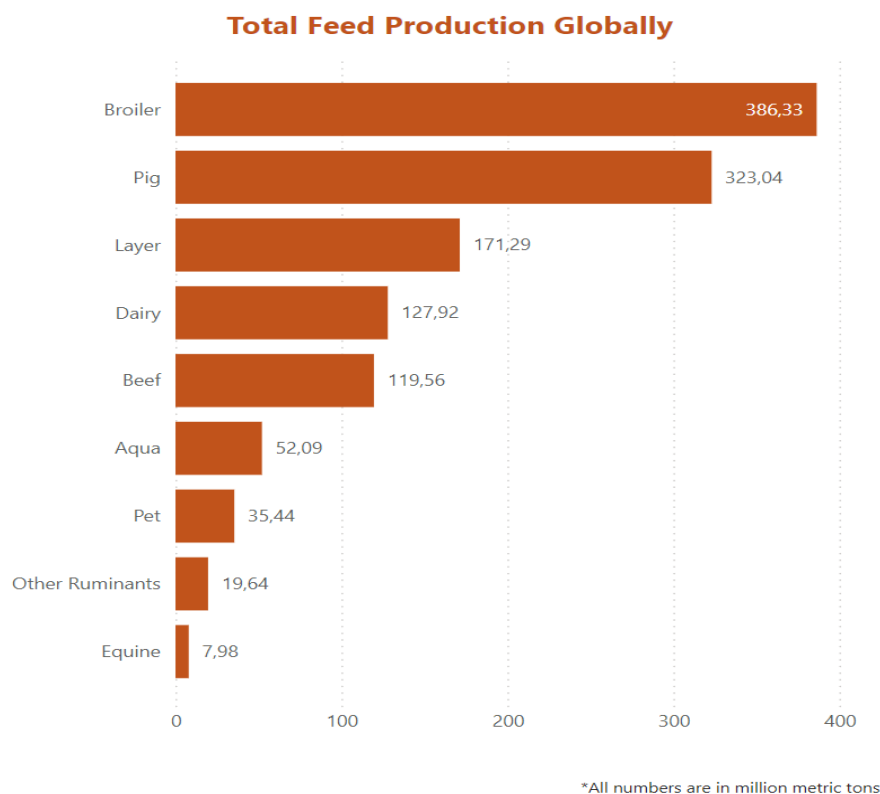


Рис. 1.1 – Розподіл об'єму виробництва комбікормів у 2023 році за видами сільськогосподарських тварин та птиці [5]

Табл. 1.2 - Зміни загальної кількості комбікормових заводів у світі у період 2022 – 2023 роки [5]

Регіон	Кількість комбікормових заводів у 2023 році	Кількість комбікормових заводів у 2022 році	Різниця
Африка	2,188	2,038	150
Азіатсько-Тихоокеанський	7,627	7,146	481
Європа	6,288	6,553	-265
Латинська Америка	4,080	4,266	-186
Середній Схід	872	813	59
Північна Америка	6,147	6,300	-153
Океанія	195	195	-
Всього	27,397	27,311	86

Перша десятка країн за обсягами виробництва кормів не зазнала значних змін (рис. 1.2). Туреччина опустилася на одну позицію, з 9-го на 10-е місце, помінявшись місцями з Японією. Незважаючи на значні коливання, інші країни в першій десятці залишилися на своїх позиціях.

Загалом, перша десятка країн використала 63,1% світового виробництва кормів у 2023 році, і їх можна розглядати як індикатор тенденцій в аграрному секторі. Близько 49% глобального виробництва кормів зосереджено в чотирьох

країнах: Китаї, США, Бразилії та Індії.

Top countries	2023 feed tonnage (MMT)	2022 feed tonnage (MMT)	Growth (MMT)	Growth %	Rank, 2023	Rank, 2022
China	262.71	260.74	1.97	0.76%	1	1
USA	238.09	240.82	-2.73	-1.13%	2	2
Brazil	83.32	81.81	1.51	1.84%	3	3
India	52.83	46.58	6.26	13.43%	4	4
Mexico	40.42	40.41	0.01	0.02%	5	5
Spain	36.22	37.45	-1.23	-3.28%	6	6
Russia	35.46	34.15	1.31	3.83%	7	7
Vietnam	24.15	26.72	-2.57	-9.63%	8	8
Japan	23.94	24.21	-0.28%	-1.15%	9	10
Türkiye	23.37	26.41	-3.03	-11.48%	10	9

Рис. 1.2 – Топ-10 країн за обсягами виробництва кормів [5]

Негативний вплив на розвиток комбікормової промисловості світу здійснила пандемія COVID-19. На початку 2022 року світ почав відновлюватися після її наслідків, але глобальна продовольча безпека зіткнулася з новим викликом – російсько-українською війною. Через зупинку українського експорту спостерігалось рекордне зростання цін на продовольство та комбікормову продукцію, що суттєво погіршило доступ малозабезпечених верств населення до харчових продуктів. Після підписання зернової угоди та відновлення експорту українського зерна ситуація частково стабілізувалася. Проте остаточні наслідки цього виклику стануть відомі після закінчення війни [3]. При цьому в Україні в цей час проблема з експортом зерна призвела до його накопичення, та як наслідок зниження вартості головних складових комбікормів.

Комбікормова промисловість України має розвинену інфраструктуру, включаючи сучасні заводи з виробництва високоякісних кормів для різних видів сільськогосподарських тварин. Основні виробники розташовані в регіонах з розвиненим тваринництвом та птахівництвом, таких як Київська, Полтавська, Дніпропетровська та Вінницька області. Використовуються сучасні технології та обладнання для виробництва комбікормів, що забезпечує високу якість продукції та відповідність міжнародним стандартам. Впровадження автоматизованих систем контролю якості та безпеки продукції дозволяє знизити ризики забруднення кормів і підвищити їхню ефективність. Великий потенціал для виробництва високоякісних кормів забезпечується завдяки значним обсягам виробництва зернових і олійних культур в Україні.

Аналіз експортного потенціалу України показав, що вона є одним з провідних експортерів зернових культур, що створює можливість для збільшення експорту комбікормів. Розширення зовнішніх ринків збуту, зокрема в країни ЄС та Близького Сходу, може стимулювати зростання галузі. Гармонізація національних стандартів з європейськими та міжнародними нормами забезпечить вихід на нові ринки та підвищить довіру до української продукції. Підтримка держави у вигляді субсидій та грантів на розвиток комбікормової промисловості може стимулювати розвиток галузі.

Зростання тваринництва та птахівництва в Україні створює стабільний внутрішній попит на комбікорми. Розвиток органічного землеробства та виробництва органічних кормів може відкрити нові ринкові ніші, які починають активно розвиватися.

Для покращення конкурентоспроможності галузі необхідно інвестувати в дослідження і розробки нових видів кормів, включаючи добавки, що підвищують продуктивність та здоров'я тварин. Залучення іноземних інвесторів та партнерів сприятиме модернізації виробничих потужностей та впровадженню передових технологій. Впровадження екологічно чистих технологій виробництва комбікормів та утилізації відходів сприятиме сталому розвитку галузі та зменшенню негативного впливу на довкілля. Але на це можна сподіватися тільки після перемоги.

За даними Alltech Agri-Food Outlook ми узагальнили динаміку змін об'ємів виробництва комбікормів в Україні 2019-2023 рр. (рис. 1.3). У 2020 році об'єм виробництва комбікормів впав майже вдвічі через пандемію, з 2022 року повномасштабна війна знищує галузь.

В Україні тенденція розподілу об'єму виробництва комбікормів у 2023 році за видами сільськогосподарських тварин та птиці (рис. 1.4) показує, що на комбікорми для бройлерів припадає 75 % загального обсягу, свині займають 7,5 %, молочна худоба – 5,6 %, риба та кури-несучки – по 3 %, 1,9 % - домашні тварини, решта – м'ясна худоба, коні та інші.

Величина попиту на комбікормову продукцію залежить від кількості поголів'я та впливає на ціноутворення галузі. Найбільше комбікормів споживається у птахівництві, яке продовжує розвиватися та нарощувати виробництво завдяки значній державній підтримці цієї галузі. У той же час, свинарство та розведення великої рогатої худоби демонструють спадні тенденції через скороченням поголів'я худоби та недостатньо ефективну державну підтримку.

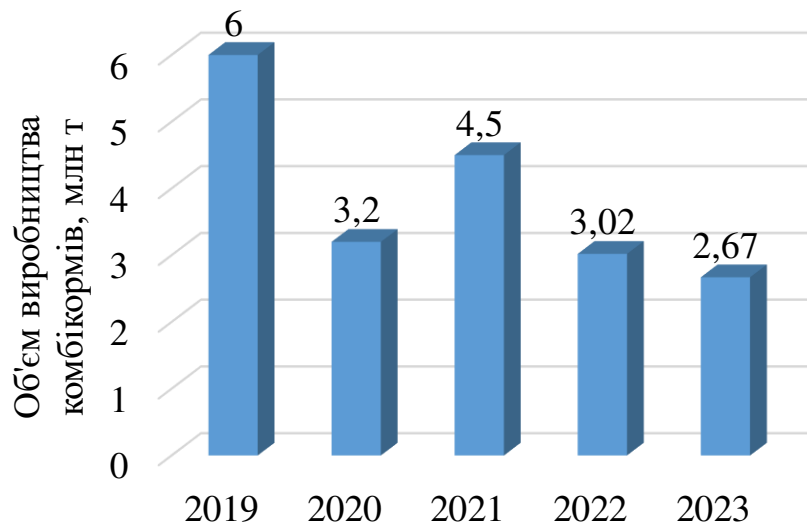


Рис. 1.3 - Динаміка змін об'ємів виробництва комбікормів в Україні 2019-2023 рр. [5]

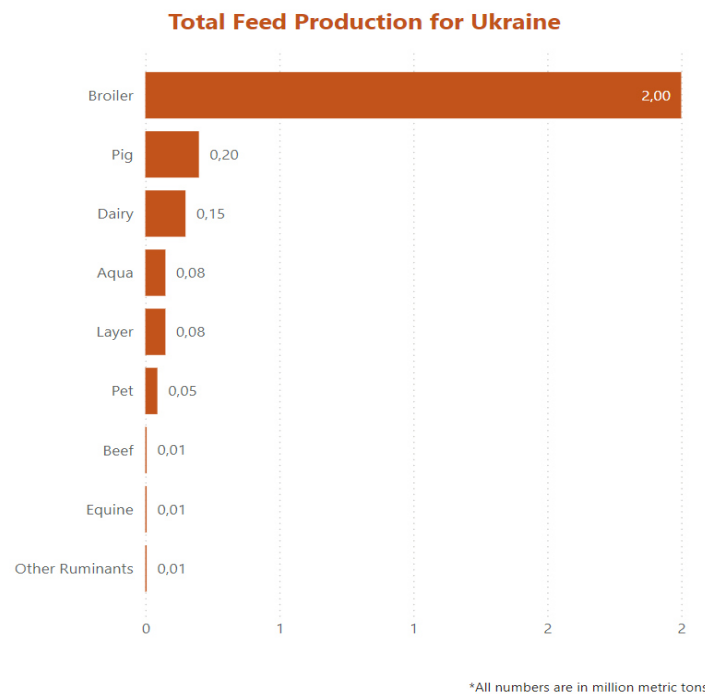


Рис. 1.4 - Розподіл об'єму виробництва комбікормів в Україні у 2023 році за видами сільськогосподарських тварин та птиці [5]

Основними виробниками комбікормів в Україні залишаються великі агропромислові вертикально інтегровані холдинги. 60% всього комбікорму в країні виробляють ТОП-10 компаній.

Україна має достатні потужності для виробництва високоякісних комбікормів. На ринку існує здорова конкуренція. Агрохолдинги виробляють комбікорми для власних потреб, але також є великі оператори, які продають комбікорми іншим учасникам ринку, працюючи на ринок, де відсутня

вертикальна інтеграція [6].

Не дивлячись на воєнні дії в нашій багатостраждальній країні, постійні ракетні удари, знищення інфраструктури, відсутність світла, підвищення цін на все, порушення ланцюгів постачання сировини та готової продукції, комбікормова галузь не зупиняється. Постраждали підприємства намагаються працювати та відновлюватися, бо їх продукція необхідна тваринам кожного дня. Комбікормові заводи є зв'язуючою ланкою між виробниками сировини та споживачами. Крім того, від кормовиробництва напряму залежить забезпечення населення тваринними білками. А вони є будівниками усіх органів та систем нашого організму, що особливо важливо під час війни. Тваринні білки допомагають відновлювати ушкодженні тканини та нервові клітини постраждалих людей.

Отже, незважаючи на дуже складні часи, комбікормова промисловість України має великий потенціал для розвитку, зокрема завдяки багатій сировинній базі, високому внутрішньому попиту та можливостям для експорту. Подальше зростання галузі потребує інновацій, інвестицій та сприятливого регуляторного середовища.

1.2 Мета роботи, результати, які очікуються

Економічна мета роботи: збільшення прибутку підприємства за рахунок виробництва та реалізації комбікормової продукції.

У зв'язку з вищезначеними тенденціями вважаємо доцільним будівництво комбікормового заводу з лінією поглибленої теплової обробки зерна продуктивністю 210 т/добу, що забезпечить потреби сільськогосподарських тварин та птиці у високоякісному, збалансованому та легкоперетравному комбікормі.

Запропоновані раціональні технології виготовлення комбікормів мають забезпечити високу якість продукції, знизити витрати сировини на всіх етапах технологічного процесу та скоротити споживання енергоресурсів. Їх розробка та впровадження ґрунтуються на використанні високоякісної вітчизняної сировини, що сприяє інтенсифікації технологічного процесу.

Розділ 2. Теоретичні основи поглибленої теплової обробки зерна

Багатолітня співпраця науковців та практиків у кормовиробництві, а також використання високоякісних комбікормів сприяли різкому збільшенню продуктивності тварин. Протягом останніх десятиліть було виведено нові породи, гібриди та кроси тварин і птиці, вирощування яких неможливе без використання комбікормів. Для успішного ведення інтенсивного тваринництва та птахівництва надзвичайно важливо, щоб корми були не лише збалансовані за поживністю, енергетичним вмістом та амінокислотним складом, але й відповідали гігієнічним вимогам до безпечних і якісних кормів [7].

Основною складовою комбікорму для будь-якого виду сільськогосподарських тварин чи птиці є зернова сировина, яка займає 70 % рецепту. До зернових культур відносяться злакові та бобові. Зерно злакових культур представлено пшеницею, кукурудзою, ячменем, вівсом, сорго, житом, просом, ріпаком, тритикале. До бобових відносяться кормові боби, соя, нут, горох, вика, люпин.

Основна особливість зернових культур полягає в їх здатності синтезувати велику кількість органічних речовин на одиницю площі. Зерно відрізняється від інших кормів високою концентрацією сухих речовин, яка становить до 85% від його маси, та здатністю накопичувати до 70% легкозасвоюваних вуглеводів. Вміст білка у зерні злакових культур складає від 10% до 15%, тоді як у зерні бобових культур цей показник досягає 28-30%. Зерно злакових культур містить велику кількість крохмалю. Зерно та продукти його переробки є важливим джерелом вітамінів групи В, РР, Е та інших, а також мінеральних речовин, зокрема макро- і мікроелементів, які становлять від 1% до 3% на суху речовину [8].

Серед позитивних якостей зерна злакових культур можна виділити наступні:

- ✓ легко транспортувати, розміщувати, зберігати, переробляти;
- ✓ зазвичай показники якості відповідають НТД;

					КРБ.ТЗіК.1.607-03.6.1			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка технології підвищення ефективності використання сировини при виробництві комбікормової продукції	Літ.	Лист	Листів
Розробив		Логінова О.В.					17	7
Перевірив						ОНТУ 2024		
Керівник		Ворона Н.В.						
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

- ✓ технологічна обробка (подрібнення, теплова обробка) зерна;
- ✓ покращує засвоюваність поживних речовин та підвищує рівень обмінної енергії;
- ✓ має комплекс ферментів, які не синтезуються організмом сільськогосподарських тварин та птиці і гідролізують некрохмальні полісахариди.

Негативні якості:

- ✓ може містити насіння отруйних рослин;
- ✓ сприятливе середовище для розвитку комах-шкідників;
- ✓ джерело мікотоксинів у комбікормі;
- ✓ необхідність зберігання зерна деякий час після збирання перед згодовуванням (завершення дії ендогенних ферментів);
- ✓ наявність факторів, які погіршують якість зерна при зберіганні;
- ✓ накопичення шкідливих хімічних речовин (пестицидів).

Науково доведено, що поглиблена теплова обробка покращує більшість негативних якостей зерна, а також підвищує доступність поживних речовин зерна [9].

Поглиблена теплова обробка зерна – це процес нагрівання зернових культур для покращення їх кормових властивостей, безпеки та тривалості зберігання. Цей метод обробки включає кілька етапів, таких як:

1. Кондиціонування. Зволоження та нагрівання зерна парою при тиску $P = 0,2$ МПа та відносно невисокій (70-90 °С) температурі впродовж 5-30 с до вологості 18-28% в залежності від складу композиції для покращення його текстури (надання пластичних властивостей).

2. Екструдуювання або експандування. Процеси, при яких зерно піддається дії високого тиску та температури, що дозволяє змінити його фізико-хімічні властивості, зокрема структуру крохмалю та білків, для кращого засвоєння організмом тварин, а також покращити санітарну якість.

3. Охолодження необхідне для зниження температури продукту після екструдуювання або експандування та видалення надлишкової вологи, підвищення терміну зберігання (уникнення утворення конденсату).

Екструзія — це технологічний процес обробки продуктів за допомогою екструдера ($P = 2-3$ МПа, $T = 120-130$ °С, $t = 30$ с). Слово "екструзія" походить від латинського "extrudo", що означає "видавлювати". Екструдер — це пристрій, який розм'якшує або пластифікує матеріали, надаючи їм необхідної форми

шляхом продавлювання через екструзійну головку, переріз якої відповідає заданій конфігурації виробу [8].

Призначення процесу екструдкування:

- ✓ підвищення перетравності поживних речовин (денатурація білків, декстринізація крохмалю) – складні молекули, такі як крохмаль і білки, розщеплюються до більш простих форм, що сприяє їх легшому перетравленню та засвоєнню;

- ✓ зниження вологості;

- ✓ руйнування антипоживних та токсичних речовин - деякі зернові містять речовини, які можуть негативно впливати на засвоєння поживних речовин, екструдкування допомагає зменшити їхню активність. Це інгібітори трипсину та хімотрипсину, які уповільнюють ферментацію протеїну і негативно впливають на здоров'я тварин;

- ✓ утворення пористої структури;

- ✓ надання різної форми та консистенції (кульки, серця, кісточки, зірочки, букви);

- ✓ стерилізація продукту - високі температури знищують бактерії, грибки та інші патогени, що підвищує безпеку корму;

- ✓ отримання продукту із заданими фізичними властивостями, які найкращим чином відповідають фізіологічним потребам тварин та риби;

- ✓ покращення смаку та аромату, що робить його більш привабливим для тварин.

Загалом, поглиблена теплова обробка зерна є важливим етапом у виробництві комбікормів, оскільки сприяє підвищенню їх якості, безпеки та ефективності використання в тваринництві.

Процес екструзії включає два основні етапи: механохімічну деструкцію, яка відбувається на всіх стадіях виробництва (вона притаманна й іншим технологіям вологотеплової обробки), і декомпресійний шок або вибух, що відбувається на виході продукту з екструдера, завершаючи його структурні перетворення. Особливістю конструкції екструдера, порівняно з гранулятором, є наявність "ствола", всередині якого обертається шнек (один або два), який переміщує кормову суміш. Конфігурація "ребер" шнека може змінюватися.

На лінії поглибленої теплової обробки очищене від сторонніх і металоманітних домішок зерно подають у кондиціонер для зволоження та екструдер через завантажувальний бункер без поперельного подрібнення. У

процесі переміщення зерна в завантажувальній камері ступінь його стиснення поступово збільшується, що визначається співвідношенням площі робочого каналу до сумарної площі фільтр на виході продукту з матриці. Під час ущільнення продукт нагрівається через тертя частинок об поверхню обертових робочих органів, деформацію зсуву у самому продукті, а також за рахунок додаткового джерела тепла. Під впливом цих факторів зерно зазнає фазових перетворень: спочатку переходить з крихкого склоподібного стану у високоеластичне, а потім у в'язкотягуче. Найбільш розподілений у зерні компонент – природна волога за цих умов (температура 140–200 °С і тиск 20–40 атм) залишається в стані перегрітої рідини [10].

Процес екструзії в екструдері (рис. 2.1) зазвичай поділяють на такі технологічні зони: завантаження, стиск, гомогенізація та безпосередньо екструзія:

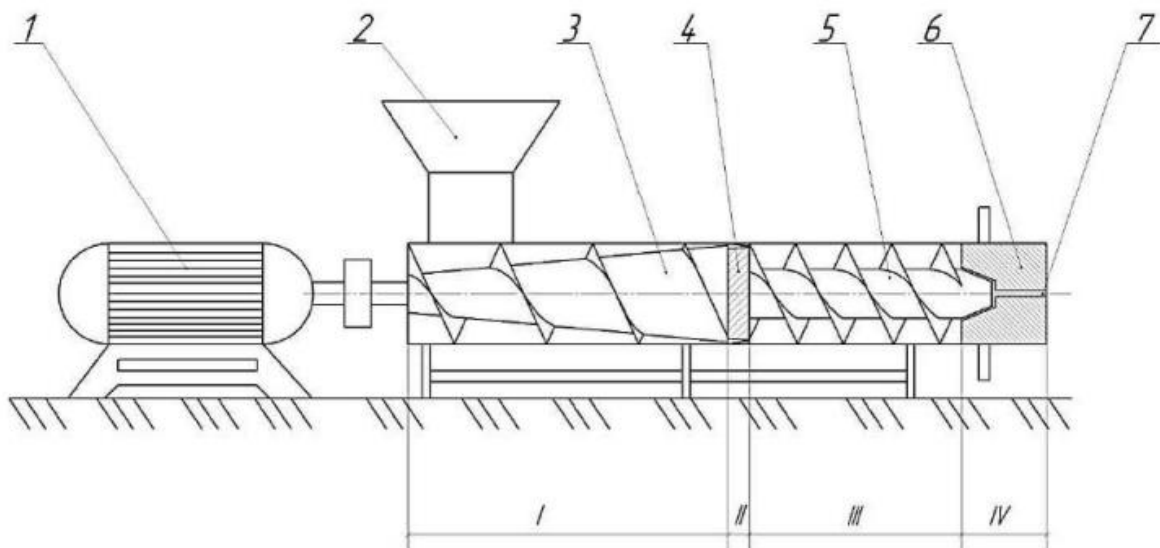


Рис. 2.1 – Конструктивно-технологічна схема екструдера [11]

1 – привод; 2 – завантажувальний отвір; 3 - шнековий робочий орган (ущільнювальна частина); 4 – змішувальна частина; 5 – нормалізуюча частина; 6 – фільтр; 7 - вивантажувальний отвір.

1. Зона завантаження. У цій зоні сировина практично не зазнає змін.
2. Зона стиску. Продукт переходить у високоеластичний стан, відбувається значне руйнування клітинної структури та текстури природних компонентів.
3. Зона гомогенізації. Продукт стає в'язкоплинним, і структурні перетворення біополімерів (білків, крохмалю, клітковини) досягають високого рівня.

4. Зона екструзії. Найважливіші зміни відбуваються під час швидкого переміщення сировини із зони високого тиску ($16 \cdot 10^5$ Па або 15,8 атм і більше) в атмосферну область. Енергія, накопичена в продукті, вивільняється зі швидкістю, що нагадує вибух, завершуючи структурні перетворення, такі як розрив клітинних стінок, деструкція та гідроліз біополімерів. У цій зоні також відбувається спучування продукту, різке збільшення його обсягу та формування пористої структури. Це досягається в основному за рахунок глибокої клейстеризації (желатинізації) крохмалю, деструкції та модифікації лігноцелюлозного комплексу [12].

Зазвичай при формалізації технологічного процесу його представляють параметричною схемою. Вона відображає усі фактори, які характеризують його функціонування. До вхідних факторів відносяться фізико-хімічні, конструктивно-кінематичні та технологічні, до вихідних – показники оцінки ефективності технологічного процесу (рис. 2.2).

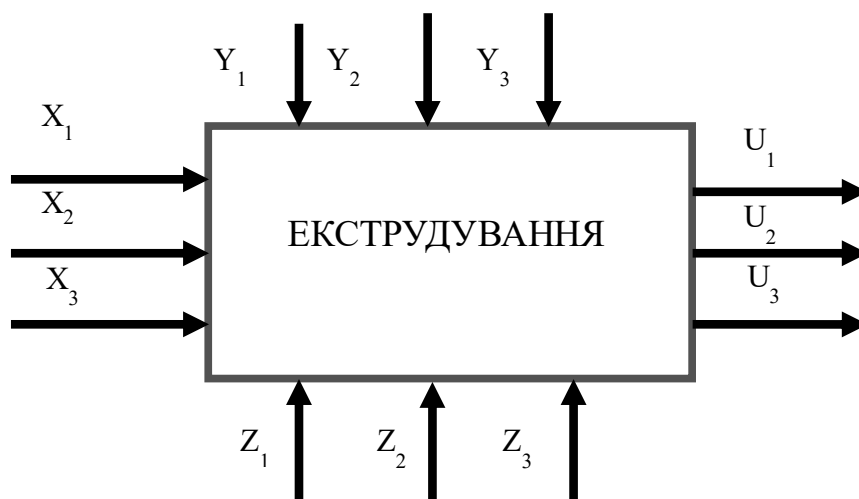


Рис. 2.2 – Параметрична схема процесу екструзування

1. Фізико-хімічні фактори:

- X_1 - хімічний склад компонентів;
- X_2 - геометричні розміри частинок;
- X_3 - об'ємна маса;
- X_4 - початкова вологість;
- X_5 - здатність продукту до ущільнення.

2. Конструктивно-кінематичні:

- U_1 - геометрична форма, розміри та кількість шнеків екструдера;
- U_2 - частота обертання шнеку;
- U_3 - крок гвинта, стан поверхні шнеку;

U_4 - робочий зазор між корпусом та шнеком;

U_5 - діаметр отворів матриці.

3. Технологічні фактори:

Z_1 - спосіб екструдювання;

Z_2 - спосіб подачі продукту;

Z_3 - спосіб підготовки продукту до екструдювання;

Z_4 - режими екструдювання (питомий тиск, температура обробки).

4. Вихідні фактори:

U_1 - продуктивність процесу;

U_2 - питомі витрати електроенергії;

U_3 - стабільність;

U_4 - коефіцієнт розширення;

U_5 - перетравність білка;

U_6 - ступінь декстринізації крохмалю;

U_7 - санітарна якість;

U_8 - вміст вітамінів та незамінних амінокислот після обробки.

Сукупність всіх впливів поглибленої теплової обробки сировини призводить до численних розривів клітинних оболонок, змін структури крохмалю та некрохмалистих полісахаридів, часткової денатурації білка та змін його фракційного складу, знищення мікрофлори, інактивації токсинів та інших можливих змін.

В результаті змінюються механічні та фізико-хімічні властивості сировини, підвищується міцність зчеплення частинок, відбувається спучування продукту, що знижує його питому масу (щільність) і робить корми плавучими.

Щільність екструдатів може варіюватися в широких межах — від 5 до 560 кг/м³, залежно від технологічних умов. Тому екструдери дозволяють виробляти як плаваючі, так і тонучі корми з різною швидкістю занурення.

Екструдати можуть мати різні форми: кульки, циліндри з закругленими краями, трубочки, ковбаски, пластини, кільця тощо. Форма екструдату залежить від форми отворів матриці, конструкції ножа та характеру його роботи [9, 12].

Ефективність екструдованого зерна ячменю, пшениці, сої, гороху та інших культур у складі комбікормів і раціонів підтверджена численними експериментальними дослідженнями на молодняку великої рогатої худоби і свиней. Зокрема, середньодобові прирости маси тіла цих тварин зростали на 7–16 %. Значні зміни відбуваються у вуглеводно-лігніновому комплексі –

збільшується кількість цукру і декстринів. Основним показником якості екструдату є ступінь декстринізації крохмалю, який повинен складати не менше 55 % від вихідного значення [10]. В табл. 2.1 наведено зміни вуглеводно-лігнінового комплексу зерна в процесі екструдувannya.

Таблиця 2.1 – Зміни вуглеводно-лігнінового комплексу зерна в процесі екструдувannya

Вміст, % на суху речовину	Кукурудза		Пшениця		Ячмінь		Горох	
	до	після	до	після	до	після	до	після
Крохмаль	67,3	56,2	46,5	18,18	62,4	51,8	25,82	15,18
Загальний цукор	1,9	2,5	5,27	10,9	1,3	1,8	3,01	3,47
Декстрини	2,0	12,5	4,86	21,9	1,4	11,5	5,52	8,07

Аналіз таблиці свідчить, що в процесі екструдувannya полісахариди розпадаються на більш прості складові – кількість декстринів та цукру збільшується, а крохмалю – зменшується.

Таким чином, поглиблена теплова обробка зерна є ефективним способом підвищення перетравності поживних речовин зерна та комбікорму, інактивації антипоживних речовин бобових та стерилізації продукту, що особливо важливо для молодняка сільськогосподарських тварин та птиці. Незважаючи на високі температури процесу екструдувannya, перетравність білка не знижується через короткочасну обробку.

Розділ 3. Технологічна частина

3.1 Характеристика сировини

Пшениця (ДСТУ 3768:2004) – одна з найбільш часто використовуваних зернових культур в рецептах комбікормів для більшості сільськогосподарських тварин, птиці, ставкових риб та хутрових звірів. Її зміст в комбікормах становить від 10 до 70%. Склад і поживність зерна пшениці коливається і залежить від умов вирощування (грунт, клімат, волога, добрива, сорт і т. д.).

Ячмінь (ДСТУ 3769-98) – дуже цінна в кормовому відношенні злакова зернова культура. За винятком невеликого числа видів тварин (хутрові звірі, кролі) ячмінь включають до складу комбікормів без обмежень, частіше від 20 до 60 %. У зерні недостатньо протеїну (60...67 %), який дефіцитний по метіоніну, триптофану, лізину і гістидину. Ячмінь добре поїдають в цілому вигляді коні і птиця, але в сплющеному або розмеленому виді перетравність поживних речовин вище [13].

Кукурудза (ДСТУ 13634-90) має хорошу перетравність. Вона містить багато органічних речовин і володіє високою живильною цінністю. Кукурудза володіє гарними смаковими якостями завдяки порівняно високому вмісту жирів [13].

Овес (ДСТУ 28673-90) - одна з найбільш цінних злакових культур. Зерно вівса має високі харчові і кормові достоїнства. Це прекрасний дієтичний корм, що сприяє регуляції роботи шлунково-кишкового тракту, особливо у молодняка. Овес містить недостатньо протеїну (70% потреби), але він характеризується високою біологічною цінністю, у складі якого міститься підвищений рівень незамінних амінокислот, у тому числі лізину.

Висівки пшеничні (ДСТУ 3016-95) – отримують у вигляді побічного продукту при сортових і оббивних помелах пшениці. Висівками є оболонкові продукти, частково містять частинки ендосперму. Відмінною характеристикою є підвищений вміст сирого протеїну (до 15 %) і сирі клітковини (до 9...10 %) [13].

Соняшникові макуха (ДСТУ 80-96) і *шрот* (ДСТУ 11246-96)

					КРБ.ТЗіК.1.607-03.6.1			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Логінова О.В.			Розробка технології підвищення ефективності використання сировини при виробництві комбікормової продукції	Лім.	Лист	Листів
Перевірив							24	59
Керівник		Ворона Н.В.				ОНТУ 2024		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

представляють собою, відходи при виробництві соняшникового олії. В залежності від якості попереднього очищення насіння, макуха може бути з низьким вмістом лузги (близько 4 % лузги) і звичайним (до 15,5% лузги), а шрот високобілковим (з відділенням основної кількості лушпиння) і звичайним (з частковим видаленням лузги).

Соева макуха (ДСТУ 27149-95) і *шрот* (ДСТУ 12220-96) за своєю біологічною цінністю відносяться до кращих білковим кормів, наближеними за амінокислотним складом до білків тваринного походження [13].

Дріжджі кормові (ДСТУ 20083-74) є повноцінним кормом, джерелом легкозасвоюваного білка, вуглеводів, вітамінів групи В і мікроелементів. У середньому дріжджі кормові містять від 42 до 54 % сирого протеїну, до 5 % сирого жиру, від 20 до 40 % БЕР і від 6 до 12 % солей макро- і мікроелементів.

М'ясо-кісткова мука (ДСТУ 17536-82) виробляється з туш тварин, м'ясо яких не придатне в їжу людини, різних відходів, одержуваних при забої тварин на м'ясокомбінатах, трупів тварин, ембріонів, внутрішніх органів і кісток шляхом послідовних процесів розварювання, сушки, подрібнення і просіювання [3]. М'ясо-кісткова мука містить значну кількість сирого протеїну (35...55 %), сирого жиру (14...18 %) і сирої золи (17...30 %) [14].

Сіль кухонна (ДСТУ 13830-97) – кристалічний природний хлористий натрій білого кольору. Сіль є обов'язковим компонентом більшості рецептів комбікормів. Перевищення дози солі в комбікормах може викликати отруєння організму особливо у птахів і свиней. Введенням кухонної солі оптимізують співвідношення калію і натрію в раціонах тварин, яке повинно складати 3:5:1 [13].

Крейда кормова (CaCO_3) (ДСТУ 21-10-83) – білий аморфний порошок або грудки різної форми, нерозчинні у воді [3]. Крейду використовують для балансування раціонів і комбікормів по кальцію. При розробці рецептури необхідно дотримуватися співвідношення кальцій-фосфор, яке має бути в межах 1,5...2,0:1,0 [15].

Монокальційфосфат (ДСТУ 23999-80) – обезфторенний кормовий фосфат, використовуваний в якості харчової добавки до раціону тварин і птиці. Монокальційфосфат заповнює брак погोलів'я в мінеральних речовинах (фосфорі і кальції). Забезпечує необхідний обмін речовин в організмі тварини, зміцнюючи його імунну і репродуктивну системи [16].

Вапнякова мука (ДСТУ 26826-86) містить в собі такий важливий компонент, як карбонат кальцію. Карбонат кальцію незамінний в здоровому

раціоні домашніх тварин. Він сприяє правильному формуванню кісткової тканини, а також забезпечує нормальний розвиток, ріст і репродукцію птахів і худоби [15].

Премікс – це однорідна суміш подрібнених до необхідної крупності біологічно активних речовин (вітамінів, кормових форм мікроелементів, амінокислот, ферментів та інших препаратів біологічно активних речовин) та наповнювача, яка виробляється за науково обґрунтованими рецептами і застосовується для збагачення комбікормів, кормосумішей, білково-вітамінних добавок та інших кормових добавок [17].

Премікси призначені для забезпечення сільськогосподарських тварин і птиці через комбікорми та БВМД біологічно активними речовинами, необхідними для їх росту, підвищення продуктивності і збереження поголів'я [17-18].

3.2 Розрахунок рецепту комбікормової продукції на ЕОМ

В Україні використовуються різні позначення для рецептів комбікормів залежно від їхнього типу та призначення. Нижче подані основні позначення та їх пояснення:

Тип комбікорму:

ПК – Повнораціонний комбікорм.

ПК-ПС – Повнораціонний комбікорм-передстартер.

ПК-С – Повнораціонний комбікорм-стартер.

ПК-Г – Повнораціонний комбікорм-гроуер.

ПК-Ф – Повнораціонний комбікорм-фінішер.

КК – Комбікорм-концентрат.

СК – Повнораціонний комбікорм для свиней.

КР – Повнораціонний комбікорм для телят.

КАК – Карбамідний концентрат.

БВД – Білково-вітамінна добавка.

БМВД – Білково-мінерально-вітамінна добавка.

П – Премікс.

ЗНМ – Замінник незбираного молока (для телят).

Інші ознаки:

Позначення для свиней, телят, гризунів, індиків, птиці, риби тощо.

Наприклад:

ПК-С-СК-1 – Повнораціонний комбікорм-стартер для свиней першого місяця життя.

КК-Г-КР-3 – Комбікорм-концентрат гроуер для телят третього місяця життя.

Ці позначення допомагають фермерам та годівельникам швидко зорієнтуватися в асортименті комбікормів і вибрати необхідний продукт для конкретних умов годівлі та виду тварин.

Розрахунок рецепта комбікорму, дійсно, є складним завданням, що вимагає врахування багатьох параметрів та обмежень. Визначення оптимального складу комбікорму може впливати на ефективність годівлі тварин та загальну економічну доцільність виробництва.

Давайте підкреслимо кілька важливих моментів:

1. Визначення Показників Якості:

Кормові одиниці, обмінна енергія, сирий протеїн, перетравний протеїн та інші характеристики визначаються на основі потреб та фізіологічних особливостей конкретних тварин.

2. Точність Даних:

Наявність точних даних про хімічний склад кормових засобів є вирішальною для точного розрахунку. Постійне оновлення цих даних дозволяє враховувати зміни у вмісті поживних речовин у сировині.

3. Використання ЕОМ:

Використання ефективних програм для розрахунку рецепта комбікорму на комп'ютерах є ключовим елементом, особливо при оптимізації параметрів та врахуванні системи обмежень.

4. Індивідуалізація Рецепта:

Розрахунок рецепта повинен бути індивідуалізованим для конкретного виду тварин та враховувати їхні потреби в залежності від віку, статі, фізіологічного стану та інших факторів.

5. Узгодження та Затвердження:

Процес узгодження та затвердження рецепта комбікорму між різними підрозділами підприємства важливий для забезпечення якості та ефективності виробництва.

6. Врахування Особливостей:

Врахування стресів та інших факторів, таких як зміни в кліматичних умовах або агротехнічних прийомах, є критичним для забезпечення оптимальної

продуктивності тварин.

7. Важливість Системи Контролю Якості:

Система контролю якості на кожному етапі виробництва є необхідною для забезпечення відповідності виробленого комбікорму встановленим стандартам.

8. Врахування Економічних Факторів:

Економічна доцільність виробництва вимагає не лише високої якості комбікорму, але й оптимізації вартості компонентів та управління витратами.

Детальний огляд всіх цих факторів свідчить про складність і важливість розрахунку рецепта комбікорму для сучасного сільськогосподарського виробництва.

Методика розрахунку рецепта за допомогою оптимізаційної програми

Програмний комплекс має вражаючий функціонал, який включає в себе ряд важливих можливостей для розрахунку і оптимізації рецептів комбікормів для різних видів тварин. Декілька ключових функцій та переваг цього програмного забезпечення:

1. Оптимізація Вартості:

Програма дозволяє розраховувати рецепти комбікормів мінімальної вартості, що є важливим аспектом для ефективного управління витратами на виробництво кормів.

2. Балансування Якості:

Можливість збалансувати рецепти за будь-яким числом показників якості дозволяє створювати корми, що відповідають специфічним потребам тварин.

3. Оптимізація Рецептів Концентратів:

Програма розраховує оптимальні рецепти концентратів, включаючи адресні, спрямовані на використання конкретних видів сировини.

4. Управління Сировиною:

Можливість вести облік витрати і залишків сировини, а також розраховувати потребу в сировині на будь-який період часу, є важливим елементом планування виробництва.

5. Коригування Амінокислотного Складу:

Автоматичне коригування амінокислотного складу сировини при зміні рівня сирого протеїну є практичним для підтримання балансу.

6. Управління Відношенням Показників Поживності:

Можливість задавати обмеження відношення показників поживності, таких як енергія до протеїну, дозволяє досягти оптимального харчування тварин.

7. Оцінка Ринкової Вартості Сировини:

Програма надає можливість оцінювати ринкову вартість сировини, що є важливим для стратегічного планування закупівель.

8. Формування Друкованих Форм:

Здатність формувати друковані форми рецепта якісного посвідчення полегшує процес документування та контролю якості.

9. Автоматичне Коригування за Допомогою Ферментних Препаратів:

Можливість автоматичного коригування амінокислотного складу при введенні ферментних препаратів є важливою для оптимізації процесів під час годівлі тварин.

Цей програмний комплекс дозволяє забезпечити ефективне годування різних видів тварин, враховуючи їхні унікальні потреби та економічні обмеження.

3.3 Аналіз і обґрунтування схеми технологічного процесу з технічними пропозиціями

Технологія IV-го покоління дозволяє зменшити кількість технологічного і транспортного обладнання, зменшити ємність і число оперативних бункерів, значно знижуються питомі витрати електроенергії на виробництво комбікормів і значно покращується їх якість, тим самим забезпечується гарантований склад і висока однорідність суміші. Технологія IV-го покоління також характеризуються наявністю технологічних процесів теплової обробки сировини і, в першу чергу, розсипних комбікормів. Побудова технологічного процесу за порційною технологією дає наступні переваги:

- більш низькі витрати на виробництво;
- менша металоємність;
- простота обслуговування обладнання;
- мінімальна чисельність обслуговуючого персоналу;
- менша кількість поверхів виробничого корпусу;
- можливість комплексної і повної автоматизації виробництва.

Проте така технологія має певні недоліки, головним з яких є високі вимоги до аспірації транспортного, технологічного обладнання і оперативних ємностей.

Технологічною схемою також передбачено можливість виготовлення гранулованих комбікормів і крупки.

Таким чином технологічними лініями комбікормового заводу є:

- лінія поглибленої теплової обробки зерна;
- лінія підготовки порції зернової, мучнистої сировини та шротів;
- лінія підготовки порції макро- та мікрокомпонентів;
- лінія змішування;
- лінія гранулювання.

Лінія поглибленої теплової обробки зерна. Для збільшення поживної цінності готової продукції було передбачено встановлення лінії поглибленої теплової обробки зернової сировини.

Зернова сировина за допомогою норії НМ-10 №1 (паспортною продуктивністю 10 т/год) подається для очищення від металомагнітних домішок у магнітну колонку УЗ-ДКМ-00 №1 (продуктивністю 6 т/год). Далі в оперативний бункер №1 (ємністю 4,4 т), після чого зернова сировина поступає в кондиціонер СМ 2/5 №1 (5 т/год) для зволоження продукту. Зволожена сировина подається далі в екструдер ЕХ-617 (5 т/год), де відбувається екструдкування зерна. Гарячий екструдат охолоджують в охолоджувачі з протитечійним потоком повітря ТК-1800 (5 т/год), а далі подають у валковий подрібнювач марки Caracity KR 16,2 №1 (6 т/год), потім за допомогою норії НМ-10 №2, з паспортною продуктивністю 10 т/год та конвеєру скребкового КСТ-200 №1 (10 т/год) на лінію підготовки порції зернової, мучнистої сировини та шротів.

Лінія підготовки порції зернової, мучнистої сировини та шротів. Зернова, мучниста сировина та шроти очищені від сторонніх домішок подаються в склад силосного типу з елеватора, який знаходиться на території заводу. За допомогою норій НМ-40 (паспортною продуктивністю 40 т/год) №3, НМ-30 (паспортною продуктивністю 30 т/год) №4 і конвеєрів скребкових КСТ-200 №2 (40 т/год) та КСТ-200 №3 (30 т/год) вони подаються в наддозаторні бункери №2-19, далі за допомогою гвинтових живильників ПШ-320 №1-18 – у ваги бункерні марки ВБ-3000 №1 ємністю 3 т. Здозована порція за допомогою конвеєра КСТ-200 № 4 (40 т/год) і норії НМ-40 № 5 (40 т/год) подається в оперативний бункер №20 (ємністю 3,1 т), а далі на просіювальну машину УЗ-ДМП-20А № 1 (20 т/год). Дрібна фракція очищується від металомагнітних домішок на магнітному сепараторі УЗ-ДКМ-01 № 3 (12 т/год) і надходить в оперативний бункер №21 під дробаркою (3,1 т). Крупна фракція очищується від металомагнітних домішок на магнітному сепараторі УЗ-ДКМ-01 № 2 (12 т/год) і подається в порційний вузол подрібнення – молоткову дробарку УЗ-ДБМ-20 (20 т/год). Порція подрібнених компонентів за допомогою гвинтового конвеєру КВ-250 №1 (40 т/год) та норії НМ-40 №6 (40

т/год) подається до головного змішувача періодичної дії УЗ-ДСО-3,0 №2.

Лінія підготовки порції макро- та мікрокомпонентів. Дріжджі кормові, мінеральні компоненти, біологічно-активні речовини та премікси передбачається закуповувати в затареному вигляді. На лінії передбачено ручне розтарення та завантаження макро- та мікрокомпонентів у бункери модуля мікродозування ММД-300-8 ємністю 300 кг. Здозована порція макро- та мікрокомпонентів для додаткового змішування подається у лопатевий змішувач періодичної дії СП-500 №1. Підготовлена передсуміш макро- та мікрокомпонентів подається до головного змішувача періодичної дії УЗ-ДСО-3,0 №2.

Лінія змішування. Лінія призначена для змішування здозованих і підготовлених порцій компонентів комбікорму. Порції компонентів надходять до змішувача періодичної дії УЗ-ДСО-3,0 №2, після чого всі 2 порції змішуються протягом 6 хв (повний цикл) та отримують готовий розсипний комбікорм. Одержаний розсипний комбікорм за допомогою конвеєра КСТ-200 №5 (40 т/год) подається на лінію гранулювання або в склад готової продукції (силосного типу).

Лінія гранулювання. Лінія призначена для гранулювання розсипного комбікорму. На лінії гранулювання перед прес-гранулятором встановлено горизонтальний кондиціонер, завдяки чому підвищиться якість, поживна цінність комбікормів і ефективність гранулювання.

Розсипний комбікорм подається за допомогою норії НМ-40 № 7 (40 т/год) на магнітні сепаратори УЗ-ДКМ-01 №4, №5 (12 т/год) для контролю на вміст металомангнітних домішок, а далі в оперативні бункери №32, 33 (ємністю 21,6 т). Після цього комбікорм подається у кондиціонер тривалого витримування марки СМ 901/ СМ 30 №2 (30 т/год) та у прес-гранулятор РМВ 919W (30 т/год), куди додають рідкі компоненти і пару. Гранульований комбікорм подається в охолоджувач з протитечійним потоком повітря VK24X28R №2 (30 т/год) і у валковий подрібнювач гранул GRM 161 №2 для отримання крупки. Готова продукція (гранульований комбікорм або крупка) подається за допомогою норії НМ-40 №8 (40 т/год) для контролю крупності готової продукції на просіювальну машину TRZ 1500-3 № 3 (30 т/год), в якій встановлено полотно решітне №30-40 та полотно решітне №10. Прохід нижнього сита, дрібна фракція (20 %), направляється на повторне гранулювання на норію НМ-40 № 8 (40 т/год). Схід з верхнього сита, крупна фракція (10 %), направляється на доподрібнення у валковий подрібнювач Capacity KR 16.2 №3 (6 т/год). Прохід верхнього та схід

з нижнього сита – комбікормова крупка за допомогою норії НМ-30 №9 (30 т/год) та скребкового конвеєру КСТ-200 №6 (30 т/год) подається в склад готової продукції.

Зі складу готової продукції гранульований комбікорм та крупку направляють на відпуск – автомобільний та залізничний транспорт.

3.4 Розрахунок обладнання приймально-відпускних пристроїв

Приймання сировини з автотранспорту $A_n = 60\%$

Приймання сировини із залізничного транспорту $A_n = 40\%$

Відпуск готової продукції на автотранспорт $A_n = 60\%$

Відпуск готової продукції на залізничний транспорт $A_n = 40\%$

Таблиця 3.4.1 – Рецепти комбікормової продукції

Компоненти	Масова частка (%) компонента в рецепті				Максимальна маса компонентів однієї групи в рецепті, %	Прийнята розрахункова маса сировини, % від добової продуктивності заводу
	№ПК – 52 – 63 для ремонтного молодняка свиней 4-8 місяців	№ПК – 4 – 6 для курей яєчних кросів від 15 тижнів до 2 – 5 % несучості	№ОК – 81 – 1 – 65 для ягнят до 4 місяців	№КК – 63 – 64 для молодняка ВРХ 4 – 12 місяців у стійловий період		
1	2	3	4	6	7	8
Пшениця	20,7	31,7	16,4	3,0		
Ячмінь	-	-	-	1,7		
Тритикале	20,0	10,0	20,0	30,0		
Кукурудза	-	18,0	-	-		
Соя повножирова	-	7,9	0,90	-		
<i>Всього зернової сировини</i>	<i>40,7</i>	<i>67,6</i>	<i>37,3</i>	<i>34,7</i>	<i>67,6</i>	<i>67,6</i>
Макуха соняшникова	9,7	9,5	-	-		
Шрот соняшниковий	-	-	20,0	15,0		
<i>Всього шротів і кускової сировини</i>	<i>9,7</i>	<i>9,5</i>	<i>20,0</i>	<i>15,0</i>	<i>20,0</i>	<i>20,0</i>
Висівки пшеничні	25,0	-	15,0	30,0		
Мучка кормова пшенична	20,0	10,0	20,0	15,0		
<i>Всього мучнистої сировини</i>	<i>45,0</i>	<i>10,0</i>	<i>25,0</i>	<i>45,0</i>	<i>45,0</i>	<i>45,0</i>
Максимум I порція	95,4	87,1	82,3	94,7	95,4	95,4
Дріжджі кормові	0,86	4,92	4,00	1,66		
<i>Всього дріжджі кормові</i>	<i>0,86</i>	<i>4,92</i>	<i>4,00</i>	<i>1,66</i>	<i>4,92</i>	<i>4,9</i>
Сіль поварена	0,31	0,16	-	0,94		
Крейда	0,20	2,00	1,50	-		
Вапнякова мука	2,00	2,00	-	0,90		
Монокальційфосфат	-	0,61	-	-		

Продовження табл. 3.4.1

1	2	3	4	5	6	7
Фосфат дефторований G	-	2,00	-	-		
Знефторений фосфат	-	-	1,20	0,80		
<i>Всього мінеральної сировини</i>	<i>2,51</i>	<i>6,77</i>	<i>2,70</i>	<i>2,64</i>	<i>6,77</i>	<i>6,8</i>
Монохлоргідрат лізину	-	0,10	-	-		
Сульфат лізину	0,23	-	-	-		
DL-метіонін	-	0,11	-	-		
Премікс	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,0
<i>Всього мікрокомпонентів</i>	<i>1,23</i>	<i>1,21</i>	<i>1,00</i>	<i>1,00</i>	<i>1,23</i>	<i>1,2</i>
Максимум II порція	4,60	12,90	7,70	5,30	12,90	12,9

Розрахунок транспортного обладнання приймання сировини з залізничного та автомобільного транспорту

Розрахункова продуктивність пристрою для приймання зернових видів (мучнистої) сировини із залізничного (автомобільного) транспорту, т/добу:

$$G_{np} = \frac{Q_z \times a \times A_n \times K_d}{100 \times 100}, \quad (3.4.1)$$

де G_{np} - розрахункова продуктивність приймального пристрою, т/добу;

Q_z – продуктивність заводу, т/добу;

a – опосереднені витрати сировини (табл. 3.4.1, 3.4.2), %;

A_n – масова частка сировини, яка надходить залізничним (автомобільним) транспортом, від добової продуктивності підприємства, %;

K_d – коефіцієнт добової нерівномірності надходження сировини залізничним (автомобільним) транспортом:

– для залізничного транспорту $K_d = 1,5$;

– для автотранспорту $K_d = 1,43$.

Таблиця 3.4.2 – Опосереднені витрати сировини у відсотках від добової продуктивності підприємства

Сировина	Для виробництва комбікормів, a , %	Перерахунок за рецептами, a , %
Зернова	60	67,6
Мучниста (висівки, мучки)	16	45,0
Шроти	11	20,0
Кормові продукти харчових виробництв (КПХВ), трав'яна мука	8	4,9
Мінеральна	2,5	6,8
Премікси	1	1
Меяса	2	-
Жир	0,5	-
Інші компоненти	визначають завданням	0,2

Таблиця 3.4.3 – Опосереднені значення об'ємних мас сировини, готової продукції

Сировина, готова продукція	Опосереднені значення об'ємних мас сировини, γ_c , т/м ³
Зернова сировина	0,65
Борошніста (висівки, мучки)	0,30
Шроти	0,50
Кормові продукти харчових виробництв (КПХВ), трав'яне борошно	0,50
Мінеральна сировина (сіль кухонна кормова, крейда кормова)	1,20
Вапнякова мука	1,40
Премікси (наповнювач - висівки)	0,30
Інші компоненти	Значення за показниками фізико-хімічних властивостей
Розсипний комбікорм, БВД	0,50
Пресовані комбікорм, БВД (у вигляді гранул, крупки)	0,63

Розрахункова продуктивність відпускнуго пристрою для відвантаження на автомобільний (залізничний) транспорт, т/добу:

$$G_{\text{вп}} = \frac{Q_z \times A_v \times K_d}{100}, \quad (3.4.2)$$

де $G_{\text{вп}}$ - розрахункова продуктивність відпускнуго пристрою, т/добу;

Q_z – продуктивність заводу, т/добу;

A_v – масова частка готової продукції від добової продуктивності заводу, яка відвантажується на автомобільний (залізничний) транспорт, %;

K_d – коефіцієнт добової нерівномірності відвантаження готової продукції на автомобільний (залізничний) транспорт:

– для автомобільного транспорту $K_d = 1,0$.

– для залізничного транспорту $K_d = 1,3$.

Розрахункову продуктивність пристрою для приймання зернових видів сировини, шротів та мучнистої сировини із автомобільного транспорту, розраховують за формулою 3.4.1:

$$G_{\text{пр.з/с}} = \frac{210 \times 67,6 \times 60 \times 1,45}{100 \times 100} = 123,5 \text{ (т/добу)}$$

$$G_{\text{пр.м/с}} = \frac{210 \times 45 \times 60 \times 1,45}{100 \times 100} = 82,2 \text{ (т/добу)}$$

$$G_{\text{пр.шр}} = \frac{210 \times 20 \times 60 \times 1,45}{100 \times 100} = 36,5 \text{ (т/добу)}$$

Продуктивність пристроїв для різних видів сировини за годину, т/добу:

$$q_{год} = \frac{G_{фп}}{\tau_{заг}}, \quad (3.4.3)$$

де $q_{год}$ - продуктивність пристроїв для різних видів сировини за годину, т/добу;

$G_{фп}$, зокрема ($G_{фп1}$, $G_{фп2}$, $G_{фп3}$, $G_{фп4}$) – фактична продуктивність обладнання приймального пристрою для кожного виду сировини, т/добу;

$\tau_{заг}$ – загальний час на розвантаження, год.

Продуктивність пристроїв для зернових видів сировини, шротів та мучнистої сировини за годину розраховуємо за формулою 3.4.3:

$$q_{год з/с} = \frac{123,5}{12} = 10,3 \text{ (т/год)}$$

$$q_{год м/с} = \frac{82,2}{12} = 6,9 \text{ (т/год)}$$

$$q_{год шр} = \frac{36,5}{12} = 3,0 \text{ (т/год)}$$

На підприємстві для приймання сировини з автомобільного транспорту встановлюємо автомобілерозвантажувач марки ГУАР-30 з продуктивністю 30 т/год.

Продуктивність вагонорозвантажувача (автомобілерозвантажувача) на даному виді сировини, т/год:

$$q_e = \frac{q_n \times \gamma_c}{0,75}, \quad (3.4.4)$$

де q_e – експлуатаційна продуктивність вагонорозвантажувача (автомобілерозвантажувача) для різних видів сировини, т/год;

q_n – паспортна продуктивність вагонорозвантажувача (автомобілерозвантажувача) (вказана для зернової сировини з об'ємною масою $\gamma_c = 0,75 \text{ т/м}^3$), т/год.

Експлуатаційну продуктивність розраховуємо за формулою (3.4.4):

$$q_{e \text{ пт з/с}} = \frac{30 \times 0,65}{0,75} = 26 \text{ (т/год)}$$

$$q_{e \text{ пт м/с}} = \frac{30 \times 0,30}{0,75} = 12 \text{ (т/год)}$$

$$q_{e \text{ пт шр}} = \frac{30 \times 0,50}{0,75} = 20 \text{ (т/год)}$$

Фактичні витрати часу на розвантаження сировини, год:

$$\tau_{ф} = \frac{G_{пф}}{q_e}, \quad (3.4.5)$$

де τ_{ϕ} - фактичні витрати часу на розвантаження сировини, год;
 $G_{n\phi}$ - фактична продуктивність приймального пристрою, т/добу;
 q_e – експлуатаційна продуктивність розвантажувача або транспортного обладнання для різних видів сировини, т/год.

Фактичні витрати часу на розвантаження сировини розраховуємо за формулою (3.4.5):

$$\tau_{\phi \text{ з/с}} = \frac{123,5}{26} = 4,8 \text{ (год)}$$

$$\tau_{\phi \text{ м/с}} = \frac{82,2}{12} = 6,9 \text{ (год)}$$

$$\tau_{\phi \text{ шр}} = \frac{36,5}{20} = 1,8 \text{ (год)}$$

Загальний час на розвантаження:

$$\tau_3 = 4,8 + 6,9 + 1,8 = 13,5 \text{ (год)}$$

13,5 < 24 – розрахунок часу виконано вірно.

Для приймання сировини встановлюємо транспортер ТСЦ-320-5375, норію У2-УН-100 з паспортною продуктивністю 100 т/год.

Експлуатаційну продуктивність транспортного обладнання для сировини розраховують за формулою (3.4.4):

$$q_{e \text{ пт з/с}} = \frac{100 \times 0,65}{0,75} = 86,7 \text{ (т/год)}$$

$$q_{e \text{ пт м/с}} = \frac{100 \times 0,30}{0,75} = 40 \text{ (т/год)}$$

$$q_{e \text{ пт шр}} = \frac{100 \times 0,50}{0,75} = 66,7 \text{ (т/год)}$$

В затареному виді на підприємство надходять КПХВ, мінеральна сировина, премікси та БАР. Розрахункову продуктивність пристрою для приймання затареної сировини із залізничного транспорту, розраховують за формулою 3.4.1:

$$G_{\text{пр.КПХВ}} = \frac{210 \times 8 \times 40 \times 1,5}{100 \times 100} = 10,1 \text{ (т/добу)}$$

$$G_{\text{пр.мін.}} = \frac{210 \times 6,8 \times 40 \times 1,5}{100 \times 100} = 8,6 \text{ (т/добу)}$$

$$G_{\text{пр.прем+БАР.}} = \frac{210 \times 1,2 \times 40 \times 1,5}{100 \times 100} = 1,5 \text{ (т/добу)}$$

Розрахунок ємності вагонів для кожного виду сировини, т:

$$E_{\text{вп}} = \frac{62 \times \gamma_{\text{с}}}{0,75}, \quad (3.4.6)$$

де $E_{вр}$ - розрахункова ємність вагона для даного виду сировини, т;
62 – ємність одного вагона (в розрахунку для зернової сировини з об'ємною масою $\gamma_3 = 0,75$ т/м³, т);

γ_c – опосереднене значення об'ємної маси сировини, т/м³ (табл. 3.4.3).

При надходженні сировини в вагоні-зерновозі для безтарного перевезення приймають ємність одного вагона $E_в = 70$ т.

Ємність вагонів для затареної сировини розраховують за формулою 3.4.6:

$$E_{вр\ КПХВ} = \frac{62 \times 0,5}{0,75} = 41,3 \text{ (т)}$$

$$E_{вр\ мин.} = \frac{62 \times 1,2}{0,75} = 99,2 \text{ (т)}$$

$$E_{вр\ прем.+БАР} = \frac{62 \times 0,3}{0,75} = 24,8 \text{ (т)}$$

Кількість вагонів, необхідних для перевезення розрахункового добового надходження сировини даного виду, шт.:

$$N_p = \frac{G_{пр}}{E_в}, \quad (3.4.7)$$

де n_p – розрахункова кількість вагонів для даного виду сировини, шт.;

$G_{пр}$ – розрахункова продуктивність приймального пристрою, т/добу;

$E_в$ – ємність одного вагона для даного виду сировини, т.

Кількість вагонів, необхідних для перевезення розрахункового добового надходження затареної сировини розраховують за формулою 3.4.7:

$$n_p\ КПХВ = \frac{10,1}{41,3} = 1 \text{ (шт.)}$$

$$n_p\ мин. = \frac{8,6}{99,2} = 1 \text{ (шт.)}$$

$$n_p\ прем.+БАР = \frac{1,5}{24,8} = 1 \text{ (шт.)}$$

Фактична продуктивність приймальних пристроїв для окремих видів сировини, які надходять на підприємство, т/добу:

$$G_{нф} = n_{ф} \times E_в, \quad (3.4.8)$$

де $G_{нф}$ - фактична продуктивність приймального пристрою, т/добу;

$n_{ф}$ – фактична кількість вагонів для даного виду сировини (після закруглення розрахункової кількості до цілого значення), шт.;

$E_в$ – ємність вагона для даного виду сировини, т.

Фактичну продуктивність приймальних пристроїв для затареної сировини,

яка надходить на підприємство розраховують за формулою 3.4.8:

$$G_{\text{нф КПХВ}} = 1 \times 41,3 = 41,3 \text{ (т/добу)}$$

$$G_{\text{нф мін}} = 1 \times 99,2 = 99,2 \text{ (т/добу)}$$

$$G_{\text{нф прем.+БАР}} = 1 \times 24,8 = 24,8 \text{ (т/добу)}$$

Розрахунок сумарного добового надходження сировини залізничним транспортом (добового відвантаження на залізничний транспорт), т:

$$\Sigma G_{\text{нф}} = \Sigma(G_{\text{нф1}} + G_{\text{нф2}} + G_{\text{нф3}} + G_{\text{нф4}}), \quad (3.4.9)$$

де $\Sigma G_{\text{нф}}$ - сумарне добове надходження сировини залізничним транспортом (кількість складових частин рівняння залежить від кількості компонентів у складі рецептів, асортименту готової продукції), т;

$G_{\text{нф1}}, G_{\text{нф4}}$ - фактична продуктивність приймального пристрою для кожного виду сировини, т/добу.

Розрахунок сумарного добового надходження сировини залізничним транспортом розраховують за формулою 3.4.9:

$$\Sigma G_{\text{нф}} = 41,3 + 99,2 + 24,8 = 165,3 \text{ (т/добу)}$$

При $\Sigma G_{\text{нф}} < 1000$ т/добу, величину подачі вагонів для розвантаження приймають $\frac{1}{5}$ маршруту $G_{\text{над}} \leq \frac{1}{5} G_m$; $G_{\text{маршруту}} = 3000$ т.

$$G_{\text{над}} = \frac{3000}{5} = 600 \text{ т}$$

Розрахуємо загальнотривалість розвантаження для всіх вагонів, год:

$$\tau_{\text{заг}} = \frac{\Sigma G_{\text{пф}} \times \tau_{\text{н}}}{G_{\text{надх}}}, \quad (3.4.10)$$

де $\tau_{\text{заг}}$ – загальний час на розвантаження всіх вагонів, год;

$\tau_{\text{н}}$ - нормативний час на обробку однієї подачі вагонів, год.

Нормативний час на обробку однієї подачі вагонів ($\tau_{\text{н}}$) приймаємо:

при розвантаженні $\tau_{\text{н}} = 3$ год 10 хв ($\tau_{\text{н}} = 3,17$ год).

Загальнотривалість розвантаження для всіх вагонів розраховують за формулою 3.4.10:

$$\tau_{\text{заг}} = \frac{165,3 \times 3,17}{600} = 0,9 \text{ (год)}$$

Продуктивність пристроїв для приймання затареної сировини за годину розраховують за формулою 3.4.3:

$$q_{\text{год КПХВ}} = \frac{41,3}{0,87} = 47,5 \text{ (т/добу)}$$

$$Q_{\text{год мін.}} = \frac{99,2}{0,87} = 114,0 \text{ (т/добу)}$$

$$Q_{\text{год КПХВ}} = \frac{24,8}{0,87} = 28,5 \text{ (т/добу)}$$

Приймаємо вогонорозвантажувач $q = 175$ т/год, для $\gamma_c = 0,75$ т/м³.

Продуктивність вагонорозвантажувача для затареної сировини розраховують за формулою 3.4.4:

$$Q_e \text{ КПХВ} = \frac{175 \times 0,5}{0,75} = 116,7 \text{ (т/год)}$$

$$Q_e \text{ мін.} = \frac{175 \times 1,2}{0,75} = 280 \text{ (т/год)}$$

$$Q_e \text{ прем.+БАР} = \frac{175 \times 0,3}{0,75} = 70 \text{ (т/год)}$$

$$Q_{\text{год}} \leq Q_e$$

Експлуатаційна фактична продуктивність вагонорозвантажувача, т/год:

$$q_{ef} = \frac{E_B}{\tau_M + \tau_{пз} + \frac{E - E_c}{q_e}}, \quad (3.4.11)$$

де q_{ef} - експлуатаційна фактична продуктивність вагонорозвантажувача, т/год;

E_B - ємність одного вагона, т;

q_e - експлуатаційна продуктивність вагонорозвантажувача для різних видів сировини, т/год;

τ_M - тривалість робіт, яку витрачають на перестановку вагонів в залежності від застосовуваних маневрових засобів, год. (табл. 3.4.4);

Таблиця 3.4.4 – Тривалість маневрових робіт за часом на перестановку вагонів

Вантажообіг за рік, т	Маневрові засоби	Тривалість маневрів, год			
		1 вагон	2 вагона	3 вагона	4 вагони
до 150000	Манєврова лебідка	0,033	0,050	0,083	–
Більше 150000	Мотовоз	0,025	0,042	0,050	–
Більше 150000	Тепловоз	–	0,042	0,050	0,067

$\tau_{пз}$ - тривалість робіт за часом, яку витрачають на підготовчі та заключні роботи при розвантаженні вагона (відкриття вагона, зачистка тощо), год:

– приймають $\tau_{пз} = 0,15$ год;

E_c - маса сировини, яка витікає самовільно при відкритті вагонного щита, т:

– приймають $E_c = 8$ тонн при розвантаженні зерна на один бік;

– приймають $E_c = 12$ тонн при розвантаженні зерна на два боки;

– приймають $E_c = 0$ тонн при розвантаженні мучнистої сировини, шротів, мінеральної сировини;

– приймають $E_c = 0$ тонн при використанні вагона-зерновоза, вагона-хоппера.

Приймаємо:

$$\tau_{пз} = 0,15 \text{ год};$$

$$\tau_m = 0,033 \text{ год};$$

$$E_c = 0 \text{ т.}$$

Експлуатаційну фактичну продуктивність вагонорозвантажувача для затареної сировини розраховують за формулою 3.4.11:

$$q_{\text{еф КПХВ}} = \frac{41,3}{0,033 + 0,15 + \frac{41,3 - 0}{116,7}} = 77,5 \text{ (т/год)}$$

$$q_{\text{еф мін.}} = \frac{99,2}{0,033 + 0,15 + \frac{99,2 - 0}{280}} = 183,7 \text{ (т/год)}$$

$$q_{\text{еф прем.+БАР}} = \frac{24,8}{0,033 + 0,15 + \frac{24,8 - 0}{70}} = 45,9 \text{ (т/год)}$$

Обираємо конвеєр марки К4-УТФ-500, $q_n = 175$ т/год, норію марки П-175, $q_n = 175$ т/год.

Продуктивність конвеєра і норії для затареної сировини, т/год:

$$q_e = \frac{q_n \times \gamma_c \times K_{\text{вТ}}}{0,75}, \quad (3.4.12)$$

де q_e – експлуатаційна продуктивність транспортного обладнання для різних видів сировини, т/год;

q_n – паспортна продуктивність транспортного обладнання, т/год;

$K_{\text{вТ}}$ – коефіцієнт використання транспортного обладнання (табл. 3.4.5).

Таблиця 3.4.5 – Коефіцієнти використання транспортного обладнання приймально-відпускних пристроїв

Вид транспорту	Паспортна продуктивність транспортного обладнання, т/год			
	50	100	175	350
Автомобільний, $K_{\text{вТ}}$	0,90	0,85	0,80	0,75
Залізничний, $K_{\text{вТ}}$	0,85	0,80	0,70	0,70

Продуктивність конвеєра та норії для затареної сировини розраховують за формулою 3.4.12:

$$q_e \text{ КПХВ} = \frac{175 \times 0,5 \times 0,7}{0,75} = 81,7 \text{ (т/год)}$$

$$Q_{e \text{ мін.}} = \frac{175 \times 1,2 \times 0,7}{0,75} = 196 \text{ (т/год)}$$

$$Q_{e \text{ прем.+БАР}} = \frac{175 \times 0,3 \times 0,7}{0,75} = 49 \text{ (т/год)}$$

Фактичні витрати часу на розвантаження затареної сировини розраховують за формулою 3.4.5:

$$\tau_{\text{ф КПХВ}} = \frac{41,3}{81,7} = 0,51 \text{ (год)}$$

$$\tau_{\text{ф мін}} = \frac{99,2}{196} = 0,51 \text{ (год)}$$

$$\tau_{\text{ф прем.+БАР}} = \frac{24,8}{49} = 0,51 \text{ (год)}$$

$$\tau_{\text{ф}} \leq \tau_{\text{фзаг}}$$

Розрахункову продуктивність відпускнуго пристрою для відвантаження на автомобільний транспорт, розраховують за формулою 3.4.2:

$$G_{\text{вр}} = \frac{210 \times 60 \times 1,0}{100} = 126 \text{ (т/добу)}$$

Встановлюємо відпускну пристрій з продуктивністю 30 т/год.

$$K_3 = \frac{210}{12 \times 30} = 0,6$$

Для відпуску готової продукції встановлюємо скребковий конвеєр КСТ-200, паспортною продуктивністю 30 т/год.

Експлуатаційну продуктивність транспортного обладнання для готової продукції розраховують за формулою (3.4.12):

$$Q_{e \text{ пт пт}} = \frac{30 \times 0,63 \times 0,85}{0,75} = 21,4 \text{ (т/год)}$$

Встановлюємо норію У2-УН-30, паспортною продуктивністю 30 т/год.

Розрахункову продуктивність відпускнуго пристрою для відвантаження на залізничний транспорт, розраховують за формулою 3.4.2.

$$G_{\text{вр}} = \frac{210 \times 40 \times 1,5}{100} = 126 \text{ (т/добу)}$$

Встановлюємо відпускну пристрій з продуктивністю 30 т/год.

$$K_3 = \frac{210}{12 \times 30} = 0,6$$

Для відпуску готової продукції встановлюємо скребковий конвеєр КСТ-200, паспортною продуктивністю 30 т/год.

Експлуатаційну продуктивність транспортного обладнання для готової продукції розраховують за формулою (3.4.12):

$$Q_{e \text{ пт гп}} = \frac{30 \times 0,63 \times 0,85}{0,75} = 21,4 \text{ (т/год)}$$

Встановлюємо норію У2-УН-30, паспортною продуктивністю 30 т/год.

Висновок: Продуктивність обраних приймальних та відпускних пристроїв підприємства забезпечує безперервну роботу при розвантаженні та відвантаженні всіх видів сировини та готової продукції.

3.5 Розрахунок ємності складів для зберігання сировини та готової продукції

При виробництві комбікормів, по взаємозамінних схемах, необхідну складську ємність для різних видів сировини і готової продукції розраховують виходячи з опосереднених витрат сировини на виробництво комбікормів по діючих рецептах, згідно з табл. 3.4.1 та 3.4.2.

Тривалість зберігання сировини для комбікормових підприємств, продуктивність яких менше 500 т/добу, наведені в таблиці 3.5.1.

Таблиця 3.5.1 – Запаси сировини для комбікормових підприємств продуктивністю менше, ніж 500 т/добу

Сировина	Тривалість зберігання, Z_1 , діб
Зернова	27
Мучниста (висівки, мучки)	16
Шроти	31
Кормові продукти харчових виробництв (КПХВ), трав'яна мука	27
Мінеральна	43
Премікси	28
Меляса	85
Жир	28
Інші рідкі компоненти	дані згідно з завданням на проектування
Мікрокомпоненти	дані згідно з завданням на проектування

Розрахунок ємності складів для зберігання сировини, комбікормової продукції

Розрахункову масу сировини різних видів, що надходить на підприємство та зберігається в складських приміщеннях визначимо за формулою, т:

$$K_{cp} = \frac{Q \times \alpha \times Z_H}{100}, \quad (3.5.1)$$

де Q – проектна продуктивність підприємства, т/добу;

α – опосереднені витрати сировини (табл. 3.4.2), готової продукції $\alpha = 100$,

%;

Z_n – тривалість зберігання сировини, яку приймають в залежності від продуктивності підприємства – нормативна, зокрема $Z_n = Z_l$, діб.

Розрахункову масу кожного виду сировини, яка надходить на підприємство та зберігається у складі силосного типу розраховують за формулою 3.5.1.

Для розширення асортименту комбікормової продукції, яка виробляється на підприємстві, передбачаємо використання мучнистої сировини при розрахунку складу силосного типу:

Зернова сировина	$K_{\text{срз/с}} = \frac{210 \times 67,6 \times 27}{100} = 3832,9(\text{т})$
Мучниста сировина	$K_{\text{срм/с}} = \frac{210 \times 45 \times 16}{100} = 1512(\text{т})$
Шроти	$K_{\text{срш}} = \frac{210 \times 20 \times 31}{100} = 1320,6(\text{т})$

Розрахункову масу кожного виду сировини, яка надходить на підприємство та зберігається у складі підлогового типу розраховують за формулою 3.4.1.

КПХВ	$K_{\text{срКПХВ}} = \frac{210 \times 8 \times 27}{100} = 453,6(\text{т})$
Мінеральна сировина	$K_{\text{срмін}} = \frac{210 \times 6,8 \times 43}{100} = 614(\text{т})$
Премікс	$K_{\text{српр}} = \frac{210 \times 1 \times 28}{100} = 58,8(\text{т})$
Олія	$K_{\text{срол}} = \frac{210 \times 0,5 \times 28}{100} = 29,4(\text{т})$
Інші компоненти	$K_{\text{срін}} = \frac{210 \times 0,2 \times 27}{100} = 11,3(\text{т})$

Розрахункова маса готової продукції (склад силосного типу), враховуючи її запаси на 2-5 діб:

Готова продукція	$K_{\text{сргп}} = \frac{210 \times 100 \times 4}{100} = 840(\text{т})$
------------------	---

Приймаємо, що готова продукція буде виготовлятися у кількості 100 % (840 т) гранульованого комбікорму і крупки. У затареному вигляді 30 % (252 т).

При зберіганні сировини в складі силосного типу визначають загальний об'єм силосів, необхідний для зберігання кожного виду сировини і готової продукції, за формулою, м^3 :

$$U_p = \frac{K_{cp}}{\gamma \times \eta}, \quad (3.5.2)$$

де K_{cp} – розрахункова маса кожного виду сировини, за значенням якої визначають ємність складського приміщення, т;

γ – об'ємна маса сировини (табл. 3.4.3), т/ м³;

η – коефіцієнт використання об'єму (0,85 – для зернової, гранульованої сировини, готової продукції у гранульованому вигляді; 0,80 – для інших видів сировини).

Визначення загального об'єму силосів, необхідного для зберігання кожного виду сировини і готової продукції, проводять за формулою 3.5.2:

$$U_{p_{з/с}} = \frac{3832,9}{0,65 \times 0,85} = 6937,4(\text{м}^3)$$

$$U_{p_{м/с}} = \frac{1512}{0,30 \times 0,80} = 6300(\text{м}^3)$$

$$U_{p_{ш}} = \frac{1320,6}{0,50 \times 0,80} = 3301,5(\text{м}^3)$$

$$U_{p_{гпгр}} = \frac{840}{0,63 \times 0,85} = 1568,6(\text{м}^3)$$

Розрахункова кількість силосів, шт.:

$$n_p = \frac{U_p}{U_1}, \quad (3.5.3)$$

де U_1 – об'єм одного силоса, м³;

U_p – загальний розрахунковий об'єм силосів, необхідних для зберігання кожного виду сировини, м³.

Об'єм одного силоса прямокутної форми перерізу, м³:

$$U_1 = a \times b \times h, \quad (3.5.4)$$

де a, b – прийняті розміри силоса в плані, м;

h – висота силоса, м.

Об'єм одного силоса для зернової, мучнистої сировини, шротів, а також готової продукції розраховуємо за формулою 3.5.4:

$$U_1 = 3 \times 3 \times (4,8 \times 5) = 216 (\text{м}^3)$$

Тоді, розрахункову кількість силосів визначають за формулою 3.5.3:

$$n_{p_{з/с}} = \frac{6937,4}{216} = 33 (\text{шт.})$$

$$n_{p_{м/с}} = \frac{6300}{216} = 30 (\text{шт.})$$

$$n_{p_{ш}} = \frac{3301,5}{216} = 16 (\text{шт.})$$

$$n_{p_{\text{гпгр}}} = \frac{1568,6}{216} = 8 \text{ (шт.)}$$

Загальна кількість силосів по розрахунку складає 79 шт. для зберігання сировини та 8 шт. для зберігання готової продукції.

Приймаємо загальну кількість силосів для зберігання сировини на підприємстві – 80 шт (8 x 10), тобто приймаємо для зернової сировини – 34 силосів, для мучнистої – 30 силосів, для шротів – 16 силоси, а для готової продукції – 16 шт (4 x 4).

Фактична ємність силосів складу силосного типу для зберігання фактичної маси кожного виду сировини і готової продукції, т:

$$K_{\text{сф}} = n_{\text{ф}} \times U_1 \times \gamma_c \times \eta, \quad (3.5.5)$$

де $n_{\text{ф}}$ – фактична кількість силосів для зберігання кожного виду сировини, шт.;

U_1 – об'єм одного силоса для зберігання кожного виду сировини і готової продукції, м³;

γ – об'ємна маса сировини (табл. 3.4.3), т/ м³;

η – коефіцієнт використання об'єму силоса (0,85 – для зернової, гранульованої сировини, готової продукції у гранульованому вигляді; 0,80 – для інших видів сировини).

Фактична ємність силосів складу силосного типу для зберігання фактичної маси кожного виду сировини і готової продукції визначають за формулою 3.5.5:

$$K_{\text{сф з/с}} = 34 \times 216 \times 0,65 \times 0,85 = 4057,6 \text{ (т)}$$

$$K_{\text{сф м/с}} = 30 \times 216 \times 0,3 \times 0,8 = 1555,2 \text{ (т)}$$

$$K_{\text{сф ш}} = 16 \times 216 \times 0,5 \times 0,8 = 1382,4 \text{ (т)}$$

$$K_{\text{сфгпгр}} = 16 \times 216 \times 0,63 \times 0,85 = 1850,7 \text{ (т)}$$

Фактична тривалість зберігання кожного виду сировини, діб:

$$Z_{\text{ф}} = \frac{100 \times K_{\text{сф}}}{Q_3 \times a}, \quad (3.5.6)$$

де $Z_{\text{ф}}$ - фактична тривалість зберігання сировини на підприємстві, діб;

$K_{\text{сф}}$ - фактична маса кожного виду сировини, готової продукції, т;

Q_3 – продуктивність підприємства, т/добу;

a – опосереднені витрати сировини (табл.3.4.2), готової продукції $a = 100$, %

Фактичну тривалість зберігання кожного виду сировини розраховують за формулою 3.5.6:

$$Z_{\phi_{з/с}} = \frac{100 \times 4057,6}{210 \times 67,6} = 29 \text{ (діб)}$$

$$Z_{\phi_{м/с}} = \frac{100 \times 1555,2}{210 \times 45} = 17 \text{ (діб)}$$

$$Z_{\phi_{ш}} = \frac{100 \times 1382,4}{210 \times 20} = 33 \text{ (добы)}$$

$$Z_{\phi_{гпгр}} = \frac{100 \times 1850,7}{210 \times 100} = 9 \text{ (діб)}$$

Розрахункова площа складу підлогового типу для зберігання сировини в тарі, м²:

$$F_p = \frac{K_{ср}}{K_m}, \quad (3.5.7)$$

де $K_{ср}$ - розрахункова маса кожного виду сировини, т;

K_m - маса сировини, яка розташована на 1 м² корисної площі складу, т/м² (приймаємо $K_m = 0,8$ - при зберіганні сировини у мішках).

Розрахункову площу складу підлогового типу для зберігання сировини в тарі розраховують за формулою 3.5.7:

$$F_{p_{кпхв}} = \frac{453,6}{0,8} = 567 \text{ (м}^2\text{)}$$

$$F_{p_{мін}} = \frac{614}{0,8} = 767,5 \text{ (м}^2\text{)}$$

$$F_{p_{пр}} = \frac{58,8}{0,8} = 73,5 \text{ (м}^2\text{)}$$

$$F_{p_{ін}} = \frac{11,3}{0,8} = 14,1 \text{ (м}^2\text{)}$$

$$F_{p_{гпзат}} = \frac{252}{0,8} = 315 \text{ (м}^2\text{)}$$

Загальна розрахункова площа складу враховує необхідні площі для зберігання кожного виду сировини:

$$\sum F_{зр.} = F_{ркпхв} + F_{рпрем.} + F_{рмін.} + F_{рін.} + F_{ргпзат}, \quad (3.5.8)$$

де $F_{ркпхв}$ – розрахункова площа складу для зберігання кормових продуктів харчових виробництв (КПХВ), м²;

$F_{рпрем.}$ – розрахункова площа складу для зберігання преміксів, м²;

$F_{рмін.}$ – розрахункова площа складу для зберігання мінеральної сировини, м²;

$F_{рін.}$ – розрахункова площа складу для зберігання інших компонентів, м²;

$F_{ргпзат}$ – розрахункова площа складу для зберігання готової продукції у затареному вигляді, м³.

Загальну розрахункову площу складу для зберігання кожного виду

сировини визначають за формулою 3.5.8:

$$\Sigma F_{зр.} = 567 + 73,5 + 767,5 + 14,1 + 315 = 1737,1 \text{ (м}^2\text{)}$$

Загальна фактична корисна площа складу підлогового типу, м²:

$$\Sigma F_{заг.ф.кор.} = \Sigma F_{зр.} - 0,20 \times F_{зр.}, \quad (3.5.9)$$

де $\Sigma F_{заг.ф.кор.}$ – загальна фактична корисна площа складу, м²;

$\Sigma F_{зр.}$ – загальна розрахункова площа будівлі складу, м²;

0,20 – коефіцієнт, який ураховує 20% площі для побутових приміщень від загальної фактичної корисної площі складу.

Загальну фактичну корисну площу складу підлогового типу розраховують за формулою 3.5.9:

$$\Sigma F_{заг.ф.кор.} = 1737,1 - 0,20 \times 1737,1 = 1389,7 \text{ (м}^2\text{)}$$

За значенням загальної фактичної корисної площі будівлі складу підлогового типу ($\Sigma F_{заг.ф.кор.}$) визначають розміри (ширину, довжину) і кількість поверхів.

За типовим проектом на підприємстві передбачаємо склад підлогового зберігання шириною 18 м і довжиною – 60 м, висотою в два поверхи.

Фактична площа для сировини, яка зберігається в затареному вигляді, т:

$$F_{ф} = B \times L_{ф}, \quad (3.5.10)$$

де B – ширина складу, м;

L – довжина будівлі складу ($L_{max} = 60$ м), м.

Фактичну площу для сировини, яка зберігається в затареному вигляді розраховують за формулою 3.5.10:

$$F_{ф} = 18 \times 60 \times 2 = 2160 \text{ (м}^2\text{)}$$

Фактична площа складу для кожного виду сировини визначається відношенням загальної розрахункової площі складу підлогового типу до масової частки для кожного виду сировини

$$F_{фКПХВ} = 705,5 \text{ (м}^2\text{)}$$

$$F_{фмін} = 954,3 \text{ (м}^2\text{)}$$

$$F_{фін} = 17,5 \text{ (м}^2\text{)}$$

$$F_{фn} = 91,4 \text{ (м}^2\text{)}$$

$$F_{фГП} = 391,6 \text{ (м}^2\text{)}$$

Фактична ємність складів підлогового типу для зберігання фактичної маси кожного виду сировини та готової продукції (в тарі, пакетах, мішках), т:

$$K_{сф} = F_{ф} \times K_{м}, \quad (3.5.11)$$

де $F_{ф}$ – фактична корисна площа складу підлогового типу для зберігання

кожного виду сировини, готової продукції, м²;

K_m – маса сировини, яка розміщується на 1 м² корисної площі складу підлогового типу, т/м² (при зберіганні сировини, продукції в мішках $K_m = 0,8$ т/м²).

Фактична ємність складів підлогового типу для зберігання фактичної маси кожного виду сировини та готової продукції (в тарі, пакетах, мішках) розраховують за формулою 3.5.11:

$$K_{сфКПХВ} = 705,5 \times 0,8 = 564,4 \text{ (т)}$$

$$K_{сфмін} = 954,3 \times 0,8 = 763,4 \text{ (т)}$$

$$K_{сфп} = 91,4 \times 0,8 = 73,1 \text{ (т)}$$

$$K_{сфін} = 17,5 \times 0,8 = 14 \text{ (т)}$$

$$K_{сфГП} = 391,6 \times 0,8 = 313,3 \text{ (т)}$$

Фактичну тривалість зберігання кожного виду сировини розраховують за формулою 3.5.6:

$$Z_{\phi_{КПХВ}} = \frac{100 \times 564,4}{210 \times 8} = 34 \text{ (доби)}$$

$$Z_{\phi_{мін}} = \frac{100 \times 763,4}{210 \times 6,8} = 54 \text{ (доби)}$$

$$Z_{\phi_{пр}} = \frac{100 \times 73,1}{210 \times 1} = 35 \text{ (діб)}$$

$$Z_{\phi_{ін}} = \frac{100 \times 14}{210 \times 0,2} = 34 \text{ (діб)}$$

$$Z_{\phi_{ГПЗат}} = \frac{100 \times 313,3}{210 \times 30} = 5 \text{ (діб)}$$

Дані з визначення фактичної ємності складських приміщень, фактичних запасів сировини, готової продукції на підприємстві вносять в табл. 3.5.2.

Таблиця 3.5.2 – Дані розрахунку ємності складів для зберігання сировини, готової продукції

Сировина	Опосередні витрати сировини, a , %	Запас сировини, Z_n , діб	Об'ємна маса сировини, γ_s , т/м ³	Коефіцієнт використання об'єму силоса або площі складів, η	Розрахована ємність силосів (корисної площі складів), $K_{ср}$, т	Фактична ємність силосів (корисної площі складів), $K_{сф}$, т	Фактичні запаси сировини, Z_{ϕ} , діб
Склад силосного типу для зберігання сировини							
Зернова	67,6	27	0,65	0,85	3832,9	4057,6	29
Мучниста	45,0	16	0,3	0,8	1512,0	1555,2	17
Шроти	20,0	31	0,5	0,8	1320,6	1382,4	33

Продовження 3.5.2

Склад підлогового типу для зберігання сировини							
КПХВ	8,0	27	0,5	0,8	453,6	564,4	34
Мінеральна	6,8	43	1,20	0,8	614,0	763,4	54
Інша сировина	0,2	27	1,20	0,8	11,3	14,0	34
Премікси	1	28	0,3	0,8	58,8	73,1	35
Склад силосного типу для зберігання готової продукції							
Комбікормова продукція у гранульованому вигляді	100	4	0,63	0,85	840,0	1850,7	9
Склад підлогового типу для зберігання готової продукції							
Фасована комбікормова продукція	30	4	0,63	0,85	252,0	313,3	5

Висновок: За результатами розрахунків терміни зберігання зернової сировини, мучнистої сировини та шротів в складі силосного типу більші від норм на проєктування. Терміни зберігання кожного виду сировини в складі підлогового типу також більші від норм на проєктування. Це свідчить про те, що їх кількість буде забезпечувати задану продуктивність заводу із запасом, але необхідно дотримуватися вимог по зберіганню сировини.

3.6 Розрахунок технологічного обладнання

Розрахунок технологічного обладнання ведуть по технологічних лініях у відповідності із принциповою схемою.

Розрахунок технологічного обладнання лінії змішування компонентів

Продуктивність лінії змішування компонентів, т/год:

$$q_{л} = \frac{Q_z}{t}, \quad (3.6.1)$$

де $q_{л}$ – продуктивність лінії змішування, т/год;

Q_z – продуктивність заводу, т/добу ($b = 100\%$);

t – тривалість роботи лінії, год.

Розрахунок продуктивності головної лінії змішування проводять за формулою 3.6.1:

$$q_{л} = \frac{210}{12} = 17,5 \text{ (т /год)}$$

Розрахункова ємність ванни змішувача, кг:

$$E_p = \frac{q_{л} \times 1000}{n \times K_g}, \quad (3.6.2)$$

де E_p – розрахункова ємність ванни змішувача, кг;

$q_{л}$ – продуктивність технологічної лінії змішування компонентів продукції, т /год;

K_6 – коефіцієнт використання технологічного обладнання ($K_6 = 0,9$);

n – кількість циклів змішування компонентів продукції за годину:

$$n = \frac{60}{\tau_{\text{ц}}}, \quad (3.6.3)$$

де $\tau_{\text{ц}}$ – тривалість циклу змішування компонентів, хв,

$$\tau_{\text{ц}} = \tau_{\text{зав}} + \tau_{\text{зм}} + \tau_{\text{роз}}$$

- $\tau_{\text{зав}}$ – тривалість завантаження компонентів у ванну змішувача, хв;

- $\tau_{\text{зм}}$ – тривалість змішування компонентів в змішувачі, хв;

- $\tau_{\text{роз}}$ – тривалість розвантаження компонентів з ванни змішувача, хв.

При розміщенні одного змішувача періодичної дії на лінії змішування тривалість циклу змішування компонентів дорівнює $\tau_{\text{ц}} = 6$ хв ($\tau_{\text{зав}} = 1$ хв, $\tau_{\text{роз}} = 1$ хв, $\tau_{\text{зм}} = 4$ хв).

Кількість циклів змішування за годину розраховують за формулою 3.6.3:

$$n = \frac{60}{6} = 10 \text{ (циклів)}$$

Розрахунок ємності ванни змішувача проводять за формулою 3.6.2:

$$E_{p.\text{порл}} = \frac{17,5 \times 1000}{10 \times 0,9} = 1944,4 \text{ (кг)}$$

Обираємо змішувач періодичної дії УЗ-ДСО-3,0 № 2 (виробник ВАТ «ВНДІ КП»), з ємністю ванни 3000 кг, $E_{\text{ф}} = 3000$ кг.

Коефіцієнт завантаження ванни змішувача:

$$K_{\text{з.зм.}} = \frac{E_{p.\text{зм}}}{E_{\text{ф.зм}} \times K_6}, \quad (3.6.4)$$

де $K_{\text{з.зм}}$ – коефіцієнт завантаження змішувача;

$E_{p.\text{зм}}$ – розрахункова маса порції компонентів для змішування, кг;

K_6 – коефіцієнт використання змішувача ($K_6 = 0,9$);

$E_{\text{ф.зм}}$ – фактична ємність змішувача, кг.

Значення коефіцієнта завантаження ванни змішувача повинно бути $0,6 < K_{\text{з.зм}} < 0,73$.

Коефіцієнт завантаження змішувача розраховують за формулою 3.6.4:

$$K_{\text{з.д.}} = \frac{1944,4}{3000 \times 0,9} = 0,72$$

Розрахунок технологічного обладнання лінії поглибленої теплової обробки зерна

Встановлення лінії поглибленої теплової обробки на підприємстві

передбачаємо з метою виробництва комбікормів для молодняка сільськогосподарських тварин та птиці у кількості 20 % від продуктивності заводу.

Продуктивність лінії поглибленої теплової обробки зерна:

$$q_{\text{лнл}} = \frac{Q_z \times b_{\text{пор}}}{t \times 100}, \quad (3.6.5)$$

де $q_{\text{лнл}}$ – продуктивність лінії підготовки порції, т/год;

Q_z – продуктивність заводу, т/добу;

t – тривалість роботи лінії, год;

$b_{\text{пор}}$ – масова частка порції компонентів у складі рецепту продукції, %.

Продуктивність лінії поглибленої теплової обробки зерна розраховуємо за формулою 3.6.5:

$$q_{\text{лнл}} = \frac{210 \times 20}{12 \times 100} = 3,5 \text{ (т/год)}$$

Розрахунок кількості магнітних сепараторів, шт.:

$$n_p = \frac{q_{\text{л}}}{q_{\text{п}} \times K_{\text{в}}}, \quad (3.6.6)$$

де n_p – розрахункова кількість магнітних сепараторів, шт.;

$q_{\text{л}}$ – продуктивність лінії, т/год;

$q_{\text{п}}$ – паспортна продуктивність магнітного сепаратора, т/год;

$K_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання магнітного сепаратора, ($K_{\text{в}} = 1,0$).

Кількість магнітних сепараторів розраховують за формулою 3.6.6:

$$n_p = \frac{3,5}{6 \times 1} = 0,6 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість магнітних сепараторів 1 шт.

Обираємо магнітний сепаратор марки УЗ-ДКМ-00 №1 (виробник ВАТ «ВНДІ КП»), з паспортною продуктивністю 6 т/год.

Розрахунок коефіцієнта завантаження магнітного сепаратора:

$$K_3 = \frac{q_{\text{л}}}{q_{\text{п}} \times n_{\text{ф}} \times K_{\text{в}}}, \quad (3.6.7)$$

де K_3 – коефіцієнт завантаження магнітного сепаратора;

$q_{\text{л}}$ – продуктивність лінії, т/год;

$n_{\text{ф}}$ – фактична кількість магнітних сепараторів, шт.;

$q_{\text{п}}$ – паспортна продуктивність магнітного сепаратора, т/год;

$K_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання магнітного сепаратора, ($K_{\text{в}} = 1,0$).

Коефіцієнт завантаження магнітного сепаратора №1 розраховуємо за

формулою 3.6.6:

$$K_3 = \frac{3,5}{6 \times 1 \times 1} = 0,58.$$

Розрахункова кількість кондиціонерів, шт.:

$$n_p = \frac{q_l}{q_n \times K_e}, \quad (3.6.8)$$

де n_p – розрахункова кількість кондиціонерів, шт.;

q_l – продуктивність технологічної лінії, т/год;

q_n – паспортна продуктивність кондиціонера, т/год;

K_e – коефіцієнт використання кондиціонера, ($K_e = 0,8$).

Кількість кондиціонерів розраховують за формулою 3.6.8:

$$n_p = \frac{3,5}{5 \times 0,8} = 0,9 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість кондиціонерів 1 шт.

Обираємо кондиціонер тривалого витримування марки СМ 2/5 №1 (виробник «Andritz Sprout»), з паспортною продуктивністю 5 т/год.

Розрахунок коефіцієнта завантаження кондиціонера:

$$K_3 = \frac{q_l}{q_n \times n_f \times K_e}, \quad (3.6.8)$$

де K_3 – коефіцієнт завантаження кондиціонера;

q_l – продуктивність технологічної лінії, т/год;

n_f – фактична кількість кондиціонерів, шт.;

q_n – паспортна продуктивність кондиціонера, т/год;

K_e – коефіцієнт використання кондиціонера, ($K_e = 0,8$).

Коефіцієнт завантаження кондиціонера розраховуємо за формулою 3.6.8:

$$K_3 = \frac{3,5}{5 \times 1 \times 0,8} = 0,88.$$

Розрахункова кількість екструдерів, шт.:

$$n_p = \frac{q_l}{q_n \times K_e}, \quad (3.6.9)$$

де n_p – розрахункова кількість екструдерів, шт.;

q_l – продуктивність технологічної лінії, т/год;

q_n – паспортна продуктивність екструдера, т/год;

K_e – коефіцієнт використання екструдера, ($K_e = 0,8$).

Кількість екструдерів розраховують за формулою 3.6.9:

$$n_p = \frac{3,5}{5 \times 0,8} = 0,9 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість екструдерів 1 шт.

Обираємо екструдер марки EX 617 (виробник «Andritz Sprout»), з паспортною продуктивністю 5 т/год.

Розрахунок коефіцієнта завантаження екструдера:

$$K_3 = \frac{q_l}{q_n \times n_\phi \times K_e}, \quad (3.6.10)$$

де K_3 - коефіцієнт завантаження екструдера;

q_l - продуктивність технологічної лінії, т/год;

n_ϕ – фактична кількість екструдерів, шт.;

q_n – паспортна продуктивність екструдера, т/год;

K_e – коефіцієнт використання екструдера, ($K_e = 0,8$).

Коефіцієнт завантаження екструдера розраховуємо за формулою 3.6.10:

$$K_3 = \frac{3,5}{5 \times 1 \times 0,8} = 0,88.$$

Розрахункова кількість охолоджувальних колонок, шт.:

$$n_p = \frac{q_l}{q_n \times K_e}, \quad (3.6.11)$$

де n_p – розрахункова кількість охолоджувальних колонок, шт.;

q_l - продуктивність технологічної лінії, т/год;

q_n – паспортна продуктивність охолоджувальної колонки, т/год;

K_e – коефіцієнт використання охолоджувальної колонки, ($K_e = 1,0$).

Кількість охолоджувальних колонок розраховують за формулою 3.6.11:

$$n_p = \frac{3,5}{5 \times 1} = 0,7 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість охолоджувальних колонок 1 шт.

Обираємо охолоджувач з протитечійним потоком повітря ТК-1800 №1 (виробник «Van Aarsen»), з паспортною продуктивністю 5 т/год.

Розрахунок коефіцієнта завантаження охолоджувача:

$$K_3 = \frac{q_l}{q_n \times n_\phi \times K_e}, \quad (3.6.12)$$

де K_3 - коефіцієнт завантаження охолоджувача;

q_l - продуктивність технологічної лінії, т/год;

n_ϕ – фактична кількість охолоджувачів, шт.;

q_n – паспортна продуктивність охолоджувача, т/год;

K_e – коефіцієнт використання охолоджувача, ($K_e = 1,0$).

Коефіцієнт завантаження охолоджувача розраховуємо за формулою 3.6.12:

$$K_3 = \frac{3,5}{5 \times 1 \times 1} = 0,70.$$

Розрахунок кількості подрібнювачів гранул, шт.:

$$n_p = \frac{q_l}{q_n \times K_e}, \quad (3.6.13)$$

де n_p – розрахункова кількість подрібнювачів, шт.;

q_l – продуктивність технологічної лінії, т/год;

q_n – паспортна продуктивність подрібнювача, т/год;

K_e – коефіцієнт використання подрібнювача, ($K_e = 0,7$).

Кількість подрібнювачів розраховують за формулою 3.6.13:

$$n_p = \frac{3,5}{6 \times 0,7} = 0,8 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість подрібнювачів 1 шт.

Обираємо валковий подрібнювач марки Caracuty KR 16,2 №1 (виробник «Van Aarsen»), з паспортною продуктивністю 6 т/год.

Розрахунок коефіцієнта завантаження подрібнювача:

$$K_3 = \frac{q_l}{q_n \times n_p \times K_e}, \quad (3.6.14)$$

де K_3 – коефіцієнт завантаження подрібнювача;

q_l – продуктивність технологічної лінії, т/год;

n_p – фактична кількість подрібнювачів, шт.;

q_n – паспортна продуктивність подрібнювача, т/год;

K_e – коефіцієнт використання подрібнювача, ($K_e = 0,7$).

Коефіцієнт завантаження подрібнювача розраховуємо за формулою 3.6.14:

$$K_3 = \frac{3,5}{6 \times 1 \times 0,7} = 0,83.$$

Розрахунок технологічного обладнання лінії підготовки порції зернової, мучнистої сировини та шротів

Для визначення максимальної масової частки проведемо аналіз рецептів комбікормів, табл. 3.6.1.

Розрахунок масової частки порції зернової, мучнистої сировини та шротів, %:

$$b_{пор1} = b_{пшечн.} + b_{трит.} + b_{мак.} + b_{висів.} + b_{муч.}, \quad (3.6.15)$$

де $b_{пшечн.}$ – масова частка пшениці за складом рецепту комбікормової продукції, %;

$b_{трит.}$ – масова частка тритикалію за складом рецепту комбікормової

продукції, %;

$b_{мак.}$ - масова частка макухи соняшnikової за складом рецепту комбікормової продукції, %;

$b_{висів.}$ - масова частка висівок пшеничних за складом рецепту комбікормової продукції, %;

$b_{муч.}$ - масова частка мучки пшеничної за складом рецепту комбікормової продукції, %.

Із складу рецептів приймаємо $b_{пшеч.} = 20,7\%$, $b_{трит.} = 20,0\%$, $b_{мак.} = 9,7\%$, $b_{висів.} = 25,0\%$, $b_{муч.} = 20,0\%$.

Масову частку порції розраховуємо за формулою 3.6.15:

$$b_{пор1} = 20,7 + 20,0 + 9,7 + 25,0 + 20,0 = 95,4 \%$$

Продуктивність лінії підготовки порції зернової, мучнистої сировини та шротів розраховуємо за формулою 3.6.5:

$$q_{л2} = \frac{210 \times 95,4}{12 \times 100} = 16,7 \text{ (т/год)}$$

Розрахунок маси порції зернової, мучнистої сировини та шротів, кг:

$$M_{n1} = E_{p.пор1} = \frac{q_{л} \times 1000}{n \times K_{в}}, \quad (3.6.16)$$

де $q_{л}$ – продуктивність лінії підготовки порції, т/год;

$K_{в}$ – коефіцієнт використання технологічного обладнання ($K_{в} = 0,9$);

n – кількість циклів.

Таблиця 3.6.1 – Масові частки порцій компонентів у складі рецептів комбікормової продукції

Асортимент комбікормової продукції, номер рецепту	Масові частки порції компонентів у складі рецепту	
	зернової, мучнистої сировини та шротів $b_1 = b_{пор1}, \%$	макро- та мікрокомпонентів, $b_2 = b_{пор2}, \%$
Рецепт ПК-52-63	95,4	4,6
Рецепт ПК-4-6	87,1	12,9
Рецепт ОК-81-1-65	82,3	7,7
Рецепт КК-63-64	94,7	5,3

Масу порції зернової, мучнистої сировини та шротів розраховуємо за формулою 3.6.16:

$$M_{n1} = E_{p.пор1} = \frac{16,7 \times 1000}{10 \times 0,9} = 1855,6 \text{ (кг)}$$

Розрахунок ємності дозатора, кг:

$$E_{p.д.} = \frac{q_{л} \times 1000}{n \times K_{в}}, \quad (3.6.17)$$

де E_p – розрахункова ємність дозатора, кг;

q_l – продуктивність лінії підготовки порції, т/год;

K_e – коефіцієнт використання технологічного обладнання ($K_e = 0,9$);

n – кількість циклів.

Ємність дозатора розраховують за формулою 3.6.17:

$$E_{p.d.} = \frac{16,7 \times 1000}{10 \times 0,9} = 1855,6 \text{ (кг)}$$

Обираємо ваги бункерні ВБ-3000 №1 (виробник ЗАТ «Технекс»), з ємністю 3000 кг, $E_{\phi} = 3000$ кг.

Коефіцієнт завантаження ваг бункерних:

$$K_{з.д.} = \frac{E_{p.d.}}{E_{\phi.d.} \times K_B}, \quad (3.6.18)$$

де $K_{з.д.}$ – коефіцієнт завантаження дозатора;

$E_{p.d.}$ – розрахункова маса порції компонентів для дозатора, кг;

K_e – коефіцієнт використання дозатора ($K_e = 0,9$);

$E_{\phi.з.м.}$ – фактична ємність дозатора, кг.

Коефіцієнт завантаження дозатора розраховують за формулою 3.6.18:

$$K_{з.д.} = \frac{1855,6}{3000 \times 0,9} = 0,69$$

Розрахункова кількість просіювальних машин, шт.:

$$n_p = \frac{q_l}{q_{п.} \times K_B}, \quad (3.6.19)$$

де n_p – розрахункова кількість просіювальних машин, шт.;

q_l – продуктивність лінії, т/год;

$q_{п.}$ – паспортна продуктивність просіювальної машини, т/год;

K_e – коефіцієнт використання просіювальної машини, ($K_B = 1,0$).

Кількість просіювальних машин розраховують за формулою 3.6.19:

$$n_p = \frac{16,7}{20 \times 1} = 0,8 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість просіювальних машин 1 шт.

Обираємо просіювальну машину марки УЗ-ДМП-20А №1 (виробник ВАТ «ВНДІ КП»), з паспортною продуктивністю 20 т/год.

Розрахунок коефіцієнта завантаження просіювальної машини:

$$K_з = \frac{q_l}{q_{п.} \times n_{\phi} \times K_B}, \quad (3.6.20)$$

де $K_з$ – коефіцієнт завантаження просіювальної машини;

q_l – продуктивність лінії, т/год;

n_ϕ – фактична кількість просіювальних машин, шт.;

q_n – паспортна продуктивність просіювальної машини, т/год;

K_ϕ – коефіцієнт використання просіювальної машини, ($K_\phi = 1,0$).

Коефіцієнт завантаження просіювальної машини розраховуємо за формулою 3.6.20:

$$K_3 = \frac{16,7}{20 \times 1 \times 1} = 0,84$$

Продуктивність лінії після просіювання продукту для підготовки кожної фракції, т/год:

$$q_m = q_l \times \frac{b_\phi}{100}, \quad (3.6.21)$$

де q_m – продуктивність технологічної лінії підготовки сировини після просіювання продукту (для підготовки сходової, проходової фракції), т/год;

q_l – продуктивність технологічної лінії підготовки сировини до просіювання продукту, т/год;

b_ϕ – масова частка фракції продукту, %.

Прохід сита – 40% направляється в бункер під дробаркою, а схід – 60% направляється в молоткову дробарку.

Продуктивність лінії після просіювання (крупна фракція) продукту розраховують за формулою 3.6.21:

$$q_m = 0,6 \times 16,7 = 10,0 \text{ (т/год)}$$

Кількість магнітних сепараторів (крупна фракція) розраховують за формулою 3.6.6:

$$n_p = \frac{10,0}{12 \times 1} = 0,8 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість магнітних сепараторів 1 шт.

Обираємо магнітний сепаратор марки УЗ-ДКМ-01 №2 (виробник ВАТ «ВНДІ КП»), з паспортною продуктивністю 12 т/год.

Коефіцієнт завантаження магнітного сепаратора №2 (крупна фракція) розраховуємо за формулою 3.6.7:

$$K_3 = \frac{10,0}{12 \times 1 \times 1} = 0,83.$$

Розрахунок кількості молоткових дробарок, шт.:

$$n_p = \frac{q_m}{q_{\Pi} \times K_\phi}, \quad (3.6.22)$$

де n_p – розрахункова кількість молоткових дробарок, шт.;

q_m – продуктивність технологічної лінії підготовки сировини після просіювання продукту, т/год;

q_n – паспортна продуктивність молоткової дробарки, т/год;

K_e – коефіцієнт використання молоткової дробарки, ($K_e = 0,7$).

Кількість молоткових дробарок розраховують за формулою 3.6.22:

$$n_p = \frac{10,0}{20 \times 0,7} = 0,7 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість молоткових дробарок 1 шт.

Обираємо молоткову дробарку марки УЗ-ДБМ-20 (виробник ВАТ «ВНДІ КП»), з паспортною продуктивністю 20 т/год.

Розрахунок коефіцієнта завантаження молоткової дробарки:

$$K_3 = \frac{q_m}{q_n \times n_\phi \times K_e}, \quad (3.6.23)$$

де K_3 - коефіцієнт завантаження молоткової дробарки;

q_m – продуктивність технологічної лінії підготовки сировини після просіювання продукту, т/год;

n_ϕ – фактична кількість молоткових дробарок, шт.;

q_n – паспортна продуктивність молоткової дробарки, т/год;

K_e – коефіцієнт використання молоткової дробарки, ($K_e = 0,7$).

Коефіцієнт завантаження молоткової дробарки розраховуємо за формулою 3.6.23:

$$K_3 = \frac{10,0}{20 \times 1 \times 0,7} = 0,71$$

Продуктивність лінії після просіювання (дрібна фракція) продукту розраховують за формулою 3.6.21.

$$q_m = 0,4 \times 16,7 = 6,7 \text{ (т/год)}$$

Кількість магнітних сепараторів (дрібна фракція) розраховують за формулою 3.6.6:

$$n_p = \frac{6,7}{12 \times 1} = 0,6 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість магнітних сепараторів 1 шт.

Обираємо магнітний сепаратор марки УЗ-ДКМ-01 №3 (виробник ВАТ «ВНДІ КП»), з паспортною продуктивністю 12 т/год.

Коефіцієнт завантаження магнітного сепаратора №3 (дрібна фракція) розраховуємо за формулою 3.6.7:

$$K_3 = \frac{6,7}{12 \times 1 \times 1} = 0,56.$$

Розрахунок технологічного обладнання лінії підготовки порції макро- та мікрокомпонентів

Розрахунок масової частки порції макро- та мікрокомпонентів, %:

$$b_{пор2} = b_{дріж.} + b_{крейд.} + b_{сіль} + b_{вап.} + b_{монок.} + b_{дефтор.} + b_{монохлор.} + b_{мет.} + b_{пр.}, \quad (3.6.24)$$

де $b_{дріж.}$ – масова частка дріжджів кормових за складом рецепту продукції, %;

$b_{крейд.}$ – масова частка крейди кормової за складом рецепту продукції, %;

$b_{сіль.}$ – масова частка солі кухонної за складом рецепту продукції, %;

$b_{вап.}$ – масова частка вапнякової муки за складом рецепту комбікормової продукції, %;

$b_{монок.}$ – масова частка крейди кормової за складом рецепту продукції, %;

$b_{дефтор.}$ – масова частка дефторованого фосфату за складом рецепту продукції, %;

$b_{монохлор.}$ – масова частка монохлоргідратлізину за складом рецепту продукції, %;

$b_{мет.}$ – масова частка DL-метіоніну за складом рецепту продукції, %;

$b_{пр.}$ – масова частка преміксу за складом рецепту продукції, %.

Із складу рецептів приймаємо $b_{дріж.} = 4,92\%$, $b_{крейд.} = 2,00\%$, $b_{сіль} = 0,16\%$, $b_{вап.} = 2,00\%$, $b_{монок.} = 0,61\%$, $b_{дефтор.} = 2,00\%$, $b_{монохлор.} = 0,10\%$, $b_{мет.} = 0,11\%$, $b_{пр.} = 1,00\%$.

Масову частку порції розраховуємо за формулою 3.6.24:

$$b_{пор2} = 4,92 + 2,00 + 0,16 + 2,00 + 0,61 + 2,00 + 0,10 + 0,11 + 1,00 = 12,90 \%$$

Продуктивність лінії підготовки порції макро- та мікрокомпонентів розраховуємо за формулою 3.6.5:

$$q_{л3} = \frac{210 \times 12,90}{12 \times 100} = 2,26 \text{ (т/год)}$$

Масу порції білкової та мінеральної сировини розраховуємо за формулою 3.6.16:

$$M_{n2} = E_{р.пор2} = \frac{2,26 \times 1000}{10 \times 0,9} = 251,1 \text{ (кг)}$$

Ємність дозатора розраховують за формулою 3.6.17:

$$E_{р.д.} = \frac{2,26 \times 1000}{10 \times 0,9} = 251,1 \text{ (кг)}$$

Обираємо модуль мікродозування ММД-300-8 (виробник ЗАТ «Технекс»),

з ємністю 300 кг, $E_{\phi} = 300$ кг.

Коефіцієнт завантаження дозатора розраховують за формулою 3.6.18:

$$K_{з.д.} = \frac{251,1}{300 \times 0,9} = 0,93$$

Ємності ванни змішувача розраховують за формулою 3.6.2:

$$E_p = \frac{2,26 \times 1000}{10 \times 0,9} = 251,1 \text{ (кг)}$$

Обираємо змішувач періодичної дії СП-500 №1 (ЗАТ «Технекс»), з ємністю ванни 500 кг, $E_{\phi} = 500$ кг.

Коефіцієнт завантаження змішувача розраховують за формулою 3.6.4:

$$K_{з.зм.} = \frac{251,1}{50 \times 0,9} = 0,56$$

Розрахунок технологічного обладнання лінії гранулювання

Згідно завданню на кваліфікаційну роботу готова продукція виготовляється у кількості 100 % у гранульованому вигляді, тобто $b = 100$ %.

Продуктивність лінії гранулювання розраховують за формулою 3.6.5:

$$q_l = \frac{210 \times 100}{100 \times 12} = 17,5 \text{ (т/год)}$$

Враховуючи 20% повернення на повторне гранулювання, розраховуємо продуктивність лінії після просіювання продукту, т/год:

$$q_m = q_l + q_l \times \frac{b_{\phi}}{100}, \quad (3.6.25)$$

де q_m - продуктивність технологічної лінії гранулювання з додатковою обробкою масової частки (сходової, проходової) фракції продукту, т/год;

q_l - продуктивність технологічної лінії гранулювання до просіювання продукту, т/год;

b_{ϕ} - масова частка (сходової, проходової) фракції продукту, отриманої після контролю крупності гранульованого комбікорму, %.

Продуктивність лінії після просіювання продукту розраховують за формулою 3.6.25:

$$q_m = 1,2 \times 17,5 = 21 \text{ (т/год)}$$

Кількість магнітних сепараторів розраховують за формулою 3.6.6:

$$n_p = \frac{21}{12 \times 1} = 1,8 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість магнітних сепараторів 2 шт.

Обираємо магнітні сепаратори марки УЗ-ДКМ-01 №4, №5 (виробник ВАТ

«ВНДІ КП»), з паспортною продуктивністю 12 т/год.

Коефіцієнт завантаження магнітних сепараторів УЗ-ДКМ-03 №4, №5 розраховуємо за формулою 3.6.7:

$$K_3 = \frac{21}{12 \times 2 \times 1} = 0,88.$$

Кількість кондиціонерів розраховують за формулою 3.6.8:

$$n_p = \frac{21}{30 \times 0,8} = 0,9 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість кондиціонерів 1 шт.

Обираємо кондиціонер тривалого витримування марки СМ 901/СМ 30 №2 (виробник «Andritz Sprout»), з паспортною продуктивністю 30 т/год.

Коефіцієнт завантаження кондиціонера розраховуємо за формулою 3.6.9:

$$K_3 = \frac{21}{30 \times 1 \times 0,8} = 0,88.$$

Розрахункова кількість прес-грануляторів, шт.:

$$n_p = \frac{q_m}{q_{\Pi} \times K_B}, \quad (3.6.26)$$

де n_p – розрахункова кількість прес-грануляторів, шт.;

q_m – продуктивність технологічної лінії гранулювання після просіювання продукту, т/год;

q_n – паспортна продуктивність прес-гранулятора, т/год;

K_B – коефіцієнт використання прес-гранулятора, ($K_B = 0,8$).

Кількість прес-грануляторів розраховують за формулою 3.6.26:

$$n_p = \frac{21}{30 \times 0,8} = 0,9 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість прес-грануляторів 1 шт.

Обираємо прес-гранулятор марки РМV 919W (виробник «Andritz Sprout»), з паспортною продуктивністю 30 т/год.

Розрахунок коефіцієнта завантаження прес-гранулятора:

$$K_3 = \frac{q_m}{q_{\Pi} \times n_{\phi} \times K_B}, \quad (3.6.27)$$

де K_3 – коефіцієнт завантаження прес-гранулятора;

q_m – продуктивність технологічної лінії гранулювання після просіювання продукту, т/год;

n_{ϕ} – фактична кількість прес-грануляторів, шт.;

q_n – паспортна продуктивність прес-гранулятора, т/год;

K_6 – коефіцієнт використання прес-гранулятора, ($K_6 = 0,8$).

Коефіцієнт завантаження прес-гранулятора розраховуємо за формулою 3.6.27.

$$K_3 = \frac{21}{30 \times 1 \times 0,8} = 0,88.$$

Кількість охолоджувальних колонок розраховують за формулою 3.6.11:

$$n_p = \frac{21}{30 \times 1} = 0,7 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість охолоджувальних колонок 1 шт.

Обираємо охолоджувач з протитечійним потоком повітря VK24X28R №2 (виробник «Andritz Sprout»), з паспортною продуктивністю 30 т/год.

Коефіцієнт завантаження охолоджувача розраховуємо за формулою 3.6.12:

$$K_3 = \frac{21}{30 \times 1 \times 1} = 0,7.$$

Кількість подрібнювачів розраховують за формулою 3.6.13:

$$n_p = \frac{21}{40 \times 0,7} = 0,8 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість подрібнювачів 1 шт.

Обираємо валковий подрібнювач марки GRM 161 №2 (виробник «Andritz Sprout»), з паспортною продуктивністю 40 т/год.

Коефіцієнт завантаження подрібнювача розраховуємо за формулою 3.6.14:

$$K_3 = \frac{21}{40 \times 1 \times 0,7} = 0,75.$$

Враховуючи 10% повернення на доподрібнення після контролю крупності крупки, розраховуємо продуктивність лінії контролю крупки за формулою 3.6.25:

$$q_m = 1,1 \times 21 = 23,1 \text{ (т/год)}$$

Кількість обладнання для контролю крупки розраховують за формулою 3.6.19:

$$n_p = \frac{23,1}{30 \times 1} = 0,8 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість просіювачів 1 шт.

Обираємо просіювальну машину марки TRZ 1500-3 №2 (виробник «Van Aarsen»), з паспортною продуктивністю 30 т/год.

Коефіцієнт завантаження просіювальної машини №2 розраховуємо за формулою 3.6.20:

$$K_3 = \frac{23,1}{30 \times 1 \times 1} = 0,77.$$

Розраховуємо продуктивність лінії доподрібнення крупної фракції за формулою 3.6.25:

$$q_m = 0,1 \times 23,1 = 2,3 \text{ (т/год)}$$

Кількість подрібнювачів розраховують за формулою 3.6.13:

$$n_p = \frac{2,3}{6 \times 0,7} = 0,6 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість подрібнювачів 1 шт.

Обираємо валковий подрібнювач марки Saracity KR 16,2 №3 (виробник «Van Aarsen»), з паспортною продуктивністю 6 т/год.

Коефіцієнт завантаження подрібнювача розраховуємо за формулою 3.6.14:

$$K_3 = \frac{2,3}{6 \times 1 \times 0,7} = 0,55.$$

Таблиця 3.6.2 - Дані розрахунку технологічного обладнання

Назва обладнання, машини, номер	Марка обладнання, машини	Кількість, n_{ϕ} , шт.	Продуктивність		Коефіцієнт використання машини, K_e	Коефіцієнт завантаження машини, K_3
			Паспортна, q_n , т/год	Експлуатаційна, q_e , т/год		
Лінія поглибленої теплової обробки зерна						
Магнітний сепаратор №1	УЗ-ДКМ-00	1	6	6	1	0,58
Кондиціонер тривалого втримування №1	СМ 2/5	1	5	4	0,8	0,88
Екструдер	ЕХ 617	1	5	4	0,8	0,88
Охолоджувач з протитечійним потоком повітря №1	ТК-1800	1	5	5	1	0,70
Подрібнювач валковий №1	Saracity KR 16,2	1	6	4,2	0,7	0,83
Лінія підготовки порції зернової, мучнистої сировини та шротів						
Ваги бункерні №1	ВБ-3000	1	3	2,7	0,9	0,69
Просіювальна машина №1	УЗ-ДМП-20А	1	20	20	1	0,84
Магнітний сепаратор №2	УЗ-ДКМ-01	1	12	12	1	0,83
Молоткова дробарка	УЗ-ДБМ-20	1	20	14	0,7	0,71
Магнітний сепаратор №3	УЗ-ДКМ-01	1	12	12	1	0,56
Лінія підготовки порції макро- та мікрокомпонентів						
Модуль мікродозування	ММД-300-8	1	0,3	0,27	0,9	0,93
КРБ.ТЗіК.1.607-03.6.1						Арк.
						63

Продовження табл. 3.6.2

Змішувач період. дії №1	СП-500	1	0,5	0,45	0,9	0,56
Лінія змішування						
Змішувач період. дії №2	УЗ-ДСО-3,0	1	3	2,7	0,9	0,72
Лінія гранулювання						
Магнітні сепаратори №4, №5	УЗ-ДКМ-01	2	12	12	1	0,88
Кондиціонер тривалого витримування №2	СМ 901/СМ 30	1	30	24	0,8	0,88
Прес-гранулятор	PMV 919W	1	30	24	0,8	0,88
Охолоджувач з протитечієм потоком повітря №2	VK24X28R	1	30	30	1	0,70
Подрібнювач валковий №2	GRM 161	1	40	28	0,7	0,75
Просіювальна машина №2	TRZ 1500-3	1	30	30	1	0,77
Подрібнювач валковий №3	Capacity KR 16,2	1	6	4,2	0,7	0,55

Висновок: встановлене на лініях технологічне обладнання забезпечує задану продуктивність комбикормового заводу.

3.7 Розрахунок ємності оперативних бункерів

Для забезпечення роботи комбикормового заводу, передбачаємо оперативні бункери над подрібнюючими машинами, ваговими дозаторами та пресами-грануляторами. Запас сировини в бункерах повинен забезпечувати роботу подрібнюючих машин на протязі 2-4 годин, вагових дозаторів – 8 годин, пресів – 1-2 годин.

Розрахункова маса окремих видів сировини $E_{p.доз}$, які розміщують в наддозаторних бункерах, т:

$$E_{p.доз} = \frac{Q_z \times a \times \tau}{t \times 100}, \quad (3.7.1)$$

де Q_z - продуктивність підприємства, т/добу;

a - опосереднені витрати сировини (табл. 3.4.2), готової продукції $a = 100$, %;

τ – тривалість зберігання сировини в наддозаторних бункерах (не менше 8 год), год;

t – тривалість роботи лінії дозування, год.

Маса продукту, що розміщується в оперативних бункерах над

обладнанням для сепарування, фракціонування, подрібнення та пресування, т:

$$E_{pm} = q_m \times \tau, \quad (3.7.2)$$

де q_m – продуктивність лінії підготовки сировини ($q_m = q_l, q_m = 1,2q_l$) або експлуатаційна продуктивність технологічного обладнання;

τ – тривалість зберігання сировини в оперативному бункері, год.

Об'єм бункера, м³:

$$V_{\delta} = \frac{E_{pm}}{\gamma \times \eta}, \quad (3.7.3)$$

де V_{δ} – ємність бункера, м³;

E_p – ємність оперативного бункера, т;

γ – об'ємна маса сировини (табл.3.4.3), т/м³;

η – коефіцієнт використання об'єму бункера:

$\eta = 0,85$ – для зернової і гранульованої сировини, готової продукції у гранульованому вигляді;

$\eta = 0,80$ – для інших видів сировини.

Об'єм одного бункера, м³:

$$V_1 = a \times b \times h, \quad (3.7.4)$$

де a, b, h – розміри бункерів в плані, м.

Розрахункова кількість бункерів, шт:

$$n_{\delta} = \frac{V_{\delta}}{V_1}, \quad (3.7.5)$$

Фактична ємність бункерів, E_{ϕ} , т:

$$E_{\phi} = n_{\phi} \times V_1 \times \gamma \times \eta, \quad (3.7.6)$$

де E_{ϕ} – фактична ємність бункерів, т;

n_{ϕ} – фактична кількість бункерів, шт.;

γ – об'ємна маса сировини (табл.3.4.3), т/м³;

η – коефіцієнт використання об'єму бункера.

Фактична тривалість зберігання сировини в оперативних бункерах, год:

$$\tau_{\phi} = \frac{E_{\phi}}{q_l}, \quad (3.7.7)$$

Фактична тривалість зберігання сировини в наддозаторних бункерах, год:

$$\tau_{\phi} = \frac{100 \times E_{\phi} \times t}{Q_3 \times a}, \quad (3.7.8)$$

Лінія поглибленої теплової обробки зерна

Встановлюємо оперативний бункер №1 над кондиціонером тривалого витримування СМ 2/5 №1.

Розрахунок маси зерна, яку розміщують в оперативному бункері над кондиціонером тривалого витримування СМ 2/5 №1, проводять за формулою 3.7.2:

$$E_p = 3,5 \times 1 = 3,5 \text{ (т)}$$

Об'єм бункера для зерна розраховують за формулою 3.7.3:

$$V_6 = \frac{3,5}{0,65 \times 0,85} = 6,3 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розміри бункера в плані приймаємо $a = 2 \text{ м}$, $b = 2 \text{ м}$, $h = 2 \text{ м}$.

Об'єм одного бункера для зерна розраховують за формулою 3.7.4:

$$V_1 = 2 \times 2 \times 2 = 8 \text{ (м}^3\text{)}$$

Кількість бункерів розраховують за формулою 3.7.5:

$$n_6 = \frac{6,3}{8} = 0,8 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо 1 бункер над кондиціонером тривалого витримування.

Розраховуємо фактичну ємність бункера над кондиціонером тривалого витримування СМ 2/5 №1 за формулою 3.7.6:

$$E_\phi = 1 \times 8 \times 0,65 \times 0,85 = 4,4 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання сировини в оперативних бункерах за формулою 3.7.7:

$$\tau_\phi = \frac{4,4}{3,5} = 1,3 \text{ (год)}$$

Лінія підготовки порції зернової, мучнистої сировини та шротів

Наддозаторні бункери лінії підготовки порції зернової, мучнистої сировини та шротів розміщені в складі силосного типу.

Масу зернової, мучнистої сировини та шротів у наддозаторних бункерах розраховуємо за формулою 3.7.1:

$$E_{p.\text{доз}} = \frac{210 \times 67,6 \times 8}{12 \times 100} = 94,6 \text{ (т) (зернова сировина)}$$

$$E_{p.\text{доз}} = \frac{210 \times 20 \times 8}{12 \times 100} = 28 \text{ (т) (шроти)}$$

$$E_{p.\text{доз}} = \frac{210 \times 45 \times 8}{12 \times 100} = 63 \text{ (т) (мучниста сировина)}$$

Об'єм бункерів розраховуємо за формулою 3.7.3:

$$V_{\delta} = \frac{94,6}{0,65 \times 0,85} = 171,2 \text{ (м}^3\text{)} \text{ (зернова сировина)}$$

$$V_{\delta} = \frac{28}{0,5 \times 0,80} = 70 \text{ (м}^3\text{)} \text{ (шроти)}$$

$$V_{\delta} = \frac{63}{0,3 \times 0,80} = 262,5 \text{ (м}^3\text{)} \text{ (мучниста сировина)}$$

Розміри бункера в плані приймаємо $a = 2 \text{ м}$, $b = 2 \text{ м}$, $h = 4 \text{ м}$.

Об'єм одного бункера розраховуємо за формулою 3.7.4:

$$V_1 = 2 \times 2 \times (4 \times 2) = 32 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розрахункову кількість бункерів розраховуємо за формулою 3.7.5:

$$n_{\delta} = \frac{171,2}{32} = 6 \text{ (шт)} \text{ (зернова сировина)}$$

$$n_{\delta} = \frac{70}{32} = 2 \text{ (шт)} \text{ (шроти)}$$

$$n_{\delta} = \frac{262,5}{32} = 9 \text{ (шт)} \text{ (мучниста сировина)}$$

Приймаємо 6 бункерів для зернової сировини (1 – пшениця, 1 – екструдат, 1 – ячмінь, 1 – кукурудза, 1 – соя, 1 – тритикале), 3 бункери для шротів та макух, 9 бункерів для мучнистої сировини.

Фактичну ємність бункерів розраховуємо за формулою 3.7.6:

$$E_{\phi} = 32 \times 6 \times 0,65 \times 0,85 = 106,1 \text{ (т)} \text{ (зернова сировина)}$$

$$E_{\phi} = 32 \times 3 \times 0,5 \times 0,8 = 38,4 \text{ (т)} \text{ (шроти)}$$

$$E_{\phi} = 32 \times 9 \times 0,3 \times 0,8 = 69,1 \text{ (т)} \text{ (мучниста сировина)}$$

Фактичну тривалість зберігання сировини в наддозаторних бункерах розраховуємо за формулою 3.7.8:

$$\tau_{\phi} = \frac{100 \times 106,1 \times 12}{210 \times 67,6} = 9 \text{ (год)} \text{ (зернова сировина)}$$

$$\tau_{\phi} = \frac{100 \times 38,4 \times 12}{210 \times 20} = 11 \text{ (год)} \text{ (шроти)}$$

$$\tau_{\phi} = \frac{100 \times 69,1 \times 12}{210 \times 45} = 8,8 \text{ (год)} \text{ (мучниста сировина)}$$

Оперативні бункери на лінії підготовки порції зернової, мучнистої сировини та шротів

Встановлюємо оперативний бункер №20 над просіювальною машиною УЗ-ДМП-20А, оперативний бункер №21 під дробаркою УЗ-ДБМ-20.

Об'ємну масу порції зернової, мучнистої сировини та шротів визначають

як суму відношень опосереднених об'ємних мас до масової частки кожного виду сировини у порції:

$$\gamma = 0,65 \times 0,43 + 0,5 \times 0,10 + 0,3 \times 0,47 = 0,47 \text{ (т/м}^3\text{)}$$

Коефіцієнт використання об'єму бункера порції зернової, мучнистої сировини та шротів визначають як суму відношень коефіцієнтів використання об'єму бункера до масової частки кожного виду сировини у порції:

$$\eta = 0,85 \times 0,43 + 0,8 \times 0,57 = 0,82$$

Маса сировини, яку розміщують в оперативному бункері 20 над просіювальною машиною УЗ-ДМП-20А та оперативному бункері №21 під дробаркою УЗ-ДБМ-20, дорівнює масі зваженої порції або вантажопідємності вагів порційних ВБ-3000 №1, $E_{p \text{ пор.1}} = 3 \text{ т}$

$$\text{Приймаємо } a = 2 \text{ м, } b = 2 \text{ м, } h = 2 \text{ м.}$$

Об'єм одного бункера для порції зернової, мучнистої сировини та шротів розраховують за формулою 3.7.4:

$$V_1 = 2 \times 2 \times 2 = 8 \text{ (м}^3\text{)}$$

Приймаємо 1 бункер над просіювальною машиною та 1 бункер під дробаркою для порції зернової, мучнистої сировини та шротів.

Фактичну ємність бункерів розраховуємо за формулою 3.7.6:

$$E_{\phi} = 8 \times 1 \times 0,47 \times 0,82 = 3,1 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання зернової, мучнистої сировини та шротів в оперативному бункері над просіювальною машиною та під дробаркою за формулою 3.7.7:

$$\tau_{\phi} = \frac{3,1}{3} = 1 \text{ (год)}$$

Лінія підготовки порції макро- та мікрокомпонентів

Встановлюємо оперативний бункер №30 під змішувачем марки СП-500 ємністю $E_{\text{порц.}} = 0,5 \text{ т}$.

Лінія змішування

Встановлюємо оперативний бункер №31 під змішувачем марки УЗ-ДСО-3,0 ємністю $E_{\text{порц.}} = 3,0 \text{ т}$.

Лінія гранулювання

Розрахунок маси порцій, яку розміщують в оперативних бункерах над кондиціонером СМ 901/СМ 30 №2 проводять за формулою 3.7.2:

$$E_p = 21 \times 1 = 21 \text{ (т)}$$

Об'єм бункера для розсипного комбікорму розраховують за формулою 3.7.3:

$$V_6 = \frac{21}{0,5 \times 0,8} = 52,5 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розміри бункера в плані приймаємо $a = 3 \text{ м}$, $b = 3 \text{ м}$, $h = 3 \text{ м}$.

Об'єм одного бункера для розсипного комбікорму розраховують за формулою 3.7.3:

$$V_1 = 3 \times 3 \times 3 = 27 \text{ (м}^3\text{)}$$

Кількість бункерів розраховують за формулою 3.7.5:

$$n_6 = \frac{52,5}{27} = 2 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо 2 бункери над кондиціонером СМ 901/СМ 30.

Розраховуємо фактичну ємність бункерів над кондиціонером СМ 901/СМ 30 за формулою 3.7.6:

$$E_\phi = 2 \times 27 \times 0,5 \times 0,8 = 21,6 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання сировини в оперативних бункерах за формулою 3.7.7:

$$\tau_\phi = \frac{21,6}{21} = 1 \text{ (год)}$$

Таблиця 3.7.1 – Дані розрахунку ємності оперативних бункерів

Бункери	Об'ємна маса сировини, продукту, γ_c , т/м ³	Коефіцієнт використання об'єму бункерів, K_e	Розрахункова ємність бункерів, E_p , т	Фактична ємність бункерів, E_ϕ , т	Запаси сировини, продукту, τ_p , год	Фактичні запаси сировини, продукту, τ_ϕ , год
Лінія поглибленої теплової обробки зерна						
Оперативний бункер №1 над кондиціонером СМ 2/5 №1	0,65	0,85	3,5	4,4	1	1,3
Лінія підготовки порції зернової, мучнистої сировини та шротів						
Наддозаторні бункери для зернової сировини №14-19	0,65	0,85	94,6	106,1	8	9,0
Наддозаторні бункери для шротів №2-4	0,50	0,80	28,0	38,4	8	11,0
Наддозаторні бункери для мучнистої сировини №5-13	0,30	0,80	63,0	69,1	8	8,8

Продовження табл. 3.7.1

Оперативний бункер №20 над просіювачем УЗ-ДМП-20А №1	0,47	0,82	3,0	3,1	1	1,0
Оперативний бункер №21 під дробаркою УЗ-ДБМ-20	0,47	0,82	3,0	3,1	1	1,0
Лінія гранулювання						
Оперативні бункери №32, 33 над кондиціонером СМ 901/ СМ 30	0,5	0,8	21	21,6	1	1

Висновок: фактична ємність наддозаторних і оперативних бункерів забезпечує відповідно задані запаси сировини протягом необхідного проміжку часу.

3.8 Розрахунок транспортного обладнання

Експлуатаційна продуктивність транспортного обладнання, т/год:

$$q_e = \frac{q_n \times \gamma_c \times K_v}{0,75}, \quad (3.8.1)$$

де q_e - експлуатаційна продуктивність транспортного обладнання при транспортуванні сировини з об'ємною масою $\gamma_c < 0,75$ т/м³, т/год;

q_n - паспортна продуктивність транспортного обладнання при транспортуванні сировини з об'ємною масою $\gamma_c < 0,75$ т/м³, т/год;

γ_c – об'ємна маса сировини, яку переміщує транспортне обладнання, т/м³;

K_v – коефіцієнт використання транспортного обладнання ($K_v = 0,85$ для транспортного обладнання продуктивністю $q_e \leq 50$ т/год).

Коефіцієнт завантаження транспортного обладнання:

$$K_z = \frac{q_l}{q_e}, \quad (3.8.2)$$

де K_z - коефіцієнт завантаження транспортного обладнання;

q_l – продуктивність лінії, т/год;

q_e - експлуатаційна продуктивність транспортного обладнання, т/год.

Лінія поглибленої теплової обробки зерна

На лінії поглибленої теплової обробки зерна встановлюємо норії №1 та №2 марки НМ-10 із паспортною продуктивністю 10 т/год, скребковий конвеєр КСТ-

200 №1 з паспортною продуктивністю 10 т/год.

Розраховуємо продуктивність норії №1, №2 та скребкового конвеєру КСТ-200 №1 за формулою 3.8.1:

$$q_e = \frac{10 \times 0,65 \times 0,85}{0,75} = 7,4 \text{ (т/год)}$$

Розраховуємо коефіцієнт завантаження норії №1, №2, скребкового конвеєру КСТ-200 №1 за формулою 3.8.2:

$$K_3 = \frac{3,5}{7,4} = 0,5$$

Лінія підготовки порції зернової, мучнистої сировини та шротів

На лінії підготовки порції зернової, мучнистої сировини та шротів встановлюємо норії №3, №5 та №6 марки НМ-40, скребкові конвеєри №2, №4 марки КСТ-200, а також конвеєр №1 (під дробаркою) – марки КВ-250 із паспортною продуктивністю 40 т/год, норію № 4 марки НМ-30, конвеєр №3 марки КСТ-200 із паспортною продуктивністю 30 т/год.

Розраховуємо продуктивність норії №3 та скребкового конвеєру КСТ-200 №2 за формулою 3.8.1:

$$q_e = \frac{40 \times 0,5 \times 0,85}{0,75} = 22,7 \text{ (т/год)}$$

Розраховуємо коефіцієнт завантаження норії №3 та скребкового конвеєру КСТ-200 №2 за формулою 3.8.2:

$$K_3 = \frac{16,7}{22,7} = 0,74$$

Розраховуємо продуктивність норії №4 та скребкового конвеєру КСТ-200 №3 за формулою 3.8.1:

$$q_e = \frac{30 \times 0,65 \times 0,85}{0,75} = 22,1 \text{ (т/год)}$$

Розраховуємо коефіцієнт завантаження норії №4 та скребкового конвеєру КСТ-200 №3 за формулою 3.8.2:

$$K_3 = \frac{16,7}{22,1} = 0,76$$

Розраховуємо продуктивність норій №5, №6, скребкового конвеєра КСТ-200 №4, гвинтового конвеєра КВ-250 №1 за формулою 3.8.1:

$$q_e = \frac{40 \times 0,47 \times 0,85}{0,75} = 21,3 \text{ (т/год)}$$

Розраховуємо коефіцієнт завантаження норій №5 та №6 за формулою 3.8.2:

$$K_3 = \frac{16,7}{21,3} = 0,78$$

Лінія змішування

Розраховуємо продуктивність скребкового конвеєра №5 за формулою 3.8.1:

$$q_e = \frac{40 \times 0,50 \times 0,85}{0,75} = 22,7 \text{ (т/год)}$$

Приймаємо скребковий конвеєр КСТ-200 (виробник ЗАТ «Технекс»), з паспортною продуктивністю 40 т/год.

Розраховуємо коефіцієнт завантаження скребкового конвеєра КСТ-200 №5 за формулою 3.8.2:

$$K_3 = \frac{17,5}{22,7} = 0,77$$

Лінія гранулювання

Розраховуємо продуктивність норії №7 за формулою 3.8.1:

$$q_e = \frac{40 \times 0,5 \times 0,85}{0,75} = 22,7 \text{ (т/год)}$$

Приймаємо норію НМ-40, з паспортною продуктивністю 40 т/год.

Розраховуємо коефіцієнт завантаження норії НМ-40 №7 за формулою 3.8.2:

$$K_3 = \frac{21}{22,7} = 0,93$$

Розраховуємо продуктивність норії №8 за формулою 3.8.1:

$$q_e = \frac{40 \times 0,63 \times 0,85}{0,75} = 28,6 \text{ (т/год)}$$

Приймаємо норію НМ-40, з паспортною продуктивністю 40 т/год.

Розраховуємо коефіцієнт завантаження норії НМ-40 №8 за формулою 3.8.2:

$$K_3 = \frac{23,1}{28,6} = 0,81$$

Розраховуємо продуктивність норії №9 за формулою 3.8.1:

$$q_e = \frac{30 \times 0,63 \times 0,85}{0,75} = 21,4 \text{ (т/год)}$$

Приймаємо норію НМ-30, з паспортною продуктивністю 30 т/год.

Розраховуємо коефіцієнт завантаження норії НМ-30 №9 за формулою 3.8.2:

$$K_3 = \frac{16,2}{21,4} = 0,76$$

Розраховуємо продуктивність скребкового конвеєра №6 за формулою 3.8.1:

$$q_e = \frac{30 \times 0,63 \times 0,85}{0,75} = 21,4 \text{ (т/год)}$$

Приймаємо скребковий конвеєр КСТ-200 (виробник ЗАТ «Технекс»), з паспортною продуктивністю 30 т/год.

Розраховуємо коефіцієнт завантаження скребкового конвеєра КСТ-200 №6 за формулою 3.8.2:

$$K_3 = \frac{17,5}{21,4} = 0,82$$

Таблиця 3.8.1 - Дані розрахунку транспортного обладнання

Назва обладнання, машини, номер	Марка обладнання машини	Кількість, n_{ϕ} , шт.	Продуктивність		Коефіцієнт використання машини, K_e	Коефіцієнт завантаження машини, K_3
			Паспортна, q_n , т/ГОД	Експлуатаційна, q_e , т/ГОД		
Лінія поглибленої теплової обробки зерна						
Норія № 1, №2	НМ-10	1	10	7,4	0,85	0,50
Конвеєр скребк. №1	КСТ-200	1	10	7,4	0,85	0,50
Лінія підготовки порції зернової, мучнистої сировини та шротів						
Норія № 3	НМ-40	1	40	22,7	0,85	0,74
Норія № 4	НМ-30	1	30	22,1	0,85	0,76
Норії № 5, №6	НМ-40	2	40	21,3	0,85	0,78
Конвеєр скребк. №2	КСТ-200	1	40	22,7	0,85	0,74
Конвеєр скребк. №3	КСТ-200	1	30	22,1	0,85	0,76
Конвеєр скребк. №4	КСТ-200	1	40	21,3	0,85	0,78
Конвеєр гвинтовий №1	КВ-250	1	40	21,3	0,85	0,78
Лінія змішування						
Конвеєр скребк. №5	КСТ-200	1	40	22,7	0,85	0,77
Лінія гранулювання						
Норія №7	НМ-40	1	40	22,7	0,85	0,93
Норія №8	НМ-40	1	40	28,6	0,85	0,81
Норія №9	НМ-30	1	30	21,4	0,85	0,76
Конвеєр скребк. №6	КСТ-200	1	30	21,4	0,85	0,82

Висновок: встановлене транспортне обладнання забезпечує задану продуктивність технологічних ліній.

3.9 Проектування внутрішньоцехової комунікації

Таблиця 3.9.1 - Мінімальні кути нахилу самопливних труб для різних продуктів

Сировина, продукт, компоненти, готова продукція	Гранично допустимі кути нахилу самопливних труб, α , град.
Зернова сировина	36
Висівки	47
Продукти подрібнення	47
Мучки, шроти	50
Кормові продукти харчових виробництв	50
Сировина мінерального походження	50
Відходи	50
Відноси аспіраційних мереж	55
Лузга ячмінна, вівсяна, просяна	40
Гранули на виходу із прес-гранулятора	70
Комбікорми в розсипному вигляді	47...60
Комбікорми у вигляді гранульованої крупки	45...47° (залежить від розміру крупки)
Комбікорми у вигляді гранул	40...47° (залежить від розміру гранул)

Таблиця 3.9.2 – Діаметри самопливних труб, мм

Призначення самопливного трубопроводу	Діаметри самопливних труб при продуктивності лінії, $q_{л}$, т/год			
	до 5	до 10	до 20	більше 20
1.Приймання сировини (приймальні пристрої корпусу сировини) і відпуску готової продукції (відпускні пристрої корпусу готової продукції), \emptyset , мм	220	220	220	300
3.Для зернової сировини (виробничий корпус), \emptyset , мм	140	140	180	220
3.Для інших видів сировини, проміжних продуктів готової продукції (виробничий корпус), \emptyset , мм	140	180	180	220
4. Для відходів, \emptyset , мм	140	140	140	180

Таблиця 3.9.3 – Відомість руху продуктів

Назва, марка технологічного обладнання, бункерів	Кількість технологічного обладнання, од.	Назва продуктів, які		Назва, марка технологічного обладнання, на яке подається продукт	Транспортне обладнання				Кут нахилу самопливу, град				Діаметр самопливу, мм	Поверх перевірки кута нахилу самопливу
		надходять до технологічного обладнання	виходять з технологічного обладнання		номер самопливу	марка, номер норії	марка, номер транспортера	марка, номер гвинтового конвеєра	в повздовжньому розрізі	в поперечному розрізі	фактичний	гранично допустимий		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Лінія поглибленої теплової обробки зерна</i>														
Склад силосного типу	-	Зерно	Зерно	Магнітний сепаратор №1 УЗ-ДКМ-00	1	НМ-10 №1	-	-	78	90	78	36	140	1
					2	НМ-10 №1	-	-	90	74	74	36	140	5
					3	-	-	-	90	72	72	36	140	4
Магнітний сепаратор №1 УЗ-ДКМ-00	1	Зерно	Очищене від ММД зерно	Оперативний бункер № 1	4	-	-	-	90	90	90	36	140	4
Оперативний бункер № 1	-	Очищене від ММД зерно	Очищене від ММД зерно	Кондиціонер СМ 2/5 №1	5	-	-	-	90	90	90	36	140	3
Кондиціонер СМ 2/5 №1	1	Очищене від ММД зерно	Зволожено зерно	Екструдер ЕХ-617	6	-	-	-	90	90	90	70	140	3
Екструдер ЕХ-617	1	Зволожено зерно	Екструдоване зерно	Охолоджувач з протитеч. потоком повітря ТК-1800 №1	7	-	-	-	90	90	90	70	140	2
Охолоджувач з протитечійним потоком повітря ТК-1800 №1	1	Екструдоване зерно	Охолодженний екструдат	Валковий подрібнювач Capacity KR 16,2 №1	8	-	-	-	90	90	90	47	140	2

КРБ.ТЗІК.1.607-03.6.1

Продовження табл. 3.9.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Валковий подрібнювач №1 Saracity KR 16,2	1	Охолоджений екструдат	Подрібнений екструдат	Наддозаторний бункер №19	9	HM-10 №2	-	-	64	90	64	47	140	1
<i>Лінія підготовки порції зернової, мучнистої сировини та шротів</i>														
Ваги порційні тезометричні №1 ВБ-3000	1	Зернова, мучниста сировина та шроти	Здозована порція зернової, мучнистої сировини та шротів	Оперативний бункер № 20	10	HM-40 №5	КСТ-200 №4	-	66	66	57	50	180	1
					11	HM-40 №5	-	-	63	90	63	50	180	5
Оперативний бункер № 20	-	Здозована порція зернової, мучнистої сировини та шротів		Просіювальна машина №1 УЗ-ДМП-20А	12	-	-	-	90	90	90	50	180	4
Просіювальна машина №1 УЗ-ДМП-20А	1	Здозована порція зернової, мучнистої сировини та шротів	Кр. фр.	Магнітний сепаратор №2 УЗ-ДКМ-01	13	-	-	-	90	90	90	50	180	3
			Др. фр.	Магнітний сепаратор №3 УЗ-ДКМ-01	14	-	-	-	71	80	69	50	180	3
Магнітний сепаратор №2 УЗ-ДКМ-01	1	Кр. фр.	Очищена від ММД кр.фр.	Дробарка УЗ-ДБМ-20	15	-	-	-	88	88	87	50	180	2
Магнітний сепаратор №3 УЗ-ДКМ-01	1	Др. фр.	Очищена від ММД др. фр	Підробарний бунк. № 21	16	-	-	-	87	88	87	50	180	2
Дробарка УЗ-ДБМ-20	1	Очищена від ММД кр.фр.	Подрібн. порція	Підробарний бунк. № 21	17	-	-	-	90	90	90	47	180	1
Підробарний бунк. № 21	-	Подрібн. порція зернової, мучнистої сировини та шротів	Подрібн. порція зернової, мучнистої сировини та шротів	Змішувач періодичної дії №2 УЗ-ДСО-3,0	18	HM-40 №6	-	KB-250 №1	90	53	53	47	180	1
					19	HM-40 №6	-	-	64	90	64	47	180	3

Продовження табл. 3.9.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Лінія підготовки порції макро- та мікрокомпонентів</i>														
Модуль мікродозування ММД-300-8	1	Мікрокомпоненти	Здозована порція мікрокомпонентів	Змішувач період. дії №1 СП-500	20	-	-	-	90	90	90	50	140	3
Змішувач період. дії №1 СП-500	1	Здозована порція мікрокомпонентів	Передсуміш мікрокомпонентів	Оперативний бункер № 30	21	-	-	-	90	90	90	50	140	2
Оперативний бункер № 30	-	Передсуміш мікрокомпонентів		Змішувач періодичної дії №2 УЗ-ДСО-3,0	22	-	-	-	90	90	90	50	140	2
<i>Лінія змішування</i>														
Змішувач періодичної дії №2 УЗ-ДСО-3,0	1	Всі здозовані порції	Розсипн. комбікорм	Оперативний бункер №31	23	НМ-40 №7	-	-	90	90	90	47	180	1
Оперативний бункер №31	-	Розсипний комбікорм		Магнітний сепаратор №4, №5 УЗ-ДКМ-01	24	НМ-40 №7	КСТ-200 №5	-	63	61	54	47	180	1
<i>Лінія гранулювання розсипних комбікормів</i>														
Оперативний бункер №31	-	Розсипн. комбікорм	Розсипн. комбікорм	Магнітний сепаратор №4 УЗ-ДКМ-01	25	НМ-40 №7	-	-	72	55	52	47	180	5
Оперативний бункер №31	-	Розсипн. комбікорм	Розсипн. комбікорм	Магнітний сепаратор №5 УЗ-ДКМ-01	26	НМ-40 №7	-	-	72	55	52	47	180	5
Магнітний сепаратор №4 УЗ-ДКМ-01	1	Розсипн. комбікорм	Розсипн. комбікорм очищений від ММД	Оперативний бункер №32	27	-	-	-	90	90	90	47	180	5

Продовження табл. 3.9.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Магнітний сепаратор №5 УЗ-ДКМ-01	1	Розсипн. комбікорм	Розсипн. комбікорм очищений від ММД	Оперативний бункер №33	28	-	-	-	90	90	90	47	180	5
Оперативний бункер №32	-	Розсипн. комбікорм очищений від ММД	Розсипн. Комбікорм очищений від ММД	Кондиціонер тривалого витримання СМ 901/СМ 30 №2	29	-	-	-	88	88	87	47	180	4
Оперативний бункер №33	-	Розсипн. комбікорм очищений від ММД	Розсипн. комбікорм очищений від ММД	Кондиціонер тривалого витримання СМ 901/СМ 30 №2	30	-	-	-	88	51	50	47	180	4
Кондиціонер тривалого витримання СМ 901/СМ 30 №2	1	Розсипн. комбікорм очищений від ММД	Зволожений розсип. комбікорм	Прес-гранулятор РМV 919W	31	-	-	-	90	90	90	70	180	3
Прес-гранулятор РМV 919W	1	Зволожений розсип. комбікорм	Гранульований комбікорм	Охолоджувач протитечійний VК24Х28R №2	32	-	-	-	90	90	90	70	180	2
Охолоджувач протитечійний VК24Х28R №2	1	Гранульований комбікорм	Охоложені гранули	Подрібнювач валковий №2 GRM 161	33	-	-	-	90	90	90	47	180	2
Подрібнювач валковий №2 GRM 181	1	Охоложені гранули	Подрібнені гранули	Просіювальна машина №2 TRZ 1500-3	34	HM-40 №8	-	-	51	90	51	47	180	1
					35	HM-40 №8	-	-	65	90	65	47	180	5

Продовження табл. 3.9.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Просіювальна машина №2 TRZ 1500-3	1	Подрібнені гранули	Кр.фр.	Подрібнювач валковий №3 Сарасіті KR 16,2	36	-	-	-	82	90	82	47	180	4
					37	-	-	-	79	85	78	47	180	3
					38	-	-	-	90	87	87	47	180	2
			Др.фр.	Магнітні сепаратори УЗ-ДКМ-01 №4, №5	39	-	-	-	58	89	58	47	180	4
					40	-	-	-	56	89	56	47	180	3
					41	-	-	-	90	89	89	47	180	2
		42	HM-40 №7	-	-	90	89	89	47	180	1			
		25	HM-40 №7	-	-	72	55	52	47	180	5			
		26	HM-40 №7	-	-	72	55	52	47	180	5			
		Крупка	Склад ГП	43	HM-30 №9	-	-	54	86	54	47	180	4	
Подрібнювач валковий №3 Сарасіті KR 16,2	1	Кр.фр.	Подрібнені гранули	Просіювальна машина №2 TRZ 1500	44	HM-40 №8	-	-	87	61	61	47	180	1
					35	HM-40 №8	-	-	65	90	65	47	180	5

3.9 Технохімічний та технологічний контроль виробництва

Контроль якості сировини.

Попередню оцінку якості сировини, що надходить на комбікормові заводи, проводять працівники виробничотехнологічної лабораторії (ВТЛ). Щоб дати дозвіл на вивантаження доставленої на завод сировини, вони здійснюють органолептичну її оцінку, визначають температуру, стан тари і упакування. У разі відсутності яких-небудь дефектів лабораторія дає дозвіл на розвантаження.

У лабораторії визначають органолептичні показники (у кожній партії сировини, що надходить), вміст сміттевої, зернової і металомагнітної домішки, фізичні властивості і хімічний склад сировини. Наявність сміттевої домішки, у тому числі мінеральної, насіння шкідливих і отруйних бур'янів, визначають у кожній партії зернової сировини. Її вміст не повинен перевищувати 1 % від загальної маси сировини. Зернову домішку визначають на розсуд ВТЛ, але не рідше одного разу на місяць. Цей контроль необхідний для попередження надходження зернової суміші замість зерна, оскільки зернова суміш і оцінюється дешевше, і заміна одного виду зерна іншим у більшій кількості може не забезпечити бажаного рівня якості.

На комбікормових заводах, обладнаних лінією луцення вівса і ячменю, передбачається вибірковий контроль натуре зерна (не менше однієї партії з 10). Металомагнітні домішки у кормовій сировині олійно-екстракційних виробництв (макуха, шрот, фосфатидні концентрати), сировині тваринного походження (м'ясо-кісткове, м'ясне, кров'яне борошно), побічних продуктах харчових виробництв (жом, пивна дробина, барда) визначають у кожній партії сировини, яка надходить на комбікормовий завод; у трав'яному, хвойному і листяному борошні, кормових відходах млинових і круп'яних виробництв (висівки, мучка) – вибірково; в кормових дріжджах, сировині мінерального походження (крейда, кухонна сіль, вапняки, кормові фосфати, черепашникове, кісткове борошно тощо) – на розсуд ВТЛ. Величину часток визначають у кожній партії сировини тваринного походження, вибірково – у трав'яному борошні, на розсуд ВТЛ – у висівках, мучках, кормових дріжджах, сировині мінерального походження. Температуру кожної партії шротів і трав'яного борошна обов'язково контролюють для запобігання самозігрівання і самозагоряння цих продуктів. Мікроскопічні методи аналізу застосовують для швидкого виявлення плісняви, забрудненості, наявності сторонніх домішок, кліщів, комах тощо.

Контроль технологічного процесу виробництва комбікормів.

Основна мета контролю технологічного процесу – забезпечити виробництво комбікормів, які б відповідали встановленим нормам і рецептам. Виходячи з цього, виробничо-технологічна лабораторія періодично здійснює:

– контроль роботи очищувальних машин (відбір проб на робочих місцях і визначення вмісту смітної домішки у зерновій сировині до і після очищення) – один раз за зміну;

– контроль роботи об’ємних дозаторів – не менше двох разів за зміну;

– контроль роботи розмелювальних машин – один раз за зміну;

– контроль роботи магнітних установок – один раз за квартал;

– контроль висушування сировини мінерального походження – не менше одного разу за зміну;

– контроль процесу гранулювання: через 2 год роботи преса визначають температуру гранул на виході з охолоджувальної колонки, їх довжину, прохід через сито з отворами діаметром 2 мм, крихкість і набухання гранул (в комбікормах для риб) – не менше двох разів за зміну;

– контроль виробітку крупки за величиною залишку на ситі і проходу через сито – через кожних 2 год роботи.

Проби також відбирають: до і після очищення сировини на очищувальних машинах (зернові і борошністі види сировини); після подрібнення (зернова і мінеральна сировина); після кожного об’ємного дозатора; до і після луцильних машин; після остаточного змішування (збагачувальна суміш); до і після висушування (сировина мінерального походження); після охолоджувача (гранули); після просіювальних машин (крупка).

Контроль якості готової продукції розпочинають з відбирання зразків. Проби відбирають за допомогою автоматичних пробовідбірників, встановлених у місцях проходження готової продукції в силосах і працюючих за принципом відсікання струменя через рівні проміжки часу. Із відібраних проб складають середньозмінні зразки, в яких визначають наступні показники: органолептичні (колір, запах); технічні (величина помелу, наявність цілих зерен і металомагнітних домішок); хімічні (вологість, сирий протеїн, кухонна сіль, клітковина) в комбікормах для птиці, молодняку свиней, хутрових звірів. Інші хімічні показники працівники ВТЛ визначають або вибірково (одна партія з 10), або на свій розсуд (не рідше одного разу за місяць). Вибіркові аналізи проводять у разі визначення вмісту сирової клітковини (в комбікормах для великої рогатої худоби, овець, коней, риб, дорослих свиней, кролів), жиру (у разі уведення в комбікорм кормового жиру), піску, кальцію

і фосфору (в комбікормах для птиці), карбаміду (за уведення в комбікорми карбаміду). На розсуд ВТЛ визначають вміст біологічно активних речовин, передусім вітамінів А і Е. Отримані результати фіксують у журналах встановленої форми; на їх основі виписують посвідчення якості на продукцію, яка відправляється споживачу, і складають звіт щодо якості продукції. Дані контролю якості готової продукції доводять до відома адміністрації заводу, начальника виробничого цеху, технологів і змінних майстрів.

Контроль якості комбікормів за розміщення і зберігання.

Розсипні і гранульовані комбікорми зберігають у складах силосного типу, а у разі їх відсутності – у складах підлогового типу насипом або в тарі. Зберігають комбікорми окремо за рецептами згідно з планом розміщення, затвердженого адміністрацією. Не дозволяється: змішувати комбікорми, виготовлені за різними рецептами, і засмічувати їх сторонніми домішками; зберігати комбікорми в одному складі з сировиною, відходами і мішкотарою; ходити по насипу комбікорму або по мішках з комбікормом без застосування відповідних настилів (трапів). У разі зберігання комбікормів у мішках у сховищах з асфальтною, бетонною і кам'яною підлогою їх обладнують спеціальними настилами або піддонами. У разі зберігання і транспортування комбікормів у мішках звертають особливу увагу на збереженість мішків. Укладати в штабелі розірвані і забруднені мішки забороняється. У разі виявлення пошкоджених мішків їх вилучають, а комбікорми пересипають у цілі мішки. Склади підлогового типу для зберігання розсипних комбікормів окремо за рецептами обладнують перегородками і, як виняток, щитами. Розміщення комбікормів насипом у складах повинне забезпечувати доброякісну збереженість і можливість контролювати якість у всіх шарах насипу.

На сьогодні найбільш поширеним способом зберігання комбікормів є розміщення їх у складах силосного типу. У таких складах комбікорми зберігають не більше 20 діб. У разі періодичного перекачування комбікорму з одного силосу в інший термін зберігання подовжується до 40 діб. Для цього залишають один-два силоси вільними. Комбікорми, які містять до 7 % м'ясо-карбамідної суміші у співвідношенні 2,5:1, зберігають у силосах не більше 10 діб, а у разі перекачування з одного силосу в інший – не більше 20 діб [10].

Розділ 4. Розрахунок вентиляційного обладнання

4.1 Мета і задачі вентиляційних установок

На комбікормових підприємствах більшість технологічних процесів супроводжуються утворенням великої кількості пилу всередині обладнання, яке може досягати вибухонебезпечної концентрації, а при виділенні в навколишнє середовище створює концентрації, небезпечні для здоров'я людей. Зменшення викидів пилу в атмосферу завдяки використанню в аспіраційних установках високоефективних пиловловлювачів не тільки захищає навколишнє середовище, але і дає економію цінних харчових і кормових продуктів, з яких складається пил. Робота аспіраційних установок в сукупності з пневмотранспортними, на підприємствах хлібопродуктів при видаленні повітря в атмосферу супроводжується інтенсивним повітрообміном і освітою вакууму в робочих приміщеннях. То може призвести до неорганізованого повітрообміну, при якому повітря проникає в приміщення через щілини і нещільності будівельних огорож (стін, вікон, дверей), а також при відкриванні вікон і дверей.

Пил на сучасних комбікормових підприємствах різного походження, тому вентиляційним (аспіраційним) установкам надається особливе значення.

Вентиляційні установки представляють сукупність спеціального обладнання (вентиляторів, повітропроводів, пиловідокремлювачі та ін). Його об'єднують в системи для здійснення повітрообміну шляхом створення доцільно організованих повітряних потоків в будівлях, каналах, камерах або захисних кожухах машин і апаратів. Це необхідно для забезпечення чистоти повітря в приміщеннях, де працюють люди, і виконання ряду технологічних, транспортних, а також противибухових і протипожежних функцій.

Вентиляційні установки відсмоктують повітря від технологічного і транспортного устаткування, тобто здійснюють так звану аспірацію, створюючи всередині робочих просторів або захисних кожухів машин розрідження. Воно перешкоджає виділенню пилу назовні і викликає надходження в ці простори зовнішнього повітря, яке забирає із собою

					КРБ.ТЗіК.1.607-03.6.1		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис				
Розробив	Логінова О.В.			Розробка технології підвищення ефективності використання сировини при виробництві комбікормової продукції	Лім.	Лист	Листів
Консультант	Гончарук Г.А.					83	11
Керівник	Ворона Н.В.				ОНТУ 2024		
Зав. каф.	Макаринська А.В.						

надлишкове тепло і вологу, що виділяються при переробці зерна в борошно і крупу [23].

Вентиляційні установки на зернопереробних підприємствах дозволяють при ефективній роботі:

1) санітарно – гігієнічні задачі:

– поліпшити і оздоровити умови праці, ліквідувати професійні захворювання робітників;

– створити необхідні гігієнічні передумови для підвищення продуктивності праці;

– поліпшити санітарно-гігієнічний стан підприємств в результаті запобігання можливості конденсації вологи на внутрішніх поверхнях машин, розвитку мікроорганізмів, а також шкідників зерна й продуктів його переробки всередині аспіруючого обладнання;

2) підвищити продуктивність млинів, круп'яних і комбікормових заводів, завдяки підтримці нормального ходу технологічного процесу, обумовлює,

зокрема, підвищенням сипкості сит поліпшити якість борошна:

– краще очищати зерно і сортувати продукти помелу;

– попередити самозігрівання зерна, знизити вологість і запобігти розвиток шкідників;

– зменшити втрати зерна, що виникають при переробці його в борошно і крупу внаслідок зменшення кількості зміток і розсіювання пиловидних продуктів;

3) задачі пожежовибухобезпеки

– запобігти можливості виникнення вибухів пилу і пожежі.

4.2 Особливості проєктування аспіраційних установок комбікормових заводів

Компоновку аспіраційних мереж комбікормових заводів виконують для таких транспортно-технологічних ліній:

– розвантаження і складування зернової, м'якої та мінеральної сировини;

– очищення та подрібнення;

– дозування та змішування;

– завантаження продукції в автомашини та вагони.

Пиловидну сировину (борошно, БВД, вапно та інше) як правило транспортують пневмо- та аерозольнотранспортними установками.

При визначенні місць відсосу повітря від обладнання слід враховувати такі вимоги:

- не дозволяється використання зернових норій для транспортування подрібнених та тонко дисперсних матеріалів;
- обладнання, в якому створюються пило повітряні потоки підвищеної запиленості, слід аспірувати через транспортні самопливи шляхом відбору повітря від норійних труб або місткостей.

Завальні ями повинні бути максимально герметичними. Отвори над ямами для їх завантаження повинні забезпечувати пропускну потужність розвантажувальних засобів.

Випускні самопливи із силосів і бункерів повинні мати регулюючі засувки.

4.3 Основні принципи компонування аспіраційних установок

До основних принципів компонування, якими слід керуватися при проектуванні об'єднання вентилязованого обладнання в централізовані мережі слід віднести:

- технологічний (об'єднання в загальну мережу повітроводів того обладнання, пил від якого досить однорідний за якістю);
- одночасність роботи аспіраційного обладнання (об'єднання в загальну мережу одночасно працюючого обладнання);
- спрощення траси повітропроводів;
- експлуатаційну надійність і зручності автоматизації;
- температурний принцип.

4.4 Проектування, підбір та установка локальних фільтрів за аеродинамічними показниками

Для аспірації зерноочисного обладнання використовують фільтри-циклони ZEO-FC, а також локальні фільтри ZEO-FV та ZEO-FG. Це дає можливість додаткового збереження маси кормового продукту шляхом зниження викидів у виробниче приміщення та атмосферу за рахунок високого коефіцієнта очищення повітря у рукавах пиловідділювача та повернення

продукту в потік матеріалу.

На рис. 1 [24] наведені принципіальні схеми роботи фільтра циклона ZEO-FC і локальних фільтрів горизонтального і вертикального виконання.

4.5 Розрахунок аспіраційної мережі просіювача УЗ-ДМП-20А №1 і норії НМ-40 №5

За додатком методичних вказівок [24] (табл.1) вибираємо значення втрат повітря на аспірацію обладнання: $Q_{прос}=500$ м³/год і $Q_{нор}=700$ м³/год.

Гідравлічний опір машин $H_{нор}$ і $H_{прос}=50$ Па.

При виборі фільтра враховуємо підсоси повітря у мережу, включаючи обладнання і фільтр і загальні витрати повітря, яке повинен знепилити фільтр $Q_{ф}$.

$$Q_{ф} = \Sigma Q_{обл} + Q_{н}, \text{ м}^3/\text{год}$$

де $\Sigma Q_{обл}$ – сумарна кількість повітря, яке необхідно відібрати від норії і просіювача;

$Q_{н}$ – підсоси повітря у розмірі 5% від $\Sigma Q_{обл}$.

$$Q_{н} = 0,05(Q_{нор} + Q_{прос}) = 0,05(700 + 500) = 60 \text{ м}^3/\text{год.}$$

$$Q_{ф} = 500 + 700 + 60 = 1260 \text{ м}^3/\text{год} = 0,35 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Вибираємо фільтр-циклон ZEO-FC-2000. Площа фільтруючої поверхні рукавів $F_{ф.р}=10,5$ м².

Втрати тиску у фільтрі визначаємо за напруженістю тканини фільтра

$$q = \frac{Q_{ф}}{F_{ф.р}} = \frac{0,35}{10,5} = 0,034 \text{ м}^3/\text{с} \cdot \text{м}^2.$$

За графіком $H_{ф}=f(q)$ ([24], рис. 4) визначаємо опір фільтра $H_{ф}=820$ Па.

Розраховуємо опір мережі

$$H_{мер} = H_{м} + H_{нов} + H_{ф} + H_{уд}, \text{ Па.}$$

де $H_{нор}$ – гідравлічний опір найбільш віддаленої машини за магістральним напрямком $H_{нор}=50$ Па;

$H_{нов}$ – опір матеріалопроводу за магістральним напрямком, Па;

$H_{ф}$ – опір фільтра;

$H_{уд}$ – втрати тиску на удар, або вихід повітря в атмосферу, Па.

Розраховуємо опір повітропровода за виразом

$$H_{нов} = \left(\lambda \frac{l}{D} + \sum \xi \right) \frac{\rho v^2}{2}, \text{ Па,}$$

де λ – коефіцієнт опору по довжині повітропроводу;

l – довжина прямолінійних ділянок повітропроводів, м ($l=22$ м);

D – діаметр повітропровода, м;

ξ – коефіцієнт місцевого опору;

v – середня швидкість повітря в перерізі повітропровода, м/с.

За номограмою Панченко ([23], с.252), знаходимо за витратами повітря і рекомендованою швидкістю його – (13...14 м/с) – λ/D , D , v , $H_{дин}$.

$$\lambda/D=0,097; D=180\text{мм}; v=13,5\text{м/с}; H_{дин}=110 \text{ Па.}$$

Величину кожного місцевого опору в мережі за магістральним напрямком приймаємо $\xi=0,2$.

Так, як у нас за магістраллю 12 місцевих опорів, то $\sum \xi=12 \cdot 0,2=2,4$,

$$\text{Тому } H_{нов} = (0,097 \cdot 22 + 2,4) \cdot 110 = 499 \text{ Па.}$$

Розраховуємо витрати тиску на удар.

При факельному викиді

$$H_{уд} = \frac{\rho v_{вих}^2}{2}, \text{ Па,}$$

де $v_{вих}$ – швидкість повітря на виході з конфузора, приймаємо $v=20...22$ м/с;

ρ – густина повітря, яка для стандартного стану повітря складає $1,2 \text{ кг/м}^3$.

$$H_{уд} = \frac{1,2 \cdot 22^2}{2} = 290 \text{ Па.}$$

$$H_{мер} = 50 + 820 + 499 + 290 = 1659 \text{ Па.}$$

Тиск, який повинен утворити вентилятор збільшуємо на 10% і визначаємо за виразом

$$H_г = 1,1 \cdot H_{мер} = 1,1 \cdot 1659 = 1825 \text{ Па.}$$

Витрати повітря, яке буде переміщувати вентилятор

$$Q_г = Q_ф.$$

За аеродинамічними характеристиками $H_г=f(Q_г)$ вибираємо вентилятор виробництва ВЦП-3. Число обертів вала $n = 3100$ об/хв, ККД – $\eta=0,51$. Визначаємо необхідну потужність за точкою перетину характеристик

вентилятора і мережі, а необхідну потужність на валу вентилятора за формулою

$$N_{\text{вент}} = \frac{Q_в \cdot H_в}{1000 \cdot 3600 \cdot \eta_в \cdot \eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{П}}}, \text{ кВт},$$

де $\eta_в$ – ККД вентилятора (0,51);

$\eta_{\text{пер}}$ – ККД передачі (0,98);

$\eta_{\text{П}}$ – ККД, що враховує опір у підшипниках (0,98).

$$N_{\text{вент}} = \frac{1260 \cdot 1825}{1000 \cdot 3600 \cdot 0,51 \cdot 0,98 \cdot 0,98} = 1,3 \text{ кВт}$$

Фактичну потужність електродвигуна N_y визначають за виразом:

$$N_y = K_з \cdot N_{\text{вент}}, \text{ кВт},$$

де враховують коефіцієнт запасу потужності електродвигуна $K_з$. Для електродвигунів потужністю до 5 кВт $K_з=1,15$.

$$N_y = 1,15 \cdot 1,3 = 1,5 \text{ кВт}.$$

Вибираємо електродвигун марки 4A80B2 - потужністю $N=2,2$ кВт з числом обертів $n=2930$ об/хв, масою – 62 кг за комплектацією заводу-виробника.

4.6 Аспірація мережі, до якої входять: ваги ВБ-3000 №1 та конвеєр КСТ-200 №4

Для аспірації із таблиці 1 [24] вибираємо значення втрат повітря для обладнання: $Q_в=600$ м³/год, $Q_к=500$ м³/год; $H_в=20$ Па, $H_к=50$ Па – опір обладнання.

Величину підсосів повітря Q_n в обладнанні і фільтрі, а також загальні витрати повітря, яке повинен знепилити фільтр ZEO-FC розраховуємо за виразом. Аспіраційне повітря відбирається одночасно від вагів, конвеєра і норії ($\Sigma Q_{\text{обл}}$).

$$Q_{\phi} = \Sigma Q_{\text{обл}} + Q_n = Q_в + Q_к + Q_n \text{ м}^3/\text{год}$$

Кількість підсмоктуваного повітря приймаємо 5% від $\Sigma Q_{\text{обл}}$.

$$Q_{\phi} = 1,05 \cdot (400 + 500) = 945 \text{ м}^3/\text{год} = 0,26 \text{ м}^3/\text{с}$$

За витратами повітря вибираємо модульний фільтр ZEO-FC-1000.

Втрати тиску у фільтрі визначаємо за напруженістю тканини фільтра

$$q = \frac{Q_{\phi}}{F_{\phi.p.}} = \frac{0,26}{4} = 0,06 \text{ м}^3/\text{с} \cdot \text{м}^2.$$

За графіком $H_{\phi}=f(q)$ (рис. 4 метод. вказівок) визначаємо опір фільтра

$H_{\phi}=930$ Па.

Розраховуємо опір мережі, для чого складаємо площинну схему (рис. 3.1)

$$H_{мер} = H_{м} + H_{нов} + H_{\phi} + H_{уд},$$

Па.

де $H_{м}$ – гідравлічний опір більш віддаленої машини за істральним напрямком $H_{к}=50$

$H_{нов}$ – опір матеріаловоду за магістральним напрямком, Па;

H_{ϕ} – опір фільтра;

$H_{уд}$ – втрати тиску на удар, або вихід повітря в атмосферу, Па.

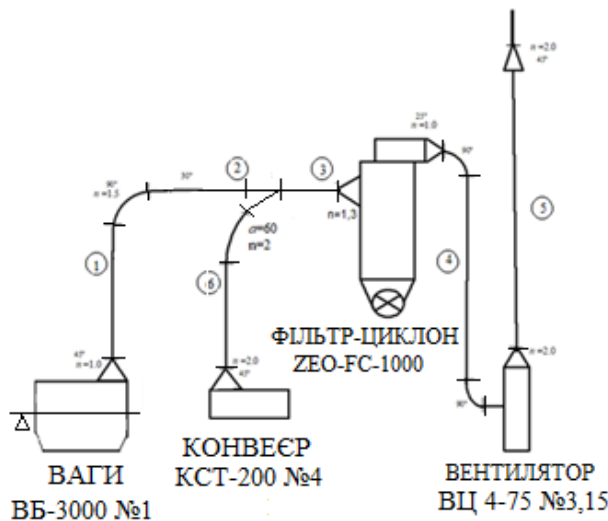


Рис. 4.1 – Площинна схема аспіраційної мережі

Розраховуємо опір повітро-провода за виразом

$$H_{нов} = \left(\lambda \frac{l}{D} + \sum \xi \right) \frac{\rho v^2}{2}, \text{ Па,}$$

де λ – коефіцієнт опору по довжині повітропроводу;

l – довжина прямолінійних ділянок повітропроводів, м ($l=22$ м);

ξ – коефіцієнт місцевого опору;

D – діаметр повітропровода, м;

v – середня швидкість повітря в перерізі повітропровода, м/с.

За номограмою Панченко ([23], с.252).

Знаходимо за витратами повітря і рекомендованою швидкістю його – (10...12 м/с) – $\lambda/D, D, v, H_{дин}$.

$\lambda/D=0,097; D=180$ мм; $v=12,5$ м/с; $H_{дин}=110$ Па.

Величину кожного місцевого опору в мережі за магістральним напрямком приймаємо $\xi=0,2$.

Так, як у нас за магістраллю 12 місцевих опорів, то

$$\sum \xi = 12 \cdot 0,2 = 2,4,$$

Тому $H_{нов} = (0,097 \cdot 22 + 2,4) \cdot 110 = 499$ Па.

Розраховуємо витрати тиску на удар.

Так, як на виході з фільтра встановлюємо факельний викид – втрати

тиску на удар визначаємо

$$H_{уд} = \frac{\rho v_{вих}^2}{2},$$

де $v_{вих}$ – швидкість повітря на виході з конфузора, приймаємо $v=20\dots22\text{м/с}$;

ρ – густина повітря, яка для стандартного стану повітря складає $1,2\text{ кг/м}^3$.

$$H_{уд} = \frac{1,2 \cdot 22^2}{2} = 290\text{ Па.}$$

Розраховуємо опір мережі

$$H_{мер} = 50 + 499 + 930 + 290 = 1769\text{ Па.}$$

Тиск, який повинен розвивати вентилятор треба збільшити на 10 %

$$H_{в} = 1,1 \cdot H_{мер} = 1,1 \cdot 1769 = 1946\text{ Па.}$$

Витрати повітря, яке повинен переміщувати вентилятор

$$Q_{в} = Q_{ф} = 945\text{ м}^3/\text{год}$$

Вибираємо вентилятор за параметрами $Q_{в}$ і $H_{в}$, використовуючи аеродинамічні характеристики вентилятора $H_{в} = f(Q_{в})$ [3, додаток, табл.4 і 5]: вентилятор вітчизняного виробництва ВЦ 4-75 №3,15. Число обертів робочого колеса вентилятора та його ККД визначають за точкою перетину характеристик вентилятора і мережі, а необхідну потужність на валу електродвигуна визначаємо за формулою

$$N_{вент} = \frac{Q_{в} \cdot H_{в}}{1000 \cdot \eta_{в} \cdot \eta_{пер} \cdot \eta_{п}},\text{ кВт,}$$

де $\eta_{в}$ – ККД вентилятора (0,72);

$\eta_{пер}$ – ККД передачі (0,98);

$\eta_{п}$ – ККД, що враховує опір у підшипниках (0,98).

$$N_{вент} = \frac{945 \times 1946}{1000 \times 0,72 \times 0,98 \times 0,98 \times 3600} = 0,74\text{ кВт}$$

Фактичну потужність електродвигуна $N_{ф}$ визначають за виразом:

$$N_{ф} = K_{з} \cdot N_{ел.дв.},\text{ кВт,}$$

де враховують коефіцієнт запасу потужності електродвигуна $K_{з}$. Для електродвигунів потужністю до 5 кВт $K_{з} = 1,15$.

$$N_{ф} = 1,15 \times 0,74 = 0,8\text{ Вт.}$$

Остаточну потужність електродвигуна приймаємо $N = 1\text{ кВт}$ з числом обертів $n = 2850\text{ об/хв}$ за комплектацією заводу-виробника.

4.7 Аспірація мережі, до якої входять: змішувач УЗ-ДСО-3,0 №2, конвеєр КСТ-200 №5 і норія НМ-40 №7

Для аспірації із таблиці 1 ([25], табл. 1 «Аеродинамічні дані технологічного та транспортного обладнання») вибираємо значення втрат повітря для аспірації конвеєра і норії: $Q_3=200$ м³/год, $Q_k=500$ м³/год, $Q_n=500$ м³/год; $H_3=20$ Па, $H_n=50$ Па і $H_k=50$ Па – опір обладнання.

Величину підсосів повітря Q_n в обладнанні і фільтрі, а також загальні витрати повітря, яке повинен знепилити фільтр ZEO-FC розраховуємо за виразом. Аспіраційне повітря відбирається одночасно від змішувача, конвеєра і норії ($\Sigma Q_{обл}$).

$$Q_{\phi} = \Sigma Q_{обл} + Q_n = Q_{зм} + Q_k + Q_n \text{ м}^3/\text{год}$$

Кількість підсмоктуваного повітря приймаємо 5% від $\Sigma Q_{обл}$.

$$Q_{\phi} = 1,05(200+500+500) = 1260 \text{ м}^3/\text{год} = 0,35 \text{ м}^3/\text{с}$$

За витратами повітря вибираємо модульний фільтр ZEO-FC-2000. Втрати тиску у фільтрі визначаємо за напруженістю тканини фільтра

$$q = \frac{Q_{\phi}}{F_{\phi.p}} = \frac{0,35}{10,5} = 0,034 \text{ м}^3/\text{с} \cdot \text{м}^2.$$

За графіком $H_{\phi}=f(q)$ ([25], рис. 4) визначаємо опір фільтра $H_{\phi}=820$ Па.

Розраховуємо опір мережі, для чого складаємо площинну схему (рис.3.2)

$$H_{мер} = H_m + H_{нов} + H_{\phi} + H_{уд}, \text{ Па.}$$

де $H_{нор}$ – гідравлічний опір найбільш віддаленої машини за магістральним напрямком $H_{нор}=50$ Па;

$H_{нов}$ – опір матеріалопроводу за магістральним напрямком, Па;

H_{ϕ} – опір фільтра;

$H_{уд}$ – втрати тиску на удар, або вихід повітря в атмосферу, Па.

Розраховуємо опір повітропроводу за виразом

$$H_{нов} = \left(\lambda \frac{l}{D} + \sum \xi \right) \frac{\rho v^2}{2}, \text{ Па,}$$

де λ – коефіцієнт опору по довжині повітропроводу;

l – довжина прямолінійних ділянок повітропроводів, м ($l=22$ м);

D – діаметр повітропроводу, м;

ξ – коефіцієнт місцевого опору;

v – середня швидкість повітря в перерізі повітропроводу, м/с.

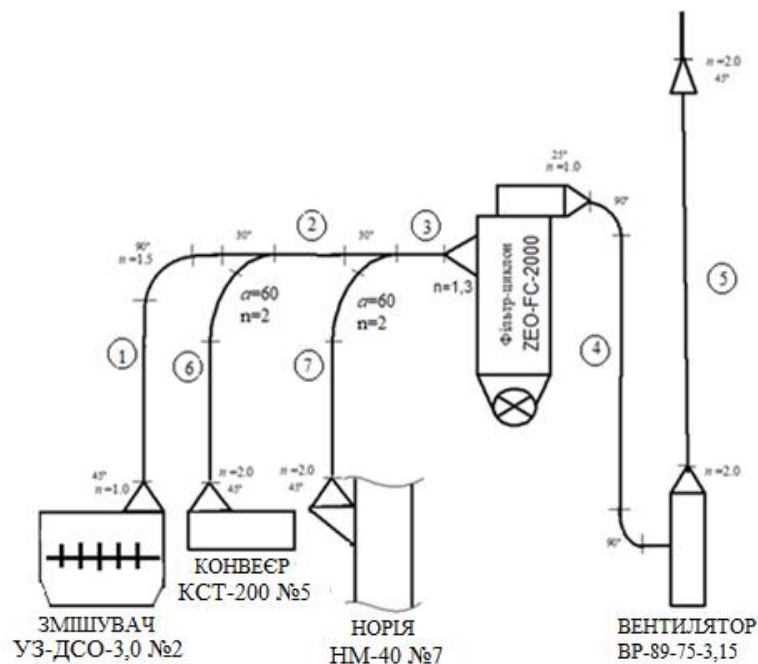


Рис.4.2 – Площинна схема аспіраційної мережі

За номограмою Панченко ([23], с.252).

Знаходимо за витратами повітря і рекомендованою швидкістю його – (10...12 м/с) – λ/D , D , v , $H_{дин}$.

$$\lambda/D=0,097; D=180\text{мм}; v=12,5\text{м/с}; H_{дин}=110 \text{ Па.}$$

Величину кожного місцевого опору в мережі за магістральним напрямком приймаємо $\xi=0,2$.

Так, як у нас за магістраллю 12 місцевих опорів, то

$$\Sigma\xi=12\cdot0,2=2,4,$$

$$\text{Тому } H_{нов} = (0,097 \cdot 22 + 2,4) \cdot 110 = 499 \text{ Па.}$$

Розраховуємо витрати тиску на удар.

Так, як на виході з фільтру встановлюємо факельний викид – втрати тиску на удар визначаємо

$$H_{уд} = \frac{\rho v_{вих}^2}{2},$$

де $v_{вих}$ – швидкість повітря на виході з конфузора, приймаємо $v=20...22\text{м/с}$;

ρ – густина повітря, яка для стандартного стану повітря складає $1,2 \text{ кг/м}^3$.

$$H_{уд} = \frac{1,2 \cdot 22^2}{2} = 290 \text{ Па.}$$

Розраховуємо опір мережі

$$H_{\text{мер}}=50+499+820+290=1659 \text{ Па.}$$

Тиск, який повинен розвивати вентилятор треба збільшити на 10 %

$$H_{\text{в}}=1,1 \cdot H_{\text{мер}} = 1,1 \cdot 1659 = 1825 \text{ Па.}$$

Витрати повітря, яке повинен переміщувати вентилятор

$$Q_{\text{в}} = Q_{\text{ф}}=1260 \text{ м}^3/\text{год}$$

Вибираємо вентилятор за параметрами $Q_{\text{в}}$ і $H_{\text{в}}$, використовуючи аеродинамічні характеристики вентилятора $H_{\text{в}}=f(Q_{\text{в}})$ [25, додаток, табл.4 і 5]: вентилятор вітчизняного виробництва ВР-89-75-3,15. Число обертів робочого колеса вентилятора та його ККД визначають за точкою перетину характеристик вентилятора і мережі, а необхідну потужність на валу електродвигуна визначаємо за формулою

$$N_{\text{вент}} = \frac{Q_{\text{в}} \cdot H_{\text{в}}}{1000 \cdot \eta_{\text{в}} \cdot \eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{п}}}, \text{ кВт,}$$

де $\eta_{\text{в}}$ – ККД вентилятора (0,72);

$\eta_{\text{пер}}$ – ККД передачі (0,98);

$\eta_{\text{п}}$ – ККД, що враховує опір у підшипниках (0,98).

$$N_{\text{вент}} = \frac{1260 \times 1825}{1000 \times 0,72 \times 0,98 \times 0,98 \times 3600} = 0,92 \text{ кВт}$$

Фактичну потужність електродвигуна $N_{\text{ф}}$ визначають за виразом:

$$N_{\text{ф}} = K_3 \cdot N_{\text{ел.дв.}}, \text{ кВт,}$$

де враховують коефіцієнт запасу потужності електродвигуна K_3 . Для електродвигунів потужністю до 5 кВт $K_3=1,15$.

$$N_{\text{ф}} = 1,15 \times 0,92 = 1,1 \text{ Вт.}$$

Остаточну потужність електродвигуна приймаємо $N=1,5$ кВт з числом обертів $n=2850$ об/хв за комплектацією заводу-виробника.

Розділ 5. Електропостачання та енергозбереження

5.1 Мета та задачі проектування

Тема кваліфікаційної роботи: «Розробка технології підвищення ефективності використання сировини при виробництві комбікормової продукції».

Продуктивність заводу 17,5 т/год, тривалість роботи: 12 годин на добу.

Після будівництва комбікормового заводу у відповідності з проектом електропостачання підприємства буде здійснюватися від одного з двох незалежних джерел енергії, основного та резервного, кабельними лініями з напругою 10 кВ 50 Гц, а електрична підстанція підприємства має містити два силових трансформатори.

Компенсація реактивної потужності підприємства буде здійснюватися за допомогою конденсаторних установок.

Живлення силових установок та електроприводів робочих машин в цехах підприємства буде здійснюватися трифазною системою напруг з номінальним значенням напруги 380/220 В 50 Гц, а мережа освітлення однофазною системою з напругою 220 В 50 Гц.

Задачею теперішнього розрахунку є визначення повної потужності трансформаторної підстанції, вибір типу і потужності силових трансформаторів та установок для компенсації реактивної потужності, а також визначення перерізу і марки кабелів для системи внутрішнього електропостачання підприємства.

5.2 Визначення розрахункової активної потужності підприємства

Розрахункову активну потужність електричної трансформаторної підстанції приймачів підприємства визначаємо методом питомого споживання електроенергії за формулою:

$$P_P = \frac{W_{\text{пит}} \cdot M_{\text{ДОБ}}}{T_{\text{ДОБ}}}, \quad (5.2.1)$$

де P_P – розрахункова активна потужність підприємства, кВт

					КРБ.ТЗіК.1.607-03.6.1			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка технології підвищення ефективності використання сировини при виробництві комбікормової продукції	Лім.	Лист	Листів
Розробив		Логінова О.В.					94	9
Консультант		Штепа Є.П.						
Керівник		Ворона Н.В.						
Зав. каф.		Макаринська А.В.				ОНТУ 2024		

$W_{ПИТ}$ – питома витрата електроенергії для вироблення 1 т комбікормів,
 $W_{ПИТ} = 20 \dots 30$ кВт·год/т [32, табл. Д. 1], приймаємо $W_{ПИТ} = 27,0$ кВт·год/т;
 $M_{ДОБ}$ – добова продуктивність підприємства, $M_{ДОБ} = 210$ т/доб;
 $T_{ДОБ}$ – кількість годин роботи підприємства за добу, $T_{ДОБ} = 12$ год.

Визначимо розрахункову активну потужність для підприємства:

$$P_P = \frac{W_{ПИТ} \cdot M_{ДОБ}}{T_{ДОБ}} = \frac{27,0 \cdot 210}{12} = 472,5 \text{ кВт.} \quad (5.2.2)$$

Визначимо розрахункову активну потужність на освітлення приміщень лампами накаливання:

$$P_{ОСВ} = 0,1 \cdot P_P, \quad (5.2.3)$$

Тоді: $P_{ОСВ} = 0,1 \cdot P_P = 0,1 \cdot 472,5 = 47$ кВт.

5.3 Розрахунок повної потужності трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності

Повна потужність трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності визначається за формулою:

$$S_{П} = \sqrt{(P_P + P_{ОСВ})^2 + (Q_P - Q_{КНОМ})^2}, \quad (5.3.1)$$

де Q_P – розрахункова реактивна потужність приймачів:

$$Q_P = P_P \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (5.3.2)$$

де $\operatorname{tg} \varphi$ – коефіцієнт реактивної потужності, який знаходять по середньозваженому коефіцієнту потужності $\cos \varphi$ підприємства.

$$\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg}(\arccos \varphi), \quad (5.3.3)$$

для комбікормового заводу [33] $\cos \varphi = 0,85$,

тоді $\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg}(\arccos 0,85) = 0,62$,

$$Q_P = P_P \cdot \operatorname{tg} \varphi = 472,5 \cdot 0,62 = 293 \text{ квар.}$$

Потужність пристроїв для компенсації реактивної потужності визначають за формулою:

$$Q_K = Q_P - Q_E, \quad (5.3.4)$$

де Q_E – оптимальна реактивна потужність, яка задається енергосистемою РЕС та звичайно складає:

$$Q_E = 0,3 \cdot (P_P + P_{ОСВ}). \quad (5.3.5)$$

Тоді для підприємства, що проектується:

$$Q_E = 0,3 \cdot (472,5 + 47) = 155,9 \text{ квар,}$$

$$Q_K = Q_P - Q_E = 293 - 155,9 = 137 \text{ квар.}$$

Вибираємо потужність, тип та кількість пристроїв для компенсації

реактивної потужності [34].

Таблиця 5.1 - Технічні дані конденсаторних пристроїв для компенсації реактивної потужності

Тип	Номинальна напруга $U_{НОМ}$, кВ	Номинальна потужність $Q_{НОМ}$, квар	Номинальна ємність $C_{НОМ}$, мкФ	Число ступенів регулювання	Маса, кг
КСК2-0,4-67-3У3	0,4	67	487	1	60

Сумарна потужність пристроїв для компенсації реактивної потужності складе:

$$Q_{КНОМ} = n \cdot Q_{НОМ}, \quad (5.3.6)$$

де n – кількість пристроїв для компенсації реактивної потужності, $n = 3$;
 $Q_{НОМ}$ – номінальна потужність кожного пристрою, $Q_{НОМ} = 67$ квар.

Тоді:

$$Q_{КНОМ} = n \cdot Q_{НОМ} = 3 \cdot 67 = 201 \text{ квар},$$

а повна потужність трансформаторної підстанції складе:

$$S_{ТП} = \sqrt{(P_P + P_{ОСВ})^2 + (Q_P - Q_{КНОМ})^2} = \sqrt{(472,5 + 47)^2 + (293 - 201)^2} = 527,6 \text{ кВ}\cdot\text{А}.$$

Потужність одного трансформатора $S_{ТР}$ повинна забезпечувати навантаження не менш 60...80% повної потужності ТП $S_{ТП}$ і складає:

$$S_{ТР} = (0,6 \dots 0,8) \cdot S_{ТП}, \quad (5.3.7)$$

тоді

$$S_{ТР} = 0,7 \cdot 527,6 = 369 \text{ кВ}\cdot\text{А}.$$

Вибираємо тип силового трансформатора $S_{ТРНОМ} \geq S_{ТР}$ [35, 37].

Таблиця 5.2 - Технічні дані силових трансформаторів

Тип	Номинальна потужність $S_{НОМ}$, кВ·А	Номинальна напруга, кВ		Втрати холостого ходу, $I_x\%$	Втрати потужності, кВт		Напруга короткого замикання, $U_K\%$
		Первинне, $U_{1НОМ}$	Вторинне, $U_{2НОМ}$		холостого ходу, P_x	короткого замикання, P_K	
ТМ400/10	400	10	0,4	2,1	1,05	5,50	4,5

5.4 Перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності

Використовуючи графік добового навантаження комбікормового заводу (рис. 5.1) [32], визначимо коефіцієнт завантаження трансформаторів:

$$K_{3T} = \frac{\sum S_i \cdot t_i}{24 \cdot 100}, \quad (5.4.1)$$

де K_{3T} – коефіцієнт завантаження трансформаторів;

S_i – навантаження ТП на i -тої ділянці часу, %;

t_i – тривалість i -тої ділянки часу, год.

Тоді:

$$K_{3T} = \frac{\sum S_i \cdot t_i}{24 \cdot 100} = \frac{20 \cdot 1 + 42 \cdot 1 + 38 \cdot 1 + 68 \cdot 2 + 78 \cdot 2 + 48 \cdot 1 + 80 \cdot 1 + 90 \cdot 2 + 85 \cdot 1 + 68 \cdot 1 + 78 \cdot 3 + 72 \cdot 2 + 75 \cdot 3 + 72 \cdot 2 + 75 \cdot 1}{24 \cdot 100} = 0,70.$$

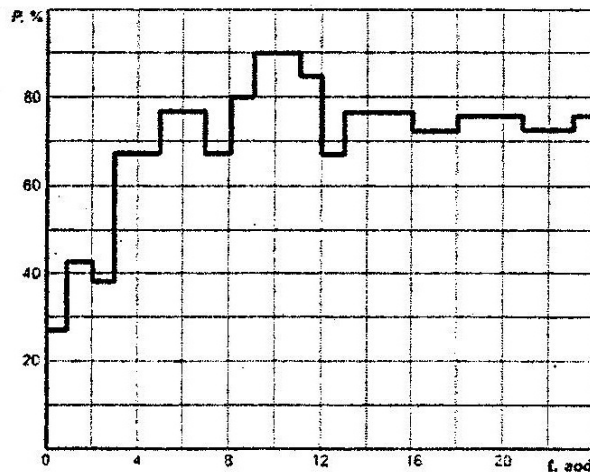


Рис. 5.1 - Графік добового навантаження комбикормового заводу

Максимальна потужність навантаження заводу складає на протязі першої зміни з 9 до 12 годин $t_{M1} = 3$ год., тоді загальна тривалість максимального навантаження за добу: $t_M = t_{M1} = 3$ год.

За графіком допустимих силових перевантажень силового трансформатора (рис. 5.2) [35], визначаємо коефіцієнт допустимих перевантажень трансформатора:

$$K_{ДП} = 1,14 \text{ при } K_{3T} = 0,70 \text{ та } t_M = 3 \text{ год.}$$

Потужність кожного з двох трансформаторів ТП з урахуванням їх перевантажень складе:

$$S_{TP} \geq \frac{S_{ТП}}{2 \cdot K_{ДП}}, \quad (5.4.2)$$

де $S_{ТП}$ – повна розрахункова потужність трансформаторної підстанції, кВ·А;

$K_{ДП}$ – коефіцієнт додаткового перевантаження трансформаторів.

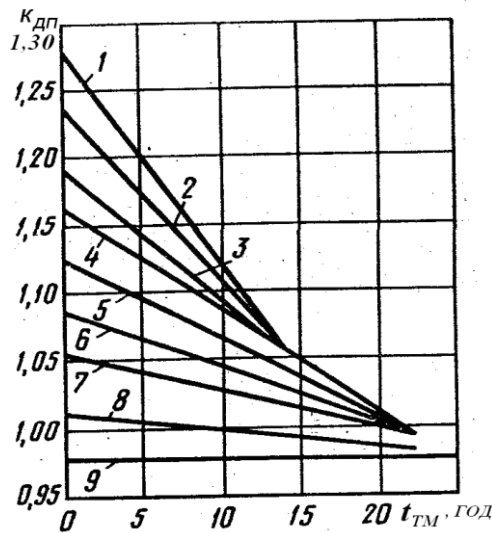


Рис. 5.2 – Графік допустимих перевантажень силових трансформаторів для $K_{зг}$:

1 - 0,60; 2 - 0,65; 3 - 0,70; 4 - 0,75; 5 - 0,80; 6 - 0,85; 7 - 0,90; 8 - 0,95; 9 - 1,00.

Тоді:

$$S_{TP} \geq \frac{S_{ТП}}{2 \cdot K_{ДП}} = \frac{527,6}{2 \cdot 1,14} = 231,4 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

Уточняємо тип та номінальну потужність трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності $S_{TPНОМ} \geq S_{TP}$ [34].

Таким чином, потужність кожного з трансформаторів може бути знижена від 400 кВ·А до 250 кВ·А.

Таблиця 5.3 - Технічні дані силових трансформаторів

Тип	Номінальна потужність $S_{НОМ}$, кВ·А	Номінальна напруга, кВ		Струм холостого ходу, $I_x\%$	Втрати потужності, кВт		Напруга короткого замикання, $U_K\%$
		Первинне, $U_{1НОМ}$	Вторинне, $U_{2НОМ}$		холостого ходу, P_x	короткого замикання, P_K	
ТМ250/10	250	10	0,4	2,3	0,82	3,7	4,5

5.5 Техніко-економічне порівняння роботи силових трансформаторів

Визначимо приведені втрати у трансформаторі за формулами:

$$\Delta P'_X = \Delta P_X + K_E \cdot \Delta Q_X, \quad (5.5.1)$$

$$\Delta P'_K = \Delta P_K + K_E \cdot \Delta Q_K, \quad (5.5.2)$$

де ΔP_X , ΔP_K – втрати трансформатора в режимах Х.Х. та К.З. вибираємо з таблиці 5.3, кВт;

K_E – коефіцієнт економічного еквіваленту реактивної потужності, він залежить від потужності енергосистеми РЕС, він звичайно складає

$$K_E = 0,05 \text{ кВт / квар};$$

ΔQ_X – реактивні втрати трансформатора у режимі Х.Х:

$$\Delta Q_X = \frac{S_{НОМ} \cdot I_X \%}{100}. \quad (5.5.3)$$

ΔQ_K – реактивні втрати трансформатора у режимі К.З:

$$\Delta Q_K = \frac{S_{НОМ} \cdot U_K \%}{100}, \quad (5.5.4)$$

тоді $\Delta Q_X = \frac{S_{НОМ} \cdot I_X \%}{100} = \frac{250 \cdot 2,3}{100} = 5,75 \text{ кВт},$

$\Delta Q_K = \frac{S_{НОМ} \cdot U_K \%}{100} = \frac{250 \cdot 4,5}{100} = 11,25 \text{ кВт},$

$$\Delta P'_X = \Delta P_X + K_{Э} \Delta Q_X = 0,82 + 0,05 \cdot 5,75 = 1,11 \text{ кВт},$$

$$\Delta P'_K = \Delta P_K + K_{Э} \Delta Q_K = 3,7 + 0,05 \cdot 11,25 = 4,26 \text{ кВт}.$$

Потужність, при якій економічно виправдано відключати від паралельної роботи один з двох трансформаторів визначають за формулою:

$$S_{ЭК} = S_{НОМ} \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{\Delta P'_X}{\Delta P'_K}}, \quad (5.5.5)$$

де $S_{НОМ}$ – номінальна потужність одного трансформатора, кВ·А.

Тоді $S_{ЭК} = 250 \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{1,11}{4,26}} = 180,5 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$

Коефіцієнт навантаження двох трансформаторів $m = 2$ при цьому складе:

$$S\% = \frac{S_{ЭК}}{m \cdot S_{НОМ}} \cdot 100\%, \quad (5.5.6)$$

тоді $S\% = \frac{180,5}{2 \cdot 250} \cdot 100 = 36,1 \%$.

Таким чином, при навантаженні підстанції менш ніж $S\% = 36,1\%$ один з трансформаторів можна відключити.

По графіку добового навантаження (рис. 5.1) робимо висновок, що на протязі доби один з двох трансформаторів можна відключити у перебігу $\sum t = 6$ годин на добу, що складе:

$$\Delta T_{MAX\%} = \frac{\sum t}{24} \cdot 100\%, \quad (5.5.7)$$

тоді $\Delta T_{MAX\%} = \frac{6}{24} \cdot 100 = 25,0\%.$

При цьому тривалість використання розрахункової активної потужності на протязі року зменшиться і складе:

$$T'_{MAX} = T_{MAX} \cdot \frac{100 - \Delta T_{MAX\%}}{100}, \quad (5.5.8)$$

$$\text{тоді} \quad T'_{MAX} = 5000 \cdot \frac{100-25,0}{100} = 3750 \text{ год.},$$

де T_{MAX} – річний фонд годин роботи підприємства, для комбикормового заводу $T_{MAX} = 5000$ год.

5.6 Вибір перерізу жил та марки кабелю

Визначаємо розрахунковий струм ТП до компенсації реактивної потужності:

$$I_P = \frac{1000 \cdot S_P}{\sqrt{3} \cdot U_{НОМ}}, \quad (5.6.1)$$

де S_P – повна розрахункова потужність ТП без урахування компенсації реактивної потужності, кВ А:

$$S_P = \sqrt{(P_P + P_{ОСВ})^2 + Q_P^2}, \quad (5.6.2)$$

$$\text{тоді} \quad S_P = \sqrt{(472,5 + 47)^2 + 293^2} = 557,7 \text{ кВ} \cdot \text{А},$$

$$I_P = \frac{557,7 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 380} = 847,3 \text{ А}.$$

Вибираємо кабель АВРГ- чотирьохжильний з алюмінієвими жилами і полівінілхлоридною ізоляцією прокладений у землі. За таблицею [32] знаходимо стандартний переріз жил кабелю:

$$S_K = 120 \text{ мм}^2, \text{ струм } I_{ДОП} = 295 \text{ А}.$$

Тоді кількість паралельних кабельних ліній m складає:

$$m = I_P / I_{ДОП} = 847,3 / 295 = 2,9 \text{ од.},$$

приймаємо $m = 4$, тобто чотири лінії кабелю.

Перевіряємо вибраний переріз жил кабелю на допустиму втрату напруги:

$$\Delta U \% = \frac{10^5 \cdot (P_P + P_{ОСВ})}{U_{НОМ}^2} \cdot R_L, \quad (5.6.3)$$

$$R_L = \rho \cdot \frac{L}{S_O}, \quad (5.6.4)$$

де ρ – питомий погонний опір алюмінію, $\rho = 0,032 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$;

L – довжина кабелю, $L = 80 \text{ м}$;

S_O – загальний переріз жил паралельних кабелів, $S_O = S_K \cdot m = 120 \cdot 4 = 480 \text{ мм}^2$.

Тоді:

$$R_L = 0,032 \cdot \frac{80}{480} = 0,005 \text{ Ом},$$

$$\Delta U \% = \frac{10^5 \cdot (472,5 + 47)}{380^2} \cdot 0,005 = 1,8 \text{ \%}.$$

5.7 Річні витрати електроенергії та їх вартість

Річна витрата електроенергії на виробництво продукції та освітлення підприємства складе:

$$W_A = (P_P + P_{OCB}) \cdot T_{MAX}, \quad (5.7.1)$$

$$W_A = (472,5 + 47) \cdot 5000 = 2597500 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Вартість електроенергії складає:

$$S_0 = d_0 \cdot W_A, \quad (5.7.2)$$

де d_0 – тариф на електроенергію, $d_0 = 4,75$ грн./кВт·год.,
тоді:

$$S_0 = 4,75 \cdot 2597500 = 12338125 \text{ грн.}$$

Розрахунки по економії електроенергії на підприємстві.

Розрахунковий струм лінії живлення ТП після компенсації реактивної потужності складе:

$$I'_P = \frac{1000 \cdot S_{ТП}}{\sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = \frac{1000 \cdot 527,6}{\sqrt{3} \cdot 380} = 801,6 \text{ А,}$$

а струм лінії живлення зменшиться на:

$$\Delta I_P \% = \frac{I_P - I'_P}{I_P} \cdot 100\% = \frac{847,3 - 801,6}{847,3} \cdot 100 = 5,4\%,$$

що зменшить вартість втрат електроенергії в лінії живлення.

Втрати електроенергії в лінії живлення складають:

- до компенсації реактивної потужності навантаження підприємства:

$$W_L = 3 \cdot R_{ЛЛ} \cdot I_P^2 \cdot T_{MAX} \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 0,005 \cdot 847,3^2 \cdot 5000 \cdot 10^{-3} = 53843,8 \text{ кВт}\cdot\text{год.},$$

- після компенсації реактивної потужності навантаження підприємства:

$$W'_L = 3 \cdot R_{ЛЛ} \cdot I'^2_P \cdot T_{MAX} \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 0,005 \cdot 801,6^2 \cdot 5000 \cdot 10^{-3} = 48192,2 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Втрати електроенергії у трансформаторах складають:

- при паралельній роботі двох трансформаторів у перебігу T_{MAX} :

$$W_{TP} = 2 \cdot \Delta P'_K \cdot T_{MAX} = 2 \cdot 4,26 \cdot 5000 = 42600 \text{ кВт}\cdot\text{год.},$$

- при паралельній роботі двох трансформаторів у перебігу T'_{MAX} :

$$W'_{TP} = 2 \cdot \Delta P'_K \cdot T'_{MAX} = 2 \cdot 4,26 \cdot 3750 = 31950 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Витрати електроенергії на освітлення складають:

- для ламп розжарювання:

$$W_{OCB} = q \cdot P_P \cdot T_{MAX} = 0,10 \cdot 472,5 \cdot 5000 = 236250 \text{ кВт}\cdot\text{год.},$$

- для люмінесцентних ламп:

$$W'_{OCB} = q' \cdot P_P \cdot T_{MAX} = 0,04 \cdot 472,5 \cdot 5000 = 94500 \text{ кВт}\cdot\text{год.},$$

де q , q' - коефіцієнти, для ламп розжарювання $q = 0,1$; для люмінесцентних

ламп – у залежності від їх типу [33, табл. Д. 6], $q' = 0,035 \dots 0,060$.

Результати розрахунків по економії електроенергії зведені у таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 - Витрати та економія електроенергії

Споживачі	Втрати електроенергії, кВт·год.		Заощаджена електроенергія, кВт·год.
	До впровадження заходів по заощадженню	Після впровадження заходів по заощадженню	
Кабельна лінія	$W_{Л} = 53843,8$	$W'_{Л} = 48192,2$	$\Delta W_{Л} = 5651,6$
Трансформатори	$W_{ТР} = 42600$	$W'_{ТР} = 31950$	$\Delta W_{ТР} = 10650$
Освітлення	$W_{ОСВ} = 236250$	$W'_{ОСВ} = 94500$	$\Delta W_{ОСВ} = 141750$
Всього			$\Delta W = 158051,6$

Загальна річна економія електроенергії на підприємстві за розрахунками складає $\Delta W = 158051,6$ кВт·год, а річна вартість заощадженої електроенергії дорівнює:

$$\Delta S_0 = d_0 \cdot \Delta W = 4,75 \cdot 158051,6 = 750745,1 \text{ грн.},$$

що складає:

$$\Delta S\% = \frac{\Delta S_0}{S_0} \cdot 100\% = \frac{750745,1}{12338125} \cdot 100 = 6,1\%$$

від річної вартості електроенергії $S_0 = 12338125$ грн.

Розділ 6. Охорона праці та техніка безпеки на комбікормовому заводі

Сучасні комбікормові заводи являють собою складні виробничі комплекси, успішна експлуатація яких вимагає вирішення цілого ряду задач з дотримання правил техніки безпеки та охорони праці обслуговуючого персоналу і захисту оточуючого середовища, забезпечення високого рівня пожежо- та вибухобезпеки, контролю якості кормової сировини і готової продукції [36].

6.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які мають найбільший вплив на працюючих

Аналіз технологічної схеми комбікормового заводу показує, що в процесі роботи можуть виникнути наступні потенційно небезпечні й шкідливі виробничі фактори (НШВФ) (за НАОП 8.1.00.01-88) [37]:

– рухливі частини технологічного обладнання (конвеєри – 1, 2, 5 поверхи, просіювальні машини – 4, 5 поверхи, змішувачі – 2, 3 поверхи, прес-гранулятор – 3 поверх, кондиціонери – 3, 4 поверхи, екструдер – 3 поверх, молоткова дробарка – 2 поверх, подрібнювачі – 2 поверх);

– конструкції, які руйнуються (вибухорозрядні труби норій – 5 поверх), вікна та двері на всіх поверхах;

– рухомі матеріали (вихідна сировина, розсипний комбікорм, гранульований комбікорм, що переміщується по самопливах і конвеєрах);

– підвищена запиленість повітря робочої зони (молоткова дробарка – 2 поверх, валкові подрібнювачі – 2 поверх, просіювальні машини – 4, 5 поверхи, конвеєри – 1, 2, 5 поверхи, норії – 5 поверх); ГДК пилу складає 4 мг/м^3 за ДСТУ 121.005 – 88 (домішка двоокису кремнію складає 2...10 %);

– підвищена температура поверхні обладнання (кондиціонери – 3, 4 поверхи, екструдер – 4 поверх, прес-гранулятор – 3 поверх, охолоджувачі – 2 поверх);

– підвищена температура повітря робочої зони (кондиціонери – 3, 4 поверхи, екструдер – 4 поверх, прес-гранулятор – 3 поверх, охолоджувачі – 2

					КРБ.ТЗіК.1.607-03.6.1			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Розробка технології підвищення ефективності використання сировини при виробництві комбікормової продукції	<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
Розробив		Логінова О.В.					103	9
Перевірив						ОНТУ 2024		
Керівник		Ворона Н.В.						
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

поверх). Норма 15...21 °С, температура повітря за постійними робочими місцями 13...24 °С за НАОП 8.1.00.01-88;

– підвищений рівень шуму на робочому місці (кондиціонери – 3, 4 поверхи, екструдер – 4 поверх, прес-гранулятор – 3 поверх, дробарка – 2 поверх, подрібнювачі – 2 поверх, транспортне обладнання); нормативне значення на постійному робочому місці дорівнює 80 дБА (згідно ДСТУ 12.1.003-83) [38];

– підвищений рівень вібрації на робочому місці (дробарка – 2 поверх, подрібнювачі – 2 поверх, кондиціонери – 3, 4 поверхи, екструдер – 4 поверх, прес-гранулятор – 3 поверх, просіювальні машини – 4, 5 поверхи). Нормативне значення віброшвидкості – 92 дБ при частоті вібрації технологічного обладнання 60-63 Гц (ДСТУ 3.3.6.037-99) [39];

– підвищена чи понижена вологість повітря (кондиціонери – 3, 4 поверхи, екструдер – 4 поверх, прес-гранулятор 3 поверх, охолоджувачі – 2 поверх). По нормі відносна вологість не вище 75 % в холодний період, в теплий – 75 % при температурі 24 °С (згідно ДСТУ 12.1.005-88);

– підвищена або понижена рухливість повітря – зони обслуговування технологічного обладнання в теплий чи холодний періоди року в залежності від погодних умов, влітку – протяги. Згідно ДСТУ 12.1.005-88, швидкість руху повітря не більше 0,4 м/с, температура повітря приміщень на робочих місцях 13...24 °С;

– підвищене значення напруги в електричному колі, замикання якої може пройти через тіло людини (все технологічне і транспортне обладнання підключене до мережі з напругою 380 В) [37];

– підвищений рівень статичної електрики (транспортне обладнання, поверхня просіювальної машини, дробарка, самопливні труби, бункера, аспіраційні установки);

– відсутність чи нестача природного освітлення (особливо у холодний період); так як в виробничому приміщенні виконуються роботи четвертого розряду зорової роботи, тому коефіцієнт природного освітлення повинен бути не менше 1,5 % [ДСТУ 3.3.6.042-99] [40];

– ДСТУрі кромки, задирки і шорсткість на поверхні інструментів, обладнання (обладнання з рухомими деталями, різне допоміжне обладнання);

– розташування обладнання на висоті відносно підлоги (конвеєри, головки норій (висота не менше 2 м) – 1, 2, 3, 5 поверхи, обслуговування бункерів – 2, 4, 5 поверхи виробничого корпусу – висота до 3 м, обслуговування кондиціонера –

4 поверх;

– хімічні фактори – премікси, БВД (вузол мікродозування – 4-5 поверхи) як складові частини комбикормів (шляхи проникнення – через органи дихання, шкіру, слизові оболонки; в великих кількостях викликають інтоксикацію організму людини);

– біологічні фактори – бактерії, віруси, гриби, патогенні мікроорганізми, що перебувають на зерні, а також гризуни (пацюки), як макроорганізми;

– психофізіологічні (монотонність праці, фізичне, динамічне та емоційне перевантаження, перенапруга аналізаторів слуху, нюху).

6.2 Заходи по забезпеченню безпечних умов праці

Аналіз виробничого травматизму на комбикормових заводах показує, що біля половини всіх нещасних випадків настає в результаті грубих порушень правил та інструкцій з техніки безпеки та охорони праці. Більше, ніж у 40% працівників, які отримали травми, стаж роботи становив менше одного року.

Рівень виробничого травматизму на комбикормових заводах залежить від ряду факторів:

- утримання технологічного, електротехнічного, аспіраційного, транспортного, підйомно-транспортного та допоміжного обладнання у належному і технічно справному стані;
- своєчасного навчання безпечним прийомам праці робітників, забезпечення їх справними засобами індивідуального захисту, спецодягом і спецвзуттям;
- дотримання правил вибухобезпеки, норм магнітного захисту технологічного і транспортного обладнання, утримання у належному і справному стані вибухорозрядників і вогнеперегороджувачів;
- рівня пиловиділення у виробничих приміщеннях, який не повинен перевищувати 2...6 мг/м³ в залежності від вмісту в пилові оксиду кремнію;
- утримання в укомплектованому стані пожежних щитів, справних вогнегасників і систем пожежогасіння;
- забезпечення нормованої освітленості робочих зон, рівня шуму і вібрації;
- загального стану виробничої та технологічної дисципліни на підприємстві, рівня професійної підготовки кадрів;
- утримання приміщень виробничих цехів і території підприємства в

порядку і чистоті.

Відповідальність за дотриманням норм охорони праці, а також правил техніки безпеки та виробничої санітарії покладена на керівників підприємства і начальників цехів. На багатьох сучасних підприємствах для проведення вказаних робіт призначають спеціального фахівця - інженера з техніки безпеки.

До роботи на комбікормових заводах допускаються особи, які пройшли курс навчання і знають будову та правила обслуговування всіх видів обладнання відповідно до фаху. Робітники, допущені до експлуатації обладнання, повинні пройти ввідний інструктаж з техніки безпеки на своєму робочому місці, знати правила пожежної безпеки, вміти надавати першу медичну допомогу при ураженні електричним струмом. Через кожні шість місяців повинен проводитись повторний інструктаж за програмою ввідного інструктажу на робочому місці з урахуванням специфіки роботи. Якщо стався нещасний випадок або виявлено порушення правил техніки безпеки, адміністрація підприємства зобов'язана провести позачерговий інструктаж. Рекомендується щорічно проводити навчання робітників з питань техніки безпеки за шести- восьмигодинною програмою. Знання оцінюють кваліфікаційною комісією з числа інженерних кадрів підприємства.

Обслуговуючий персонал комбікормового заводу повинен працювати у спецодязі. Забороняється одягати халати та інший спецодяг з довгими поломи і широкими рукавами.

Категорично забороняється допускати до роботи з обслуговування та ремонту технологічного та іншого обладнання сторонніх осіб. Запуск обладнання після зупинки з різних причин дозволяє головний інженер або механік заводу. Готовність до експлуатації обладнання, технологічних ліній і заводу в цілому оформляється актом.

Забороняється експлуатувати технологічне обладнання без підключення систем аспірації та залишати його без нагляду. Огородження, кожухи і захисні пристрої дозволяється знімати лише під час технічного огляду і ремонту. Технічне обслуговування механізмів, вузлів і агрегатів обладнання повинно здійснюватися при повному знеструмленні. В цьому випадку на пульті управління та на електрощитах розміщується інформація щодо відключення у зв'язку з роботою персоналу. За дотриманням цієї вимоги відповідає головний енергетик підприємства. При обслуговуванні електроустановок і мереж обов'язкове використання справних захисних засобів. До обслуговування

електроустановок допускаються особи, які мають належну технічну кваліфікацію, яка відповідає роботі, що виконується, і робочому місцю.

Забороняється палити і користуватися приладами відкритого вогню, а також проводити електрозварювальні роботи в приміщеннях цехів під час роботи заводу. На проведення зварювальних або електрозварювальних робіт дозвіл надає головний інженер підприємства. Завод повинен бути зупинений. З виробничого приміщення необхідно видалити пил (у тому числі і з елементів будівельних конструкцій, технологічного, транспортного, аспіраційного та іншого обладнання. Місце проведення зварювальних або електрозварювальних робіт повинно бути огорожене, а також облаштоване засобами пожежогашіння.

Особливої уваги потребує дотримання правил безпеки і охорони праці обслуговуючим персоналом складів підлогового і силосного типу. Складські приміщення та споруди повинні відповідати вимогам санітарних норм і проектування промислових підприємств та інших нормативних актів санітарного та пожежного нагляду. Механізовані склади підлогового типу для зберігання сипучої кормової сировини повинні бути обладнані пірамідальними решітками або вертикальними запобіжними колонами. Необхідно враховувати, що при зберіганні свіжозібраного зерна у результаті його дихання виділяється вуглекислий газ, який може стати причиною отруєння. Він важчий за повітря, тому він здатний проникати і накопичуватися в нижніх галереях.

При роботі в складах силосного типу слід пам'ятати, що зависання або утворення склепінь матеріалу призводить до його періодичного обрушення. При значному об'ємі такого простору під завислим матеріалом під час його обрушення виникають великі місцеві напруження, що може призвести до руйнування силоса. Категорично забороняється робітникам спускатися в бункер або силос при утворенні воронки, склепіння, зависання або утворення інших пустот в матеріалі. Обрушення матеріалу у цьому випадку досягається при застосуванні спеціальних засобів.

Категорично забороняється проникати всередину бункера або силоса або виходити на зернову масу без спеціального трапу.

Матеріали з низьким коефіцієнтом внутрішнього тертя, наприклад, зерно проса, є небезпечними. Важкі предмети, покладені на поверхню таких матеріалів, вільно опускаються на дно.

При роботі всередині бункера або силоса після повного вивантаження матеріалу слід пам'ятати, що при вмісті в повітрі мучного пилу у кількості понад

10 мг/м³ може статися вибух пилоповітряної суміші. Тому як переносне освітлення при роботі всередині таких ємкостей слід застосовувати спеціальні світильники з захисною решіткою та стінками і напругою не вище 36 В.

Поряд із загальними правилами безпеки слід відмітити декілька особливостей стосовно комбікормових заводів. При транспортуванні сипучих компонентів комбікормів, розсипних і гранульованих комбікормів в результаті тертя в матеріалопроводах накопичується статична електрика, потенціал якої може сягати 10000 В. Тому всі бункери, силоси, технологічне, транспортне та аспіраційне обладнання повинно бути заземлене. Для запобігання виникнення небезпечного розряду статичної електрики також рекомендується заземлювати транспортні засоби при вивантаженні кормової сировини і завантаженні комбікормів.

Силоси і бункери повинні щільно закриватися люками, в які повинні бути вставлені міцні металеві решітки, закріплені болтами або спеціальними замками. Спускання робітників в силоси дозволяється у разі крайньої необхідності за їх письмовою згодою. Для цього застосовують спеціальні лебідки, які випробовують і оглядають не менше одного разу на рік. Лебідку випробовують вантажем, який повинен удвічі перевищувати граничне робоче навантаження. Робітник, який спускається у силос, повинен пройти медичний огляд і мати допуск на спускання у силос. Він повинен бути одягнутим запобіжним поясом, прикріпленим до сидла, і пожежним паском з карабіном, до якого кріпиться страховий канат. Страховий канат і пожежний пояс випробовують вантажем в 500 кг протягом 600 с. Робітник повинен одягнути на голову захисну каску. Перед спусканням робітника силос ретельно провітрюють і перевіряють на наявність вуглекислого газу, використовуючи газоаналізатор або індикаторний папір. Якщо таких засобів перевірки немає, спускання робітника в силос без шлангового протигазу суворо забороняється.

Під час спускання робітника в силос вивантаження продукту з нього припиняють. У спусканні робітника повинні приймати участь ще три робітники: для управління лебідкою, для спостереження за безперебійним стравленням повітряного шланга і для стравлювання запобіжного каната. Робітнику у силосі під час виконання робіт забороняється відокремлювати запобіжний канат від пояса, покидати сидло і ходити по насипу, тому що це може привести до провалу у приховані порожнини, які утворюються при вивантаженні сипучих матеріалів з силосів.

Бункери, силоси необхідно оглядати не рідше одного разу на 10 днів, при необхідності очищувати від залишків сировини і пилу.

При експлуатації технологічного, транспортного та іншого обладнання забороняється запускати їх у несправному стані або при несправній сигналізації.

При обслуговуванні норій слід пам'ятати, що різниця у масі порожніх і наповнених ковшів може призвести до провертання привідного і натяжного барабанів, що може стати причиною травмування робітників. Тому перед обслуговуванням норію ставлять на гальмо, а для розчищення завалених башмаків норій слід використовувати тільки спеціальні скребки.

Для безпечного обслуговування обладнання проходи між окремими машинами повинні бути не менше 800 мм, проходи між групами машин та інші проходи повинні бути не меншими 1000 мм. Обладнання без приводів і рухомих частин можна розміщувати біля стін на відстані не менше 250 мм. Висота проходу під площадками, транспортним та іншим обладнанням і його елементами повинна становити не менше 2000 мм [41].

6.3 Заходи з пожежовибухобезпеки

Виробництво комбікормів пов'язане з переміщенням сипучих матеріалів, їх подрібненням, стиранням, просіюванням, змішуванням та ін. Все це приводить до утворення у великих кількостях виробничого пилу з органічних горючих речовин. На всіх етапах технології можливе виникнення пожежовибухонебезпечних пилоповітряних сумішей, які при попаданні в них іскри вибухають.

Під час експлуатації транспортного і технологічного обладнання, приймання сировини і відвантаження готової продукції необхідно забезпечити своєчасне прибирання розсипів і пилу. Зменшенню викидів пилу сприяє також досконалість технології виробництва комбікормів. Чим менше застосовують транспортних механізмів, послідовних технологічних операцій, тим менше виділяється пилу.

Для локалізації викидів пилу застосовують аспіраційні системи. Розрізняють декілька видів систем знепилення:

- розгалужені мережі;
- локальні мережі;
- точкові фільтри.

За своєю природою пожежа і вибух мають один і той же неконтрольований

процес окиснення різних горючих речовин з виділенням теплової енергії. При пиловому вибуху процес згорання речовини протікає стрімко, виникає надлишковий тиск, який спричиняє руйнування перешкод. Локальне нагрівання може привести до загорання горючого матеріалу і до виникнення пожежі, а при відповідних умовах - до вибуху.

Відповідно до теплової теорії займання і горіння пилоповітряної суміші відбувається за наступними етапами. Частинки пилу, які знаходяться у безпосередній близькості від джерела займання, нагріваються до температури газифікації (теплого розкладання). При цій температурі з поверхневих шарів починають виділятися газоподібні і пароподібні продукти, утворюючи навколо окремих частинок паро-газоповітряні оболонки, які при відповідних концентраційних і температурних умовах займаються. Вибухонебезпека пилоповітряної суміші залежить від концентрації в ній горючої речовини. Якщо її концентрація нижча, або вища відповідної межі займання, то навіть за наявності джерела займання стійкий процес самопоширюваного горіння не виникає.

Відомі наступні дрібнодисперсні горючі матеріали:

I- найбільш вибухонебезпечні, з нижньою концентраційною межею займання менше 15 г/м^3 ;

II - вибухонебезпечні, з нижньою концентраційною межею займання від 15 до 65 г/м^3 ;

III - найбільш пожежонебезпечні, з нижньою концентраційною межею займання понад 65 г/м^3 і температурою займання в стані аерогелю нижче $250 \text{ }^\circ\text{C}$;

IV - пожежонебезпечні, з нижньою концентраційною межею займання понад 65 г/м^3 і температурою займання в стані аерогелю вище $250 \text{ }^\circ\text{C}$.

Діапазон характеристик дрібнодисперсних матеріалів комбікормових виробництв більш широкий, значна їх частина відноситься за пожежовибухонебезпекою до I і II класів пилу (найбільш вибухонебезпечні), тому на комбікормових заводах запроваджують системи запобігання виникненню і розвитку пожежовибухо- небезпечних ситуацій.

Першою умовою успішного функціонування такої системи є дотримання обслуговуючим персоналом правил техніки безпеки, охорони праці, правил внутрішнього розпорядку і безпечної експлуатації будь-якого обладнання у виробничих приміщеннях. Другою умовою є створення безпечних умов зберігання сировини, при яких виникнення осередків самозаймання сировини

стає неможливим. Третьою умовою є забезпечення високоефективної роботи систем знепилення. Четверта умова - врахування пожежовибухонебезпеки виробництва на стадіях проектування та експлуатації комбікормових заводів [42-44].

Розділ 7. Оцінка економічної ефективності інвестиційного проєкту

7.1 Розрахунок необхідної суми інвестицій на будівництво

Для здійснення будівництва комбікормового заводу необхідні грошові кошти для вкладення в основні засоби і в оборотні кошти – інвестиції.

Таким чином, загальна сума інвестицій (I) складається з:

- первісної вартості впроваджуваного обладнання (ПВ_{об});
- первісної вартості будівельних робіт (ПВ_{буд});
- оборотних коштів, які знадобляться комбікормовому заводу для випуску необхідного обсягу продукції (ОК).

$$I = \text{ПВ об} + \text{ПВ буд} + \text{ОК} \quad (7.1.1)$$

Інвестиції в основні засоби є первісною вартістю запропонованого до впровадження обладнання та будівельних робіт. До складу первісної вартості впроваджуваного обладнання (ПВ_{об}) входять вартість його придбання (B_{np}), транспортні витрати на доставку (T_p), заготівельно-складські витрати (Z_c) та витрати на монтаж обладнання (M_n):

$$\text{ПВ}_{об} = 1,2 * (B_{np} + T_p + Z_c + M_n), \quad (7.1.2)$$

де $T_p = 8 \%$ від вартості придбання обладнання;

$Z_c = 2 \%$ від вартості придбання обладнання;

1,2 – коефіцієнт, що враховує додаткові витрати у розмірі 20 % від врахованої частини первісної вартості впроваджуваного обладнання.

Вартість придбання та монтажу кожної одиниці впроваджуваного обладнання визначають за допомогою відповідних прейскурантів, довідників та прайс-листів. Загальну суму вартості придбання та монтажу впроваджуваного обладнання необхідно розрахувати за допомогою табл.7.1.

$$T_p = 12038 \times 0,08 = 963 \text{ тис. грн}$$

$$Z_c = 12038 * 0,02 = 240,1 \text{ тис. грн}$$

$$\text{ПВ}_{об} = 1,2 \times (12038 + 963 + 240,1 + 1203,8) = 17333,9 \text{ тис.грн}$$

					КРБ.ТЗіК.1.607-03.6.1			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Логінова О.В.			Розробка технології підвищення ефективності використання сировини при виробництві комбікормової продукції	Лім.	Лист	Листів
Консультант		Басюркіна Н.Й.				112	10	
Керівник		Ворона Н.В.				ОНТУ 2024		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

Таблиця 7.1 – Кошторисно-фінансовий розрахунок вартості придбання та монтажу впроваджуваного обладнання

Назва обладнання	Марка	Кількість одиниць	Вартість одиниці, тис.грн		Кошторисна вартість, тис.грн	
			обладнання	монтажу	обладнання	монтажу
Магнітний сепаратор №1	УЗ-ДКМ-00	1	100	10,0	100	10,0
Кондиціонер тривалого витримування №1	СМ 2/5	1	1100	110,0	1100	110,0
Екструдер	ЕХ 617	1	1300	130,0	1300	130,0
Охолоджувач з протитечійним потоком повітря №1	ТК-1800	1	700	70,0	700	70,0
Подрібнювач валковий №1, №3	Saracity KR 16,2	2	280	28,0	560	56,0
Ваги бункерні №1	ВБ-3000	1	260	26,0	260	26,0
Просіювальна машина №1	УЗ-ДМП-20А	1	110	11,0	110	11,0
Магнітні сепаратори №2, №3, №4, №5	УЗ-ДКМ-01	4	150	15,0	600	60,0
Молоткова дробарка	УЗ-ДБМ-20	1	283	28,3	283	28,3
Модуль мікродозування	ММД-300-8	1	1600	160,0	1600	160,0
Змішувач період. дії №1	СП-500	1	260,0	26,0	260,0	26,0
Змішувач періодичної дії №2	УЗ-ДСО-3,0	1	950	95,0	950	95,0
Кондиціонер тривалого витримування №2	СМ901/СМ 30	1	1340	134,0	1340	134,0
Прес-гранулятор	PMV 919W	1	1435	143,5	1435	143,5
Охолоджувач з протитечійним потоком повітря №2	VK24X28R	1	795	79,5	795	79,5
Подрібнювач валковий №2	GRM 161	1	289	28,9	289	28,9
Просіювальна машина №2	TRZ 1500-3	1	356	35,6	356	35,6
Всього					12038	1203,8

Розрахунок інвестицій у будівництво проводимо на основі методу питомих капітальних вкладень. Питомі капітальні вкладення на будівництво 1 кв.м. виробничої будівлі заводу складають 6000 грн. Додатково необхідно врахувати капітальні витрати на проведення комунікацій (20 % від інвестицій на будівництво).

Враховуючи загальну площу виробничої будівлі 13,7*17,7 кв. м. інвестиції на будівництво становлять:

ПВ буд = 13,7*17,7*5*6000 грн/кв.м. × 1,2 / 1000 = 8729,6 тис. грн

Комбікормовому заводу знадобляться оборотні кошти. Обсяг оборотних коштів визначають за формулою:

$$OK = OB \times T_{об} / 360, \quad (7.1.3)$$

де ОК – оборотні кошти підприємства;

ОВ – обсяг виробництва продукції за рік (пункт 7.4);

T об – тривалість 1 обороту оборотних коштів (40 днів).

$OK = 192290,4 \times 40 / 360 = 21365,5$ тис. грн.

$I = 17333,9 + 8729,6 + 21365,5 = 47429,1$ тис. грн

7.2 Розрахунок виробничої програми

Розрахунок виробничої програми підприємства представимо у вигляді таблиці 7.2 та таблиці 7.3.

Таблиця 7.2 – Розрахунок планового обсягу виробництва підприємства

	Показники	Значення
1	Виробнича потужність підприємства, т/добу	210
2	Плановий фонд робочого часу підприємства, діб	180
3	Коефіцієнт використання виробничої потужності	0,7
4	Плановий обсяг виробництва к/к на рік, тис.т	26,5

Таким чином, плановий обсяг виробництва комбікорму становитиме 26,5 тис. т на рік.

Таблиця 7.3 – Виробнича програма підприємства

Вид продукції	Частка, %	Обсяг виробництва, тис. т
Рецепт КК-63-64	29,00	7,69
Рецепт ПК-52-63	23,00	6,10
Рецепт ПК-4-66	27,00	7,16
Рецепт ОК-81-1-65	21,00	5,57
Всього	100,00	26,5

Виробнича програма розраховується шляхом розподілу загального обсягу виробництва між основними видами продукції на основі попиту.

7.3. Розрахунок собівартості продукції

Матеріальні витрати. Витрати на сировину та матеріали.

Для кожного виду продукції наводиться калькуляція витрат на сировину за такою формою (табл. 7.4 – 7.8)

Таблиця 7.4 – Витрати на сировину на 1 т повнораціонного комбікорму № КК-63-64

Назва інгредієнту	В рецепті, %	Ціна 1 т інгредієнту, грн	Вартість інгредієнту	
			В 1 т комбікорму, грн	У загальному обсязі виробництва, тис. грн
Пшениця	3	5000,00	150,00	1153,5
Ячмінь	1,7	5000,00	85,00	653,65
Тритикале	30	4500,00	1350,00	10381,5
Висівки пшеничні	30	3200,00	960,00	7382,4
Мучка кормова пшенична	15	3700,00	555,00	4267,95
Шрот соняшниковий СП 38 %	15	8000,00	1200,00	9228
Дріжджі кормові СП 44 %	1,66	12000,00	199,20	1531,848
Сіль поварена	0,94	12800,00	120,32	925,2608
Знефторений фосфат кормовий	0,8	17500,00	140,00	1076,6
Вапнякове борошно	0,9	500,00	4,50	34,605
Премікс	1	45000,00	450,00	3460,5
Всього	100,00		5214,02	40095,81

Таблиця 7.5 – Витрати на сировину на 1 т повнораціонного комбікорму № ПК-52-63

Назва інгредієнту	В рецепті, %	Ціна 1 т інгредієнту, грн	Вартість інгредієнту	
			В 1 т комбікорму, грн	У загальному обсязі виробництва, тис. грн
Пшениця	20,7	5000,00	1035,00	6313,5
Тритикале	20	4500,00	900,00	5490
Висівки пшеничні	25	3200,00	800,00	4880
Мучка кормова пшенична	20	3700,00	740,00	4514
Макуха соняшникова СП 34 %	9,7	6500,00	630,50	3846,05
Дріжджі кормові СП 44%	0,86	12000,00	103,20	629,52
Сульфат лізину	0,23	40000,00	92,00	561,2
Сіль поварена	0,31	12800,00	39,68	242,048
Крейда кормова	0,2	1300,00	2,60	15,86
Вапнякове борошно	2	500,00	10,00	61
Премікс	1	50000,00	500,00	3050
Всього	100		4852,98	29603,18

Таблиця 7.6 – Витрати на сировину на 1 т повнораціонного комбікорму № ПК-4-66

Назва інгредієнту	В рецепті, %	Ціна 1 т інгредієнту, грн	Вартість інгредієнту	
			В 1 т комбікорму, грн	У загальному обсязі виробництва, тис. грн
Пшениця	31,7	5000,00	1585,00	11348,6
Кукурудза	18	5200,00	936,00	6701,76
Тритикале	10	4500,00	450,00	3222
Мучка кормова пшенична	10	3700,00	370,00	2649,2
Соя повножирова СП 37 %	7,9	15900,00	1256,10	8993,676

Макуха соняшникова СП 34 %	9,5	6500,00	617,50	4421,3
Дріжджі кормові СП 44%	4,92	12000,00	590,40	4227,264
Монохлоргідрат лізину 98 %	0,1	75000,00	75,00	537
DL-метіонін 98,5 %	0,11	115000,00	126,50	905,74
Сіль поварена	0,16	12800,00	20,48	146,6368
Монокальційфосфат	0,61	45000,00	274,50	1965,42
Фосфат дефторований	2	25000,00	500,00	3580
Крейда кормова	2	1300,00	26,00	186,16
Вапнякове борошно	2	500,00	10,00	71,6
Премікс	1	50000,00	500,00	3580
Всього	100		7337,48	52536,36

Таблиця 7.7 – Витрати на сировину на 1 т повнораціонного комбікорму № ОК-81-1-65

Назва інгредієнту	В рецепті, %	Ціна 1 т інгредієнту, грн	Вартість інгредієнту	
			В 1 т комбікорму, грн	У загальному обсязі виробництва, тис. грн
Пшениця	16,4	5 000,00	820,00	4567,4
Тритикале	20,0	4 500,00	900,00	5013
Висівки пшеничні	15,0	3 200,00	480,00	2673,6
Мучка кормова пшенична	20,0	3 700,00	740,00	4121,8
Соя повножирова СП 37 %	0,9	15 900,00	143,10	797,067
Шрот соняшниковий СП 38 %	20,0	8 000,00	1600,00	8912
Дріжджі кормові СП 44 %	4,00	12 000,00	480,00	2673,6
Знефторений фосфат кормовий	1,2	17 500,00	210,00	1169,7
Крейда кормова	1,5	1 300,00	19,50	108,615
Премікс	1,00	50 000,00	500,00	2785
Всього	100		5892,6	32821,78

Загальні витрати на сировину представлені у таблиці 7.8.

Таблиця 7.8 – Розрахунок загальних витрат на сировину

Вид продукції	Обсяг виробництва, тис. т	Витрати на сировину на 1 т, грн	Загальні витрати на сировину, тис. грн
КК-63-64	7,69	5214,02	40095,81
ПК-52-63	6,10	4852,98	29603,18
ПК-4-66	7,16	7337,48	52536,36
ОК-81-1-65	5,57	5892,6	32821,78
Всього	26,5	23297,08	155057,1

Витрати на матеріали для фасованого комбікорму приймаються на рівні 100 грн/т фасованого к/к. Передбачено фасувати 10 % продукції.

$$В \text{ мат} = 26,5 \times 0,1 \times 100 = 265 \text{ тис. грн}$$

Додаткові витрати на паливо й енергію

Витрати на енергію у зв'язку із зміною обладнання в результаті реконструкції заводу можна розрахувати за формулою:

$$E = N \times P_{\text{річ}} \times \Gamma_{\text{доб}} \times K_c \times m / 1000 \quad (7.3.1)$$

де N – сумарна потужність електродвигунів обладнання; 700

$P_{\text{річ}}$ – річний період роботи заводу в днях; 180

$\Gamma_{\text{доб}}$ – середня тривалість роботи заводу за добу; 12

K_c – коефіцієнт використання потужності електродвигунів; 0,7

m – тариф за 1 кВт×год електроенергії (за звітними даними заводу). 5,5

грн

$$E = 700 \times 180 \times 12 \times 0,7 \times 5,5 / 1000 = 5821,2 \text{ тис. грн}$$

Витрати на паливо в зв'язку з організацією процесу гранулювання комбікормів на заводі розраховали за допомогою табл. 7.9.

Таблиця 7.9 – Розрахунок додаткової вартості палива

Показники	Гранулювання комбікормів
1. Річний обсяг гранулювання комбікормів, тис. т	26,5
2. Норма витрачання умовного палива на гранулювання 1 тони комбікорму, кг	12
3. Річна потреба в умовному паливі, т	318
4. Вид натурального палива	газ
5. Коефіцієнт переводу умовного палива в натуральне	0,88
7. Річна потреба в натуральному паливі, т (або куб. м)	279,8
7. Вартість 1 тони (або 1 куб. м) натурального палива, грн	8200
8. Вартість річної потреби натурального палива, тис. грн	2294,4

Загальні витрати на паливо та енергію:

$$V_{\text{пе}} = 5821,2 + 2294,4 = 8115,6 \text{ тис. грн}$$

Загальні матеріальні витрати:

$$MВ = V_{\text{сир}} + V_{\text{мат}} + V_{\text{пе}} \quad (7.3.2)$$

$$MВ = 155057,1 + 265 + 8115,6 = \mathbf{163437,7} \text{ тис. грн}$$

Витрати на оплату праці

По проекту для роботи підприємства необхідно 1 виробничу зміну. У структурі персоналу додатковий та управлінський персонал складає 30 % від виробничого.

Таблиця 7.10 – Розрахунок витрат на оплату праці на 1 зміну

Склад виробничої зміни	Кількість	Розряд	Годинна тарифна ставка, грн	Фонд робочого часу, год/рік	Фонд оплати праці, грн/рік
Начальник зміни	1	6	33,63	4320	145281,6
Оператор	2	5	32,17	4320	277948,8
Вантажник	3	2	27,58	4320	357436,8
Апаратник	2	4	30,57	4320	264124,8

Продовження табл. 7.10

Технолог	1	5	32,17	4320	138974,4
Електрик	1	3	29,11	4320	125755,2
Всього основна заробітна плата	10				1309522
Додаткова заробітна плата (60 %)					785713,2
Всього основна і додаткова заробітна плата,					2095235

Витрати на оплату праці на одну зміну – 2095235 грн

Кількість змін – 1

Загальні витрати на оплату праці виробничого персоналу – 2095235 грн

Чисельність виробничого персоналу: $10 \times 1 = 10$ осіб.

Чисельність невиробничого персоналу: $10 \times 0,3 \approx 3$ осіб.

Загальна чисельність персоналу – 13 осіб.

При середній заробітній платі одного працівника невиробничого персоналу у 11000 грн, фонд оплати праці невиробничого персоналу складе:

$3 \text{ чол.} \times 11000 \text{ грн} \times 12 \text{ міс.} / 1000 = 396,00$ тис. грн.

Загальні річні витрати на оплату праці складають:

$V_{\text{оп}} = 2095,2 + 396,0 = 2491,2$ тис. грн

Відрахування на соціальні заходи

Відрахування до Єдиного соціального внеску необхідно визначити, використовуючи встановлені ставки відрахувань (22 %):

$V_{\text{сз}} = 2491,2 \times 0,22 = 548,1$ тис. грн

Витрати з амортизації основних засобів, нематеріальних активів та інших позаоборотних активів

Амортизаційні відрахування будівель, споруд ($\square A_{\text{буд}}$) та обладнання ($\square A_{\text{обл}}$) можна розрахувати за формулою:

$$\Delta A_{\text{буд(обл)}} = (PB_{\text{буд(обл)}} - BB_{\text{буд(обл)}}) * H_a / 100, \quad (7.3.3)$$

де $PB_{\text{буд}}$ та $PB_{\text{обл}}$ – первісна вартість встановлених будівель, споруд та впровадженого обладнання;

$BB_{\text{буд}}$ та $BB_{\text{обл}}$ – балансова (залишкова) вартість демонтованих будівель, споруд та обладнання тощо;

H_a – норма річних амортизаційних відрахувань для основних засобів групи 1, до складу якої входять будівлі та споруди ($H_a = 5 \%$); для основних засобів групи 3, до складу якої входить технологічне обладнання ($H_a = 20 \%$).

$A_{\text{обл.}} = 17333,9 * 0,2 = 3466,8$ тис. грн

$A_{\text{буд.}} = 8729,6 * 0,05 = 436,5$ тис. грн

$A_{\text{заг}} = 3466,8 + 436,5 = 3903,3$ тис. грн

Відрахування на ремонт будівель, споруд ($PM_{\text{буд}}$) та обладнання ($PM_{\text{обл}}$) необхідно визначити у розмірі 30 % від амортизаційних відрахувань будівель, споруд та обладнання відповідно:

$$\Delta PM_{\text{буд(обл)}} = 0,3 \times \Delta A_{\text{буд(обл)}}, \quad (7.3.4)$$

$$PM_{\text{буд}} = 436,5 \times 0,3 = 130,9 \text{ тис. грн.}$$

$$PM_{\text{обл.}} = 3466,8 \times 0,3 = 1040,0 \text{ тис. грн.}$$

$$PM_{\text{заг}} = 130,9 + 1040,0 = 1170,9 \text{ тис. грн.}$$

Загальні витрати за статтею «Амортизація» складають:

$$3903,3 + 1170,9 = 5074,2 \text{ тис. грн.}$$

Додаткові інші витрати

Інші витрати приймаємо на рівні 2 % від матеріальних витрат

$$В \text{ інші} = 162914,7 \times 0,02 = 3258,3 \text{ тис. грн}$$

Всі статті собівартості продукції нового комбікормового заводу необхідно показати в табл. 7.11.

Таблиця 7.11 – Розрахунок виробничих витрат підприємства

Елементи економічних витрат	Сума витрат, тис. грн	
	Всього, тис. грн	на 1 т, грн
1. Матеріальні витрати	163437,7	6167,5
в тому числі: сировина та матеріали	155322,1	5861,2
паливо та енергія	8115,6	306,2
2. Витрати на оплату праці	2491,2	94,0
3. Відрахування на соціальні заходи	548,1	20,7
4. Амортизація основних засобів, нематеріальних активів та інших позаоборотних активів	5074,2	191,5
5. Інші витрати	3258,3	123,0
Всього витрат (собівартість виробленої продукції)	174809,5	6596,6

Загальна величина виробничих витрат (окрім витрат на сировину) складає 19752,4 тис. грн.

Розрахунок річного обсягу реалізованої продукції та прибутку від реалізації продукції

Рівень рентабельності по кожному виду продукції приймаємо в межах 10 % від загальної величини виробничих витрат.

Таким чином, річний обсяг виробленої та реалізованої продукції становитиме 192290,4 тис. грн, а прибуток – 17480,9 тис. грн на рік.

7.4 Оцінка економічної ефективності інвестицій у будівництво заводу

Вихідними даними для оцінки економічної ефективності інвестицій у будівництво заводу є показники, що містяться в табл.7.13.

Таблиця 7.13 – Вихідні дані для оцінки економічної ефективності інвестицій

Показники	Значення
1. Річний обсяг реалізованої продукції, тис. грн	192290,4
2. Повна собівартість річного обсягу реалізованої продукції, тис. грн	174809,5
3. Прибуток від реалізації продукції, тис. грн	17480,9
4. Чистий прибуток підприємства, тис. грн	14334,3
5. Амортизація основних засобів, нематеріальних активів та інших позаоборотних активів, тис.грн	5074,2
7. Сума інвестицій у будівництво, тис. грн	47429,1

Прибуток від реалізації продукції розраховують як різницю між виручкою від реалізації продукції та повною її собівартістю.

Оцінку економічної ефективності інвестицій в будівництво комбікормового заводу здійснюють за допомогою показника строку окупності інвестицій (T).

Строк їх окупності можна розрахувати за формулою:

$$T = I / (\text{ЧП} + A) \quad (7.5.1)$$

де ЧП – чистий прибуток заводу;

A – сума амортизаційних відрахувань, яка утворюється за допомогою норм амортизації від первісної вартості інвестицій в основні засоби в перший рік їх дії та від балансової (залишкової) вартості інвестицій на початок року у кожному наступному році.

Власними коштами заводу для інвестування може бути сума чистого прибутку заводу та річної суми амортизації основних засобів заводу.

$$T = 47429,1 / (14291,5 + 5074,2) = 2,44 \text{ роки}$$

Строк окупності менше 4 років, тому проект будівництва є доцільним.

Основні техніко-економічні показники будівництва нового заводу відображено в табл. 7.14.

Таблиця 7.14 – Основні техніко-економічні показники роботи комбікормового заводу

Показники	Значення
1. Річний обсяг виробництва комбікормів у натуральному виразі, тис. т	26,5
2. Реалізована (вироблена) продукція, тис. грн	192290,4
3. Повна собівартість продукції, тис. грн	174809,5
4. Прибуток від реалізації продукції, тис. грн	17480,9
5. Витрати на 1 грн виробленої продукції, грн	0,91
6. Середньооблікова чисельність персоналу за основною діяльністю, чол.	13
7. Продуктивність праці, тис. грн/чол	14791,6
8. Середньорічна вартість основних виробничих засобів, тис. грн	26063,5
9. Фондовіддача, грн/грн	7,38
10. Середньорічна вартість оборотних коштів, тис. грн	21365,5
11. Рентабельність, %	
- продукції	10
- виробництва	30,2
12. Річна виробнича потужність, тис.т	37,8
13. Коефіцієнт використання виробничої потужності	0,7
14. Середня оптова ціна за 1 тону комбікорму (без ПДВ), грн	7256,3
15. Строк окупності будівництва, років	2,44

Висновок: результати розрахунків свідчать, що на будівництво комбікормового заводу з лінією поглибленої теплової обробки зерна необхідні інвестиції у розмірі **47429,1** тис. грн., які будуть окуплені протягом 2,44 років. Таким чином можна зробити висновок, що будівництво комбікормового заводу продуктивністю 17,5 т/год є економічно доцільним. Представлений проект є економічно ефективним за умови забезпечення визначеного в розрахунках обсягу реалізації комбікорму.

Висновки та технічні пропозиції

1. Обґрунтовано доцільність використання поглибленої теплової обробки зерна для збільшення поживної цінності готової продукції.

2. На основі аналізу проблем технологій виробництва та сировинної бази оптимізовано рецепти повнораціонних комбікормів для сільськогосподарської птиці та тварин з мінімальною вартістю, які відповідають нормам годівлі та обмеженням по введенню компонентів і можуть бути використанні для їх повноцінної годівлі.

3. Розроблено технологію виробництва комбікормів, в основу якої закладена циклічна, порційна технологічна схема виробництва, що дозволяє уникнути самосортування попередніх сумішей і розсипних комбікормів, зменшити витрати сировини та питомі витрати на виробництво, що характерно для заводів з традиційною технологією.

4. Проведено технологічні розрахунки транспортного та технологічного обладнання, оперативних бункерів, на основі яких здійснено вибір технологічного обладнання з урахуванням енергоспоживання та ефективного коефіцієнту завантаження.

5. Висока точність введення мікрокомпонентів і їх розподілу у складі комбікорму досягнута завдяки використанню багатокомпонентних вагових дозаторів, що працюють за принципом тензометричного вимірювання ваги, і лопатевих змішувачів, що забезпечують однорідність отримуваних сумішей на рівні більше 95%.

6. Впровадження технологічного процесу кондиціонування дозволить виготовляти більш якісну готову продукцію та знизити витрати при послідовному гранулюванні комбікормів.

7. Проведено розрахунок комунікації, встановлено що фактичні кути нахилу самопливів більше гранично допустимих, що забезпечує стабільну роботу технологічного і транспортного обладнання.

8. На основі розрахунків розроблено графічну частину кваліфікаційної роботи відповідно до вимог креслень та технічної документації.

9. Проведено розрахунок вентиляційного обладнання. Розглянуті особливості проектування аспіраційних установок комбікормових заводів, основні принципи компонування аспіраційних установок. Розраховано

аспіраційну мережу просіювача УЗ-ДМП-20А №1 і норії НМ-40 №5 та аспірацію мережі, до якої входять: ваги ВБ-3000 №1 та конвеєр КСТ-200 №4, змішувач УЗ-ДСО-3,0 №2, конвеєр КСТ-200 №5 і норія НМ-40 №7.

10. Впроваджені заходи до компенсації реактивної потужності, зниження номінальної потужності силових трансформаторів та відключення одного з них у години зниження споживання електроенергії на підприємстві, а також вибір раціонального перерізу жил кабельних ліній живлення і заміні ламп розжарювання на люмінесцентні енергозберігаючі лампи дають щорічну економію електроенергії на суму $\Delta S_0 = 750745,1$ грн/рік, що складає $\Delta S\% = 6,1\%$ від річної вартості електроенергії, яка складає $S_0 = 12338125$ грн.

11. Оцінка економічної ефективності свідчить, що на будівництво комбікормового заводу з лінією поглибленої теплової обробки зерна необхідні інвестиції у розмірі 47429,1 тис. грн., які будуть окуплені протягом 2,44 років. Таким чином можна зробити висновок, що будівництво комбікормового заводу продуктивністю 17,5 т/год є економічно доцільним. Представлений проєкт є економічно ефективним та інвестиційно привабливим за умови забезпечення визначеного в розрахунках обсягу реалізації комбікорму.

Список літератури

1. Баланчук І.М. Конспект лекцій з дисципліни " Кормові ресурси в тваринництві" [Електронний ресурс]: для студентів ОКР «Магістр» спеціальності 8.09010201 «Технології виробництва і переробки продукції тваринництва» ден. та заоч. форм навчання; за ред., відп. за вип. Баланчук І.М.; Каф. годівлі тварин та технології кормів ім. П.Д. Пшеничного. — Київ : Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2015. — 1 електрон. опт. диск(CD-ROM): 342 с. тексту.
2. Бомко В.С., Сиваченко Є.В., Сметаніна О. В. Корми і кормові добавки та ефективність їх використання в годівлі тварин: навч. посібник. – Біла Церква, 2023. – 225с.
3. Кучечук Л.В. Світова продовольча безпека: тенденції та виклики. Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна. Серія «Міжнародні відносин. Економіка. Країнознавство. Туризм». 2022. № 16. С. 34–40. DOI: <https://doi.org/10.26565/2310-9513-2022-16-04>.
4. FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO (2022). The State of Food Security and Nutrition in the World 2022. Repurposing food and agricultural policies to make healthy diets more affordable. Rome, FAO. 232 p.
5. Agri-Food Outlook - 2024 <https://www.alltech.com/sites/default/files/2024-04/Alltech%20Agrifood%20Outlook%202024%20v13.pdf>.
6. Аналіз ринку комбікормів і преміксів України // Pro consulting. Аналітика ринків. фінансовий консалтинг: [Веб-сайт]. Одеса, 2024. URL: <https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analiz-rynka-kombikormov-i-premiksov-ukrainy-2020-god> (дата звернення: 11.02.2024).
7. Егоров, Б.В. Выбор оптимальных технологических решений в производстве комбикормов [Текст] / Б.В. Егоров // Зерновые продукты и комбикорма. – 2001. – № 4. – С. 35 – 38.
8. Воецька, О. Є. Конспект лекцій з дисципліни "Технології харчових виробництв (Технологія зберігання і переробки зерна)" [Електронний ресурс] : для студентів напряму підгот. 6.051701 "Харчові технології та інженерія" ден. та заоч. форм навчання / О. Є Воецька, Т. В. Бордун ; за ред., відп. за вип. Б. В. Єгоров ; Каф. технології комбікормів і біопалива. — Одеса : ОНАХТ, 2015. — 1

електрон. опт. диск(CD-ROM): 52 с. тексту.

9. Новые прогрессивные технологии обработки зерна и кормов [Текст] / В.А. Шаршунов, А.В. Червяков, С.И. Козлов, С.В. Курзенков, А.В. Талалуев, А.А. Радченко // Зерновые продукты и комбикорма. – 2005. – №2. – С. 37 – 42.

10. Дяченко Л.С. Основи технології комбікормового виробництва: навч. посібник / Л.С. Дяченко, В.С. Бомко, Т.Л. Сивик. – Біла Церква, 2015. – 306 с.

11. Ратніков Є. М., Мілько Д. О. Методика експериментальних досліджень процесу екструдювання кормових компонентів з метою збільшення їх засвоюваності // Збірник матеріалів конференції / Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного. Мелітополь: Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2020. С. 223-225.

12. Технологія екструдювання (Частина 44) // Мегалодон Інформаційно-аналітична платформа розвитку рибного господарства: [Веб-сайт]. Одеса, 2024.

URL: <https://fishindustry.com.ua/tehnologiya-ekstruduvannya-chastina-44/#:~:text=%D0%97%D0%B0%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%87%D0%B0%D0%B9%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D1%81%20%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B7%D1%96%D1%97%20%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D1%96%D0%BB%D1%8F%D1%8E%D1%82%D1%8C%20%D1%82%D0%B0%D0%BA%D1%96,%D0%B3%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D1%96%D0%B7%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F%20%D1%96%20E2%80%9C%D0%B2%D0%BB%D0%B0%D1%81%D0%BD%D0%B5%E2%80%9D%20%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B7%D1%96%D1%8F>. (дата звернення: 10.01.2024).

13. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Технологія комбікормового виробництва», розділ «Комбікормова сировина» для студентів спеціальності 2701/уклад.: О. М. Нікітин, В. О. Шапошник. – Одеса: ОТХП, 1992 – 88 с.

14. Єгоров Б. В. Технологія виробництва комбікормів. - Одеса: Друкарський дім, 2011. – 448 с.

15. Местные минеральные подкормки в рационах животных [Электронный ресурс]. // Режим доступа: <http://www.ideasandmoney.ru/Ntrr-/Details/128538>

16. Монокальций фосфат кормовой [Электронный ресурс]. // Режим доступа: <http://cherkassy.prom.ua/p5082069-monokaltsij-fosfat-kormovoj.html>

17. Єгоров Б.В., Шаповаленко О.І., Макаринська А.В. Технологія виробництва преміксів. Навчальний посібник. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 288с.

18. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Науково-технічний прогрес у зернопереробній галузі (комбікормова промисловість)» для студентів спеціальності 7.05170101 денної і заочної форм навчання в 2-х частинах. Частина 1./ Укладачі: Б.В. Єгоров, А.В. Макаринська, О.Є. Восцька / За ред. Б.В. Єгорова – Одеса: ОНАХТ, 2011. – 48 с.

19. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з курсу "Проектування підприємств галузі з КП" та кваліфікаційних робіт у 3-х частинах. Ч. 1 [Електронний ресурс] : для здобувачів вищої освіти спец. 181 "Харчові технології", ("Технології зберігання і переробки зерна"), СВО "Бакалавр" ден. і заоч. форм навчання / Б. В. Єгоров, А. В. Макаринська, Т. В. Бордун та ін. ; за ред. А. В. Макаринської ; відп. за вип. А. В. Макаринська ; Каф. технології зерна і комбікормів. — Одеса : ОНТУ, 2022. — 51 с.

20. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з курсу "Проектування підприємств галузі з КП" та кваліфікаційних робіт у 3-х частинах. Ч. 2 [Електронний ресурс] : для здобувачів вищої освіти спец. 181 "Харчові технології", ("Технології зберігання і переробки зерна"), СВО "Бакалавр" ден. і заоч. форм навчання / Б. В. Єгоров, А. В. Макаринська, Т. В. Бордун та ін. ; за ред. А. В. Макаринської ; відп. за вип. А. В. Макаринська ; Каф. технології зерна і комбікормів. — Одеса : ОНТУ, 2022. — 45 с.

21. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з курсу "Проектування підприємств галузі з КП" та кваліфікаційних робіт у 3-х частинах. Ч. 3 [Електронний ресурс] : для здобувачів вищої освіти спец. 181 "Харчові технології", ("Технології зберігання і переробки зерна"), СВО "Бакалавр" ден. і заоч. форм навчання / Б. В. Єгоров, А. В. Макаринська, Т. В. Бордун та ін. ; за ред. А. В. Макаринської ; відп. за вип. А. В. Макаринська ; Каф. технології зерна і комбікормів. — Одеса : ОНТУ, 2022. — 52 с.

22. Правила організації і ведення технологічного процесу виробництва комбікормової продукції [Текст] : затв. наказом Агропромислового комплексу України 20.03.98 – Київ: МАКУ і КІХ, 1998. – 256 с.

23. Правила проектування та налагодження аспіраційних і пневмотранспортних установок підприємств по збереженню та переробці зерна

/О.І. Гапонюк, Є.А. Дмитрук, В.І. Квітинський, О.Н. Гоф, Н.М. Опря/ Зернова столиця, Одеса-Київ. – 2014р. – с. 130

24. Гапонюк О.І. Методичі вказівки до виконання розділу дипломного проекту "Вентиляційні установки" при проектуванні або реконструкції підприємств по збереженню і переробці зерна для студ.-дипломників спец. 6.051701 та 7.05170101 ден. та заоч. форм навчання [Електронний ресурс] / О.І. Гапонюк, Г.А. Гончарук, А.В. Ульяницький. – О.: ОНАХТ, 2014. – 28 с. тексту.

25. https://xn--80aqy.com.ua/katalog_elektrovdigatelei_air/

26. https://www.eib.org/attachments/pipeline/20120184_nts_ua.pdf

27. <https://www.metallum.com.ua/ua/blog/rekomendaczii-po-raschetu-aspiraczionnyix-ustanovok/rekomendaczii-po-komponovke-i-raschetam-aspiraczionnyix-ustanovok>

28. https://ua-referat.com/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%96%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%BE%D1%97_%D1%83%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D0%B8_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B1%D1%96%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%B7%D0%B0%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%83

29. <https://agrotimes.ua/article/aspiracziya-na-elevatori-klyuchovyj-element-tehnologiyi/>

30. <https://simo.com.ua/ua/obladnannya/sitovozdushnyie-separatoryi/separator-bsh-150>

31. Вентиляционные установки зерноперерабатывающих предприятий (Изд. 3-е, доп.и перераб. Под ред. Д-ра техн. Наук, проф. А.И. Дзядзио, - М.: Колос, 1974. - 400с.

32. Монтик П.М. Електротехніка та електромеханіка. Навчальний посібник. Львів: «Новий світ – 2000», 2007. - 500 с.

33. Иванов А.А., Монтик П.Н. Электротехника и основы электроники. Учебное пособие. Под общей редакцией П.Н. Монтика. - Одесса: «Друк», 2000. - 448 с.

34. Иванов А. А. Электрооборудование пищевых предприятий.- 5-е изд., перераб. и доп.- К.: Вища школа, 1985. – 287 с.

35. Методичні вказівки до виконання розділу дипломного проекту «Електрозабезпечення та енергозбереження» для студентів професійного напрямку / Укладачі: Монтік, Є.П. Штепа. – Одеса : ОНАХТ, 2008. - 15 с.

36. НПАОП 15.0-1.01-17 Правила охорони праці для працівників, зайнятих на роботах зі зберігання та переробки зерна.

37. НПАОП 40.1–1.01–97 Правила безпечної експлуатації електроустановок.

38. ДСН 3.3.6.037–99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.

39. ДСН 3.3.6.039–99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.

40. ДБН В.2.5-28-2019 Природне і штучне освітлення.

41. НАПБ Б.01.057-2006/200. Правила пожежної безпеки в агропромисловому комплексі України.

42. НАПБ Б.01.008-2018. Правила експлуатації та типові норми належності вогнегасників.

43. НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні.