

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



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**
на тему **Будівництво комбікормового заводу продуктивністю 20
т/год в Закарпатській області**
(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)

Здобувача (ки) Ротар В.С.
(прізвище, ініціали)

4 курсу ТЗХ-42а 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 _____ Алла МАКАРИНСЬКА
(підпис)

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

Ротара Владислава Сергійовича

1.Тема роботи Будівництво комбікормового заводу продуктивністю 20 т/добу в Закарпатській області

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

2. Термін здачі 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 (проблеми розрахунку рецептів комбікормової продукції, характеристика сировини і комбікормової продукції, 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

Завдання прийняв до виконання

Ворона Н.В.

Ротар В.С.

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 _____ Ротар В.С.

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 Ротар В.С. _____

Анотація

Кваліфікаційна робота включає сім розділів. У першому розділі проведено техніко-економічне обґрунтування. У другому розділі проаналізовано проблеми розрахунку рецептів комбікормової продукції.

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 142 листах пояснювальної записки друкованого тексту, містить 36 таблиць, список літератури включає 49 найменувань. 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. Турпунова 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» Ротара Владислава Сергійовича, тема: «Будівництво комбікормового заводу продуктивністю 20 т/добу в Закарпатській області». 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 96%.

УХВАЛИЛИ: звіт доц. Ворони Н.В. про перевірку на академічну доброчесність кваліфікаційної роботи здобувача СВО «Бакалавр» Ротара Владислава Сергійовича, тема: «Будівництво комбікормового заводу продуктивністю 20 т/добу в Закарпатській області» 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 проєкту будівництва комбікормового заводу у Закарпатській області	9
1.1 Маркетингові дослідження	9
1.2 Ситуація в галузі виробництва комбікормів у Закарпатській області.....	14
1.3 Мета роботи, результати, які очікуються.....	17
Розділ 2. Проблеми розрахунку рецептів комбікормової продукції.....	19
Розділ 3. Технологічна частина.....	27
3.1 Характеристика сировини	27
3.2 Аналіз і обґрунтування схеми технологічного процесу з технічними пропозиціями.....	32
3.3 Розрахунок обладнання приймально-відпускних пристроїв.....	35
3.4 Розрахунок ємності складів для зберігання сировини та готової продукції.....	46
3.5 Розрахунок технологічного обладнання.....	54
3.6 Розрахунок ємності оперативних бункерів.....	71
3.7 Розрахунок транспортного обладнання.....	78
3.8 Проєктування внутрішньоцехової комунікації.....	84
3.9 Технохімічний та технологічний контроль виробництва.....	91
Розділ 4. Розрахунок вентиляційного обладнання.....	94
4.1 Мета і задачі вентиляційних установок.....	94
4.2 Особливості проєктування аспіраційних установок комбікормових заводів.....	95
4.3 Основні принципи компонування аспіраційних установок.....	96
4.4 Огляд основних методів розрахунку аспіраційних мереж	98
4.5 Розрахунок локального фільтра та фільтра-циклона	98
4.6 Проєктування, підбір та установка локальних фільтрів за аеродинамічними показниками.....	99
4.7 Принцип роботи та режим очистки високоефективних	

					КРБ.ТЗіК.1.607-03.2.4			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Ротар В.С.			Будівництво комбікормового заводу продуктивністю 20 т/год в Закарпатській області	Літ.	Лист	Листів
Консультант							5	141
Керівник		Ворона Н.В.				ОНТУ 2024		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

	локальних фільтрів ZEO-FG і ZEO-FV	100
4.8	Розрахунок аспіраційної мережі просіювача TRZ 1500-2 №3 і норії НМ-30 №10	102
4.9	Аспірація машин луцильно-шліфувальних АІ-ЗШН-3 №1 та АІ-ЗШН-3 №2, які входять до єдиної аспіраційної мережі	105
Розділ 5. Електрозабезпечення та енергозбереження.....		108
5.1	Мета та задачі проєктування.....	108
5.2	Визначення розрахункової активної потужності підприємства	108
5.3	Розрахунок повної потужності трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності.....	109
5.4	Перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності.....	110
5.5	Техніко-економічне порівняння роботи силових трансформаторів.....	112
5.6	Вибір перерізу жил та марки кабелю.....	114
5.7	Річні витрати електроенергії та їх вартість	115
Розділ 6. Охорона праці та техніка безпеки на комбікормовому заводі...		117
6.1	Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які мають найбільший вплив на працюючих	117
6.2	Заходи по забезпеченню безпечних умов праці	119
6.3	Заходи з пожежовибухобезпеки.....	123
Розділ 7. Оцінка економічної ефективності інвестиційного проєкту будівництва комбікормового заводу в Закарпатській області.....		125
7.1	Розрахунок необхідної суми інвестицій на будівництво	125
7.2	Розрахунок виробничої програми.....	126
7.3	Розрахунок собівартості продукції.....	128
7.4	Оцінка економічної ефективності інвестицій у будівництво заводу	133
Висновки та технічні пропозиції.....		136
Список літератури.....		138

Вступ

Агропромисловий сектор України займає друге місце за обсягами виробництва у економіці країни, тут лише індустріальний сектор випереджає його. Крім того, сільськогосподарська продукція становить значну частину експорту України. Країна має сприятливі природні умови для розвитку сільського господарства, що робить її однією з ключових сил у світовому аграрному ринку. АПК України вважається перспективним напрямком для інвестицій, навіть у період війни цікавість до нього проявляють іноземні та внутрішні інвестори. Сектор агропромислового комплексу, згідно з даними на 2021 рік, забезпечував майже 14% зайнятості в країні [1]. Одною з основних галузей АПК України є комбікормова.

Комбікорми та біологічні мінеральні та вітамінні добавки (БМВД) мають важливе значення для сфери тваринництва та птахівництва, оскільки вони забезпечують правильну годівлю тварин, що безпосередньо впливає на їхнє здоров'я та продуктивність. Внутрішній ринок комбікормів та БМВД демонструє високий рівень розвитку та суттєву конкуренцію. Перспективи цього ринку залежать від різноманітних факторів, таких як економічні умови, зміни вимог до якості та безпеки харчових продуктів, та зміни у споживчому попиті на м'ясо, молоко, яйця та інші продукти тваринництва.

Однією з основних проблем внутрішнього ринку комбікормів та БМВД є недостатність науково обґрунтованих розробок та інформації про їх використання. Крім того, на ринку переважають низькоякісні продукти, що може призвести до погіршення якості годівлі тварин [2].

Проблема забезпечення повноцінного використання кормів для годівлі сільськогосподарських тварин з метою підвищення рівня і якості отримуваної від них продукції стоїть перед підприємствами галузі тваринництва, як одна з найважливіших проблем. Тому визначення норм годівлі сільськогосподарських тварин і перегляд методів оцінки поживності кормів є актуальним завданням.

Оптимізація раціонів годівлі тварин раніше вважалася однією з найпростіших задач у сільському господарстві, яка вирішувалась за допомогою інформації з довідників годівлі. Проте вирішення цієї задачі таким способом не враховувало фізіологічний стан тварин, зміни у хімічному складі сировини, а норми годівлі у довідниках не відповідають потребам високопродуктивних порід сільськогосподарських тварин та птиці, які в основному використовуються для

розведення.

Оптимізація раціону годівлі сільськогосподарських тварин є ключовим фактором для підвищення ефективності виробництва продукції та забезпечення її належної якості. Для досягнення ефективності виробничої діяльності оптимальний раціон повинен бути мінімізований не лише за вартістю кормів, але і враховувати індивідуальні потреби кожного виду тварин з урахуванням їх планованої продуктивності. При цьому необхідно забезпечити тваринам не лише достатню кількість корму, але і необхідні поживні речовини, вітаміни, амінокислоти та мікроелементи. У реальних умовах з великою кількістю змінних параметрів знаходження компромісу між якістю годівлі та витратами на корми можливе лише за допомогою методології економіко-математичного моделювання та його комп'ютерної реалізації [3]. Сьогодні існує безліч оптимізаційних програм, які допомагають вирішити цю складну задачу.

Розділ 1. Техніко-економічне обґрунтування проєкту будівництва комбікормового заводу у Закарпатській області

Комбікормова промисловість відіграє ключову роль у сучасному аграрному секторі, а також у галузі тваринництва, птахівництва та рибництва. Її значення полягає в кількох аспектах:

- 1. Забезпечення ефективної годівлі тварин: Комбікорми розробляються з урахуванням потреб різних видів тварин у поживних речовинах, що дозволяє забезпечити їхнє оптимальне здоров'я та продуктивність.
- 2. Економічна вигода для фермерів: Використання готових комбікормів дозволяє фермерам ефективно керувати витратами на корми та знижувати собівартість продукції.
- 3. Підвищення якості продукції: Складні рецептури комбікормів дозволяють підвищити якість м'яса, молока та інших тваринних продуктів, що відповідає вимогам споживачів.
- 4. Забезпечення безпеки кормів: Комбікорми піддаються контролю якості та стандартизації, що дозволяє уникнути ризику використання некондиційних або небезпечних для тварин компонентів.

Отже, комбікормова промисловість відіграє важливу роль у забезпеченні стійкого та ефективного функціонування сучасного сільськогосподарського сектора.

1.1 Маркетингові дослідження

Згідно даних щорічних звітів Alltech Agri-Food Outlook [4] нами був узагальнений світовий обсяг виробництва комбікормів у період з 2018 року по 2023 рік (рис. 1.1). Зниження об'єму виробництва у 2019 році пов'язане з пандемією COVID-19, яка негативно вплинула на суспільство, економіку, політику, медицину та технологію світу. Усі галузі зазнали зниження ефективності у цей період. У цілому, COVID-19 став великим випробуванням для світового співтовариства, і його вплив буде відчуватися ще довгий час після заспокоєння самої пандемії. Однак, впродовж 2020 – 2022 років спостерігається стрімке зростання світових обсягів виробництва комбікормів та у 2023 році вони

					КРБ.ТЗіК.1.607-03.2.4			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Будівництво комбікормового заводу продуктивністю 20 т/год в Закарпатській області	Лім.	Лист	Листів
Розробив		Ротар В.С.						
Консультант		Басюркіна Н.Й.					9	10
Керівник		Ворона Н.В.				ОНТУ 2024		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

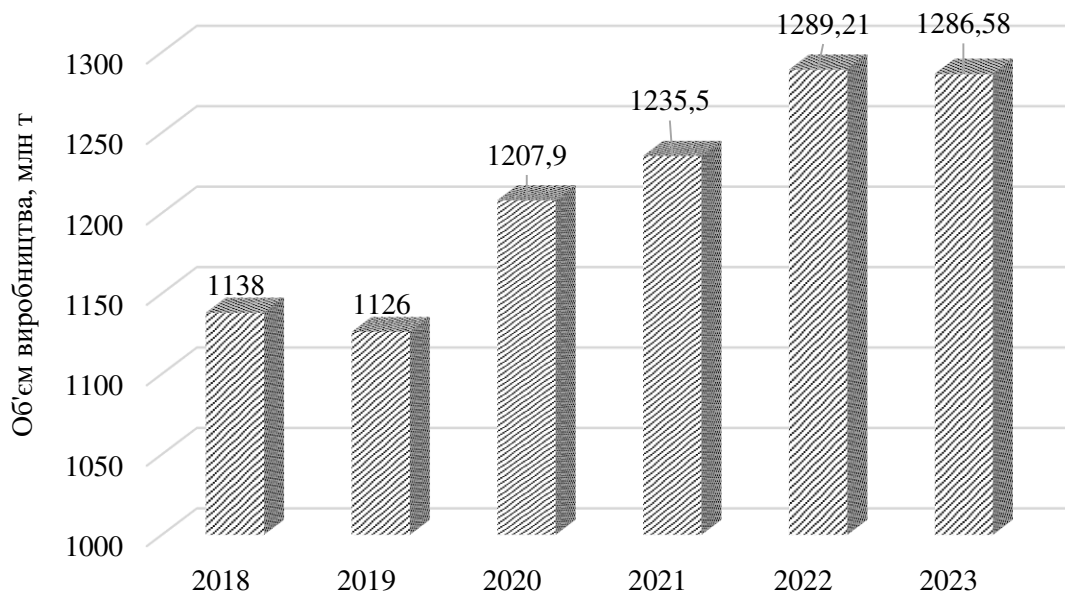


Рис. 1.1 - Світовий обсяг виробництва комбікормів

знизилися на 0,2 %. Це пояснюється більш ефективним використанням комбікормів, що дозволяє знизити споживання корму при виробництві однакової кількості тваринного білка. За аналізом останніх 10 років світове виробництво комбікормів зростало в середньому на 3,7 %. В дослідженні приймали участь 142 країни та понад 27000 комбікормових заводів.

На стан аграрного сектору, а саме на ефективність і рентабельність кормів, впливають фактори:

- ✓ економіка (високі витрати на виробництво);
- ✓ зміна тенденцій споживання, що спричинені інфляцією та трендами здорового харчування;
- ✓ геополітична напруженість;
- ✓ зміна кліматичних умов;
- ✓ ризик захворювань тварин.

У 2023 році комбікормове виробництво зросло в Азіатсько-Тихоокеанському регіоні (+1,4%), Африці (+1,9%), Океанії (+3,7 %) за рахунок збільшення поголів'я бройлерів, проте знизилось в Європі (-3,8%) та Північній Америці (-1,1%) у порівнянні з 2022 роком (табл. 1.1). Зменшення виробництва комбікормів в Європі пов'язано з тиском на галузь політичної та ринкової кризи. У Північній Америці через посуху та високі виробничі витрати скоротилося виробництво яловичини, яка є головним продуктом регіону.

Аналіз структури виробництва комбікормів за видами сільськогосподарських тварин, птиці та риби показав (табл. 1.2), що збільшення

Таблиця 1.1 – Розподіл світових обсягів виробництва комбікормів за регіонами у 2023 році [4]

Регіон	Сектор	Виробництво комбікормів у 2023 р., млн т	Відосток від загального обсягу по секторах
Африка	Бройлери	17,330	33,70
Азіатсько-Тихоокеанський	Бройлери	160,667	33,80
Європа	Свині	72,610	28,70
Латинська Америка	Бройлери	74,325	37,0
Середній Схід	Бройлери	12,545	34,90
Північна Америка	Яловичина	63,248	24,40
Океанія	Бройлери	4,087	37,90

Таблиця 1.2 – Розподіл комбікормів за видами у загальному виробництві 2022-2023 рр. [4]

Сектор	Виробництво комбікормів у 2023 р., млн т	Виробництво комбікормів у 2022 р., млн т	Різниця, млн т	Різниця, %
Бройлери	385,04	371,95	13,10	3,5
Свині	320,80	32,81	-4,01	-1,2
Кури-несучки	170,88	170,87	0,01	0
Молочні ВРХ	126,23	129,17	-2,94	-2,3
Яловичина	117,49	122,84	-5,35	-4,4
Риба	52,09	54,51	-2,42	-4,4
Домашні тварини	34,96	34,70	0,26	0,7
Коні	7,98	8,30	-0,32	-3,9
Всього (включає всі інші сектора)	1286,58	1289,20	-2,3262	-0,2

відбувається за рахунок сектору комбікормів для бройлерів, який сягає майже 30 % від загального обсягу. М'ясо бройлерів користується найбільшим попитом серед споживачів за свій смак та доступну ціну при низькій купівельній спроможності населення. Виробники віддають перевагу вирощуванню курчат-бройлерів через високу рентабельність та швидкість окупності інвестицій. За 2023 рік збільшення виробництва комбікормів у світі також спостерігалось у галузі кормів для домашніх тварин. Усі інші галузі мають скорочення об'ємів виробництва.

Лідерами з виробництва комбікормів у світі залишаються Китай, США та Бразилія.

Україна – велика незалежна аграрна держава, яка пройшла за 33 роки складний шлях економічного розвитку [5]. Україна, яка володіє третиною

світових чорноземів, має великий потенціал у розвитку сільського господарства та займає провідне місце на світових аграрних ринках у виробництві зерна, цукру, меду і соняшникової олії. Проте, для відповідності міжнародним і європейським стандартам, а також для отримання доступу до ринків інших країн, Україні потрібно подолати кризу в аграрному секторі [6].

Невід'ємною та вагомою частиною АПК України є комбікормова промисловість. Вона є ключовим чинником розвитку тваринництва, птахівництва, рибництва та харчової промисловості, зокрема забезпечення продовольчої безпеки країни. За останні роки український агропромисловий комплекс зростає та розвивається, що може відобразитися на збільшенні обсягів виробництва комбікормів. Також, Україна володіє значними земельними ресурсами та вирощує значну кількість сільськогосподарської продукції, що є потенційним джерелом сировини для виробництва комбікормів. В умовах жорсткої конкуренції на ринку тваринницької, птахівничої та рибної продукції ключове значення має зниження витрат на виробництво, особливо враховуючи, що близько 65% витрат припадає на корм. Основне завдання полягає в зменшенні вартості корму при забезпеченні максимальної продуктивності тварин, птиці та риби. Це можливо шляхом оптимізації складу раціону таким чином, щоб корм був збалансований за поживними речовинами та мав найменшу вартість.

Для аналізу стану комбікормової галузі необхідно дослідити динаміку змін поголів'я сільськогосподарських тварин та птиці, як основного споживача. Згідно даних Державної служби статистики України за 2023 [7] нами була узагальнена ця інформація (рис. 1.2).

Аналіз діаграми свідчить, що сільськогосподарська птиця в Україні, як і в усьому світі, займає лідуючі позиції. Максимальну кількість поголів'я ми мали на початку 2020 року. Однак спочатку пандемія COVID 19, а потім повномасштабна війна росії проти України негативно вплинули і на птахівничу галузь також. Поголів'я ВРХ, свиней, коней, овець та кіз з 2001 року постійно знижується.

Одним з показників визначення ефективності комбікормової галузі є витрати кормів на годівлю сільськогосподарських тварин [7] (рис. 1.3).

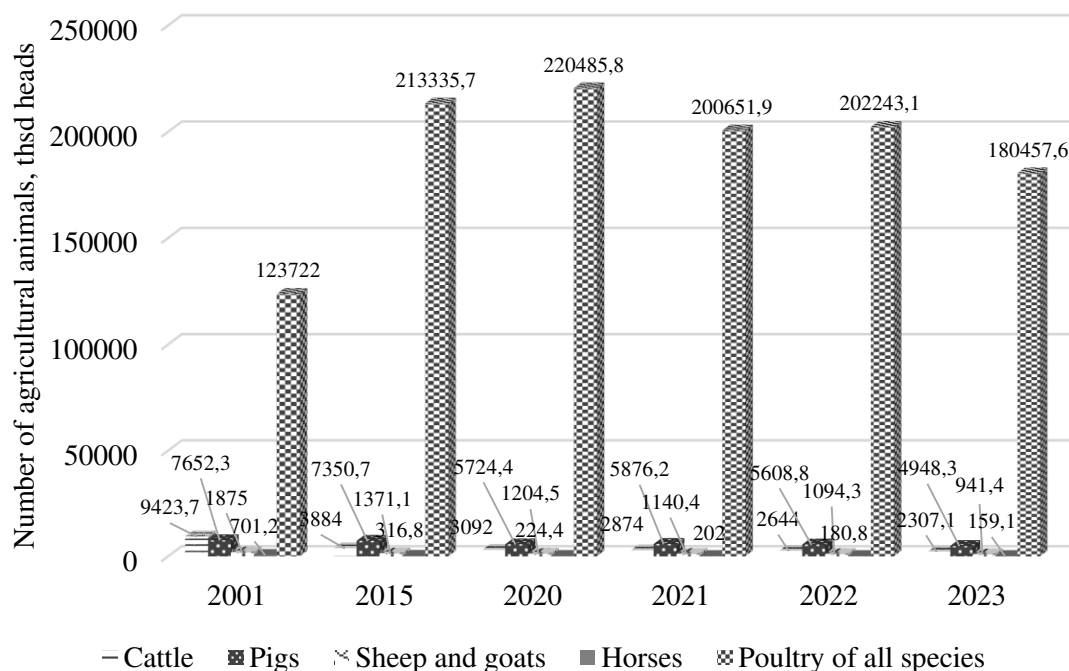


Рис. 1.2 – Динаміка змін поголів'я сільськогосподарських тварин та птиці у господарствах усіх видів України на 1 січня [7]

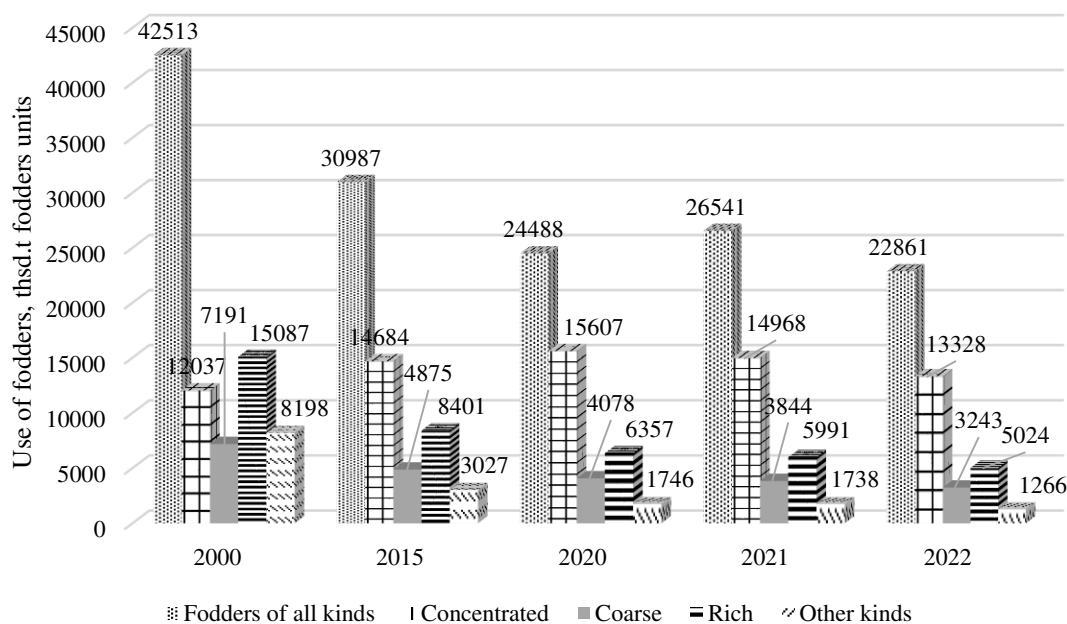


Рис. 1.3 – Динаміка змін витрат кормів на годівлю сільськогосподарських тварин та птиці

Проаналізувавши рис. 1.2 та 1.3, бачимо чітку залежність витрат кормів від кількості поголів'я тварин. З 2020 року витрати кормів скорочуються з кожним роком, бо скорочується кількість споживачів. Крім того, зниження споживання кормів пов'язано з африканською чумою, пташиним грипом та порушенням ланцюгів постачання сировини через повномасштабну війну.

В умовах війни в Україні відбулася переорієнтація комбікормового бізнесу

на фермерське господарство та приватного мілкового споживача. Це пов'язано з тим, що багато великих тваринницьких комплексів та птахофабрик були окуповані, зруйновані агресором або припинили роботу через неспроможність пристосуватися до труднощів війни. Покращення кормової бази, оптимізація структури кормових ресурсів, встановлення ефективної сировинної основи для виготовлення комбікормів, розробка відповідних рецептур та технологій приготування, а також систематичне використання комбікормів - це ключові виклики, які перешкоджають максимізації потенціалу великих господарств. Для того щоб вижити, комбікормові підприємства повинні були переорієнтуватися на виробництво маленьких партій та лінійки фасованих продуктів.

1.2 Ситуація в галузі виробництва комбікормів у Закарпатській області

Закарпатська область – один з найбезпечніших регіонів України під час війни, найвіддаленіша область від фронту, яка майже не зазнає бомбардувань. Можливо це пояснюється близьким розташуванням Закарпаття до країн-членів НАТО та ЄС.

Однак, з перших днів російської агресії проти України регіон відчував на собі наслідки конфлікту через десятки тисяч внутрішньо переміщених осіб, які прибули вже у перші дні війни. Згодом сюди були переміщені свої виробничі потужності сотні релокованих підприємств. Це лише підкреслює важливість цього регіону в сучасних умовах та в контексті післявоєнного відновлення України [8].

Агропромисловий комплекс є ключовим сектором економіки Закарпатської області, забезпечуючи до 15% валової доданої вартості виробленої продукції всіх галузей економіки. Цей сектор відіграє важливу роль у забезпеченні достатнього виробництва основних сільськогосподарських продуктів і сприяє стабілізації цін на ринку продовольства. Однак варто зазначити, що сільськогосподарське виробництво в області має низьку землезабезпеченість, що є його характерною особливістю.

У краї розвивається сільськогосподарський сектор, в якому функціонує 1048 сільськогосподарських підприємств. З них 883 - це фермерські господарства, 165 - підприємства інших форм господарювання, 250 тисяч особистих селянських господарств, включаючи два релоковані підприємства з інших регіонів України. Цікавою особливістю є те, що населення володіє 88,7%

сільськогосподарських угідь, які виробляють 94,9% валової продукції сільського господарства [9].

Розвиток тваринництва має значний вплив на економічний потенціал агропромислового комплексу області. Тваринництво на Закарпатті розділяється на кілька галузей, включаючи скотарство, свинарство, вівчарство, козівництво, конярство, кролівництво, птахівництво, бджільництво та рибництво. Кожна з цих галузей відіграє важливу роль у задоволенні потреб населення в продуктах харчування, предметах першої необхідності та забезпеченні промисловості сировиною.

Скотарство зосереджене на розведенні великої рогатої худоби різних порід і напрямів продуктивності. Це надійні джерела молока, м'яса, шкур, органічних добрив та робочої тягової сили, зокрема воли. Свинарство спеціалізується на розведенні свиней для виробництва м'яса, сала, шкур і щетини. Свинина має значно вищий харчовий показник порівняно з яловичиною та бараниною. Висока плодючість, швидкість нарощування маси та високий вихід м'яса при забої призводять до економічної вигідності свинарства порівняно з іншими видами тваринництва. Вівчарство на Закарпатті зосереджується на розведенні овець, які є важливим джерелом сировини для легкої промисловості, такої як вовна і овчина, а також харчових продуктів, таких як м'ясо та молоко. Традиційно закарпатські селяни займалися вівчарством, що стало провідною галуззю тваринництва, особливо в гірських районах області. Козівництво також є важливою галуззю тваринництва, оскільки кози забезпечують високоякісне молоко з високим вмістом жиру і білка, яке має бактерицидні властивості. Конярство на Закарпатті розвивається у двох напрямках: племінний та робочо-користувальний. Оскільки ціни на пальне високі, у господарствах населення переважно використовують коней для транспортування вантажів та сільськогосподарських робіт. Також важливою галуззю є племінне конярство, яке спрямоване на розведення локальної зникаючої гуцульської породи коней. Кролівництво на Закарпатті забезпечує виробництво дієтичного м'яса, хутра, пуху та шкіри. Птахівництво також відіграє важливу роль у забезпеченні харчування населення, забезпечуючи яйця та м'ясо. Пташиний послід є також цінним органічним добривом. Бджільництво є важливою галуззю на Закарпатті, оскільки воно забезпечує не лише виробництво меду та інших продуктів бджіл, але й запилення сільськогосподарських культур, що є необхідним для плідності рослин. Карпатська бджола, яка мешкає в лісових масивах області,

рекомендована для розведення у дев'ятих областях України. Напрямок розвитку бджільництва в основному орієнтується на виробництво бджолиних маток і бджолиних пакетів, які далі реалізуються. Рибництво забезпечує продовольчу безпеку населення, забезпечуючи повноцінним харчовим білком. Рибництво сприяє також підвищенню рівня зайнятості та використанню рибних ресурсів, а також охороні та відтворенню рибних популяцій [10].

Існує позитивна динаміка в розвитку тваринництва на Закарпатті. З початку 2023 року кількість великої рогатої худоби зросла майже на половину, свиней на 16,8%, а овець та кіз навіть на 62%, порівняно з відповідним періодом минулого року. За десять місяців 2023 року господарства Закарпаття виробили 303 мільйони штук яєць, 50 тисяч тонн м'яса та 207 тисяч тонн молока (обсяг виробництва молока збільшився на 60%).

Також велику увагу приділяють розвитку племінної справи у тваринництві. Наразі в області працює 28 суб'єктів племінних господарств. У цьому році п'ять сільськогосподарських підприємств отримали статус племінних за результатами роботи регіональних та міністерських експертних комісій. Ці підприємства займаються розведенням овець української гірськокарпатської породи, великої рогатої худоби і пасіки з розведення бджіл карпатської породи [9].

Серед основних підприємств з виробництва комбікормової продукції в Закарпатській області можна виділити: КП «Іршавський комбікормовий завод», КП «Вилоцький міжгосподарський комбікормовий завод», ТОВ «Харчові технології Закарпаття». Всі інші виробляють корми для фермерських господарств: ТОВ «Лаб-Нюл», ТОВ «Агро-Нігрін», ТОВ «Геопродукт», ТОВ «ТП Агро», ТОВ «Елікорм», ВКП «Заря», ТОВ «Соя-продукт», ТОВ «Євро ПЕТ Юкрейн», ТОВ «КСК Україна». Регіональне розподілення в комбікормовій галузі Закарпатської області наведено на рис. 1.4.

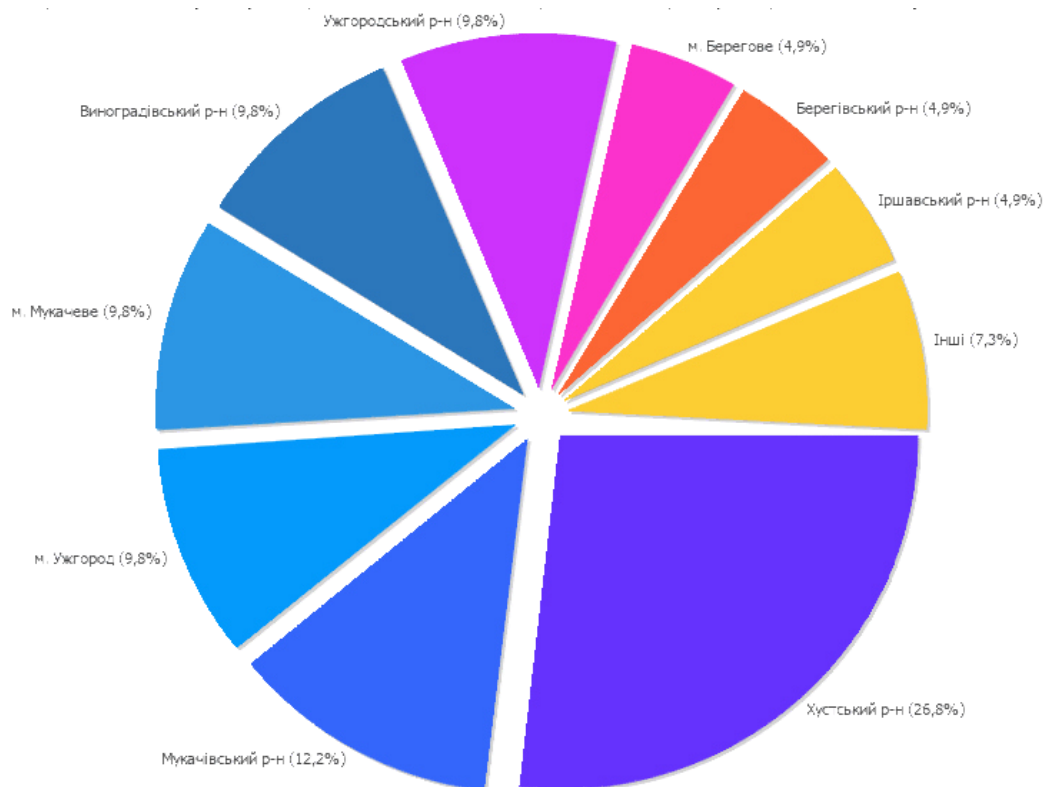


Рис. 1.4 – Регіональне розподілення в комбікормовій галузі Закарпатської області [11]

1.3 Мета роботи, результати, які очікуються

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

Результати маркетингового аналізу дозволяють зробити висновок, що зайнятися виробництвом комбікормів може стати актуальним та прибутковим бізнесом, оскільки в Україні існує значний попит на такі продукти через розвинене скотарство, птахівництво та обширні сільськогосподарські землі. Наявність місцевих виробників може також сприяти збільшенню економічної самодостатності. Проте, для досягнення успіху в цій галузі важливо враховувати кілька ключових аспектів:

1. Необхідно мати глибоке розуміння сільськогосподарського ринку і конкурентного середовища.
2. Важливо мати ефективно організоване виробництво з високими стандартами якості продукції.
3. Потрібно підтримувати добрі стосунки з клієнтами, такими як фермери та тваринники, що будуються на основі взаємовигідності та довіри [12].

За результатами маркетингового аналізу ринку комбікормів в Україні передбачається зменшення темпів зростання галузі у короткостроковій

перспективі. Це буде спричинено пригнічуючим впливом макроекономічної кризи, що виникне в Україні через широкомасштабну агресію росії. У довгостроковій перспективі розвиток ринку комбікормів буде залежати від ефективності державних програм підтримки тваринницьких галузей.

Проведені дослідження дозволяють зробити висновок, що Закарпатська область є перспективним районом для будівництва комбікормового заводу та залучення інвестицій навіть під час війни. Цей регіон відрізняється розвиненим тваринництвом та низьким рівнем конкуренції на ринку комбікормової продукції. Розроблені ефективні методи виробництва комбікормів мають на меті забезпечити високу якість продукції, оптимізацію використання сировини на всіх етапах виробництва та зменшення споживання енергії. Ці технології ґрунтуються на використанні високоякісної внутрішньої сировини, що сприяє покращенню ефективності технологічного процесу.

Розділ 2. Проблеми розрахунку рецептів комбікормової продукції

На комбікормових підприємствах виробляють кормові продукти, такі як комбікорми, БВД і премікси, відповідно до затверджених рецептур і вимог до якості, які є стандартами в галузі годівлі сільськогосподарських тварин, птиці та риби. Цей процес автоматизований за допомогою спеціалізованих програмних рішень, які враховують різні параметри, такі як склад сировини, фізіологічні потреби тварин та вимоги до якості. Ці програми можуть бути інтегровані з системами управління виробництвом для оптимізації процесу та забезпечення високої якості продукції [13]. Рецепт - це документ, який визначає склад і співвідношення компонентів, необхідних для виготовлення комбікорму для сільськогосподарських тварин, птиці та риби. Він містить інформацію про типи та кількості сировини, необхідної для виготовлення корму, а також може включати в себе додаткові відомості про енергетичну цінність, поживність, вміст біологічно-активних речовин тощо. Рецепт служить основою для виробництва комбікормів та дозволяє забезпечувати необхідну якість та поживну цінність продукту для тварин. Обов'язково в рецепті на етапі реалізації повинні бути наведені відомості щодо дати виробництва, терміну зберігання та порядку використання продукції.

У розрахунках рецептів комбікормової продукції постійно відбуваються зміни відповідно до наукових винаходів у галузі годівлі тварин, технологічного прогресу та змін у вимогах ринку. Основні з них включають:

1. Сформувався вільний ринок сировини для виробництва комбікормів.
2. Сформувався вільний ринок комбікормів.
3. Можливість споживачів замовляти комбікорми необхідної якості.
4. Будівництво комбікормових заводів невеликої потужності крупними споживачами комбікормової продукції.
5. Виробництво комбікормів для власних потреб.
6. Зміна максимальних норм вводу деяких компонентів (жито, ячмінь, у зв'язку з використанням в к/к сучасних ферментних препаратів і мульти-ферментних (ензимних) комплексів).

					КРБ.ТЗіК.1.607-03.2.4			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Будівництво комбікормового заводу продуктивністю 20 т/год в Закарпатській області	Лім.	Лист	Листів
Розробив		Ротар В.С.						
Перевірив							19	8
Керівник		Ворона Н.В.				ОНТУ 2024		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

Комбікорми виготовляють за рекомендованими, розрахованими або адресними рецептами.

Рекомендовані рецепти розробляються науковими установами, що спеціалізуються у годівлі тварин. Вони перевірені на практиці та ефективності згодовування.

Розраховані рецепти отримують за допомогою програм оптимізації. Вони відповідають вимогам нормативно-технічної документації, такої як міждержавні стандарти (ISO), державні стандарти (ДСТУ), технічні умови споживача та стандарти підприємства.

Адресні рецепти комбікормів - це рецепти, які створюються або адаптуються для конкретного клієнта чи специфічних умов годівлі тварин. Вони враховують індивідуальні потреби тварин або особливості господарства, такі як вид тварин, вік, стать, фізіологічний стан, кліматичні умови та інші фактори.

Виробники комбікормів, замовники або споживачі, а також наукові установи, що спеціалізуються на виробництві комбікормів і годівлі сільськогосподарських тварин, птиці та риби можуть розроблювати рецепти комбікормової продукції. Для кожного типу продукції, яка виготовляється на комбікормовому підприємстві, повинен бути сертифікат якості, який виданий органом по сертифікації комбікормів.

Програми оптимізації рецептів є ключовим інструментом у технологічному ланцюжку виробництва комбікормів та взаємодії між виробниками та споживачами. Точність програм оптимізації визначає ступінь відповідності показників поживності, розрахованих теоретично, та фактичної якості готової продукції. Сучасні програми для створення рецептів комбікормів не лише застосовують процедуру оптимізації до наявного асортименту сировини, але й враховують всі можливі фактори, що можуть вплинути на якість продукції. Це дозволяє досягти максимальної відповідності між теоретично розрахованою та фактичною поживністю. Таким чином, програми дозволяють не лише оптимізувати раціон за якістю та вартістю, але й оцінювати доцільність використання різних добавок з біологічних і економічних позицій [14].

Існує велика кількість програмних продуктів у світі, які використовуються для розрахунку рецептів комбікормової продукції. Деякі з них:

1. BESTMIX® Recipe Management (BESTMIX).
2. MixIT (Adifo).
3. FeedExpert (ForFarmers).

4. WinFeed (Format Solutions).
5. NutriOpt (Trouw Nutrition).
6. WinMix (ВінМікс-Софт).
7. Aminodat (Degussa, Німеччина).

Ці програмні продукти надають можливості для точного розрахунку рецептів комбікормів з урахуванням вимог до поживності та потреб тварин, а також для оптимізації виробничих процесів.

Оптимізаційні програми для розрахунку рецептів комбікормів можуть мати різні критерії оптимізації, залежно від потреб користувача та специфічних умов виробництва. Один з найпоширеніших критеріїв це мінімізація ціни, що полягає в пошуку рецептури з мінімальними загальними витратами на виготовлення комбікормів, включаючи вартість сировини та витрати на виробництво, при задоволенні на мінімальному рівні потреб в поживних та біологічно активних речовинах тварин. Програми можуть враховувати різноманітні обмеження, такі як максимальна або мінімальна кількість певних компонентів у рецепті, щоб забезпечити відповідність нормативам або вимогам здоров'я тварин. Деякі програми можуть оптимізувати рецептури з метою зменшення впливу виробництва комбікормів на навколишнє середовище, наприклад, шляхом зменшення викидів газів або енерговитрат. Ця функція актуальна для іноземних комбікормових підприємств, які є членами міжнародних конвенції із урегулювання викидів шкідливих речовин в атмосферу [15].

Для більшості оптимізаційних програм схема порядку розрахунку рецепту комбікормової продукції наведена на рис. 2.1.

Основними базами даних у програмах оптимізації рецептів комбікормів є база даних сировини та база даних норм годівлі тварин. Від ефективності роботи з цими двома базами залежить у значній мірі ефективність рецептури.

База даних сировини містить інформацію про різноманітні види сировини для виробництва комбікормової продукції. Ця інформація включає хімічний склад, поживну цінність, співвідношення показників поживності та вартість компонентів. Такі показники, як обмінна енергія, амінокислотний склад та непрямі показники поживності не визначаються методами хімічного аналізу через складність проведення дослідів, а розраховуються за допомогою рівнянь регресії, які продемонстрували достовірність своїх результатів. Робота з базою даних сировини передбачає регулярне оновлення показників якості та цін на

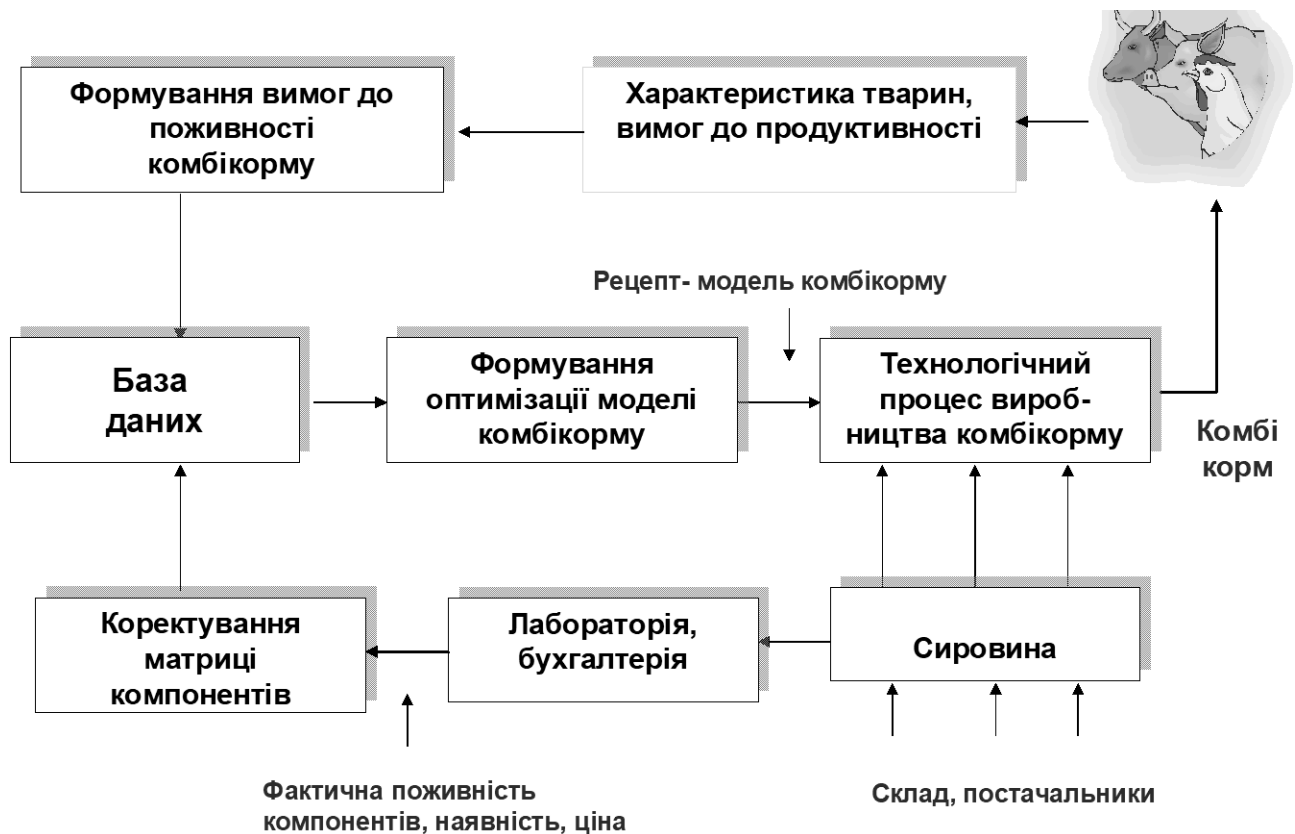


Рис. 2.1 – Схема порядку розрахунку рецептів

сировину. В усіх компонентів, які використовуються у виробництві комбікормів, спостерігається варіабельність показників поживності та хімічного складу. При зміні вологості або, програма автоматично перераховує вміст поживних речовин, амінокислотного складу сировини, обмінну енергію та інші характеристики відповідно до рівнянь регресії. На ефективність роботи з базою даних сировини в першу чергу впливає похибка оцінки хімічного складу сировини. Вона може складатися з похибки стандартизованих методів аналізу, похибки використання таблиць поживності та похибки, пов'язаної з технологією зберігання сировини в силосах.

База даних норм годівлі тварин містить потреби у поживних та біологічно активних речовинах і обмеження по введенню компонентів комбікорму для різних статеві-вікових груп тварин, враховуючи їх призначення, породи та кроси. Ця база включає нормативно-довідкову інформацію, методичні вказівки, експертні оцінки та іншу релевантну інформацію. Вони можуть включати вимоги діючих державних стандартів, рекомендації науково-дослідних установ, селекційних центрів, дані паспортів пород та кросів і практичні поради від фахівців у галузі. Для розробки ефективних рецептів необхідно мати зворотній зв'язок зі споживачем і оновлювати базу даних норм годівлі відповідно до фізіологічного стану тварин та їх потреб [16].

На ефективність рецептів комбікормової продукції впливає багато факторів, основними з яких є сировина, технологія виробництва та технологія годівлі і утримання сільськогосподарських тварин, птиці та риби.

Серед основних показників якості сировини необхідно особливо звертати увагу на вміст Са та Na, забезпечення незамінними амінокислотами, обмінною енергією, ступінь доступності і перетравності поживних речовин, санітарний стан сировини і готової продукції, підвищення кормового потенціалу сировини. Технологічні процеси виробництва комбікормової продукції можуть внести варіабельність у показники якості готової продукції. Від ефективності зберігання, очищення, підготовки сировини, дозування та змішування компонентів залежить збереження збалансованості та однорідності складу готової продукції. Дотримання рекомендованих технології та умов годівлі сільськогосподарських тварин, птиці та риби передбачає обмеження по технологічній обробці готового комбікорму, споживання визначеної кількості комбікорму, облік стресових ситуацій, дотримання поїдання комбікорму на одному рівні, відповідність умов утримання паспортним даним, використання дрібної системи годівлі. Усі ці фактори можуть впливати на ефективність рецептів та знижувати генетично закладену продуктивність тварин [17].

На основі багаторічного досвіду науковців та промисловців світу були сформульовані сучасні вимоги до рецептів комбікормової продукції:

1. Застосування якісної та безпечної кормової сировини.
2. Розширення кормової бази сировини, використання нетрадиційних видів сировини.
3. Використання пробіотиків, пребіотиків, симбіотиків, підкислювачів та ін. у якості альтернативи антибіотикам.
4. Введення ферментних та мультиферментних препаратів.
5. Включення до складу комбікормів сорбентів токсинів і важких металів.
6. Застосування смакових і ароматичних речовин та добавок для підвищення поїдання комбікормів.

Ефективний комбікорм - це кормовий продукт, який забезпечує оптимальну годівлю тварин з мінімальними витратами та максимальними результатами. Основні характеристики ефективного комбікорму включають:

- безпечність для здоров'я тварин;
- збалансованість за основними поживними речовинами;

- однорідність за складом;
- забезпечує задану продуктивність;
- має мінімальну вартість.

Для створення високоефективного комбікорму необхідно чітко розрізняти поняття «збалансованість» і «однорідність» комбікормів. Збалансованість – точна відповідність хімічного складу корму фізичній потребі тварин, яку необхідно забезпечити у процесі оптимізації. Однорідність – однаковий склад комбікорму у кожній частині його об'єму.

У разі використання незбалансованого та неоднорідного комбікорму несе збитки споживач через зниження продуктивності тварин та зменшується прибуток виробника комбікормів через додаткові витрати на забезпечення гарантійної якості.

Розбалансованість комбікормової продукції негативно впливає на організм сільськогосподарських тварин, птиці та риби. Нестача або надлишок будь-якої поживної або біологічно активної речовини в раціоні може призвести до небажаних наслідків, а в деяких випадках до отруєнь і навіть до загибелі тварин (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 - Вплив розбалансованості кормів на тварин

Показники поживності	Нестача	Надлишок
Обмінна енергія	Підвищується споживання та конверсія корму. Підвищується виділення посліду. Знижується продуктивність. Підвищується неоднорідність стада.	1. Підвищується ціна комбікорму. 2. Знижується споживання корму. Знижується продуктивність. Підвищується відкладення жиру, о
Сирий протеїн, амінокислоти	Знижується продуктивність. Підвищується неоднорідність стада. Агресія, розкльовування птиці, канібалізм.	Підвищується ціна комбікорму. Збільшується виділення азоту. 3. Збільшуються витрати обмінної енергії на утилізацію.
Сирий жир	1. Порушення мінерального обміну	Знижується засвоєння кальцію. Має негативну дію на вітамін А
Сира клітковина	Зниження виділення хімусу	Зниження засвоєння органічних речовин
Мінеральні речовини	Порушення Са:Р відношення Вплив факторів антагонізму і синергізму на засвоюваність мінеральних речовин	

Сучасні уявлення про властивості кормової сировини базуються на комплексному підході до оцінки її якості та придатності для використання у виробництві комбікормів, тобто визначення її моделі якості. Модель якості комбікормової сировини - це система критеріїв і показників, за допомогою яких оцінюється якість сировини, призначеної для виробництва комбікормів. Ця модель може включати такі аспекти, як фізичні властивості сировини (наприклад, вологість, текстура), поживність і хімічний склад (вміст білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, мінералів), наявність шкідливих домішок (наприклад, металеві приміси, пестициди), антипоживних факторів, а також бактеріологічну чистоту. Крім того, модель якості комбікормової сировини враховує рекомендації щодо введення в комбікорми та показники, що контролюються при прийомі, розміщенні та зберіганні. Ці критерії визначаються відповідно до стандартів якості та вимог специфікацій для комбікормів, що виробляються, і можуть варіюватися в діапазоні можливих значень контрольованих показників поживності в залежності від типу та призначення кормів. Модель якості комбікормової сировини є важливим інструментом для забезпечення якості та безпеки комбікормів [15].

При використанні кормової сировини виникають певні ризики, які необхідно контролювати: токсичність (необхідно визначати вміст токсинів та використовувати їх сорбенти), фальсифікація (закуповувати сировину тільки у перевіреного постачальника), антипоживні фактори (обов'язковий їх облік), похибки в оцінці поживності, технологічні фактори (похибки процесів дозування та змішування).

Для розрахунку оптимальних рецептів комбікормів, БВД і преміксів враховують наступні данні:

1. Кількість і якість наявної сировини, вартість і наявність свідоцтв якості або сертифікатів.
2. Обмеження по введенню компонентів у склад комбікормів, БВД та преміксів.
3. Хімічний склад сировини, включаючи основні поживні та біологічно активні речовини, а також доступність цих речовин.
4. Нормативи годівлі для конкретної групи тварин (наприклад, птиці, риби і т. д.).
5. Наявність сучасних оптимізаційних програм розрахунку, які дозволяють отримати рецепт з мінімальною вартістю та задоволенням потреби тварин у

поживних та біологічно активних речовинах на мінімальному рівні.

7. Особливості технологічних процесів дозування та змішування на конкретному підприємстві.

Таким чином, програмний продукт для розрахунку оптимальних рецептів комбікормів надає широкий спектр можливостей. Основними проблемами, з якими стикається рецепціоніст є необхідність постійного оновлення бази сировини та нормативів годівлі сільськогосподарських тварин, птиці та риби. Застосування таких програм дозволяє значно зекономити час фахівців, знизити собівартість вироблених кормів, мінімізувати витрати на дорогоцінні компоненти та забезпечити ефективний облік виробництва і споживання кормів. Досвід показує, що застосування таких програм може знизити вартість корму на 5-7%.

Розділ 3. Технологічна частина

3.1 Характеристика сировини

Пшениця (згідно з ДСТУ 3768:2004) вважається однією з найбільш використовуваних зернових культур у формулах комбікормів для більшості сільськогосподарських тварин, птиці, ставкових риб, та хутрових звірів. Її вміст в комбікормах змінюється в межах від 10 до 70%. Характеристика та поживна цінність пшениці залежать від умов її вирощування (грунт, клімат, волога, добрива, сорт і т. д.) [18].

Наявність клейковини у пшениці, що покращує хлібопекарські якості, знижує кормову цінність цього зерна. Проте, при подрібненні пшениці і подачі її у ротову порожнину птахів або в зоб, частки дрібного помелу можуть утворювати клейку масу, яка прилипає до дзьоба птахів. В інших видів тварин, тонко подрібнена пшениця споживається неохоче. Тому перед введенням пшениці у раціон її слід подрібнити до розміру частинок 1,0...1,2 мм. Хімічний склад і харчова цінність пшениці схожі на ячмінь і овес, але білки в ній менш багаті лізином і метіоніном [18].

Ефективним методом обробки пшениці при виробництві комбікормів для свиней і птиці є екструдування, а для жуйних тварин - волого-теплова обробка з подальшим розмелюванням. Так підготовлену пшеницю можна включати у склад комбікормів у кількості до 50% [19].

Ячмінь (згідно з ДСТУ 3769-98) вважається вкрай цінною зерновою культурою в кормовому плані. За винятком невеликої кількості видів тварин (хутрові звірі, кролі), ячмінь включають до складу комбікормів без обмежень, зазвичай у проміжку від 20 до 60%. У комбікормах для годівлі свиней його вміст може складати до 80%, особливо важливий на завершальному етапі годівлі, коли потрібно отримати високоякісне м'ясо та сало. У передстартових і стартових комбікормах ячмінь включають до 60% після відокремлення плівок. У зерні є недостатньо протеїну (60...67%), і його дефіцитний у метіоніні, триптофані, лізині та гістидині. Ячмінь споживається конями і птицею у цілому вигляді, але подрібнений або розмелений вид має вищу перетравність поживних речовин [18].

					КРБ.ТЗіК.1.607-03.2.4			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Ротар В.С.				Будівництво комбікормового заводу продуктивністю 20 т/год в Закарпатській області	Літ.	Лист	Листів
Консультант							27	67
Керівник	Ворона Н.В.					ОНТУ 2024		
Зав. каф.	Макаринська А.В.							

Для поросят-сосунів ячмінь відділяють від плівок і обсмажують, що призводить до приємного аромату, а крохмаль декстринізується. Декстрини легко розчиняються у воді, і, таким чином, розщеплення крохмалю до моносахаридів відбувається з меншими витратами обмінної енергії [18].

Кукурудза (згідно з ДСТУ 13634-90) має високу перетравність та багатий вміст органічних речовин, при цьому вона відзначається високою живильною цінністю, досягаючи 130 к.о. на 100 кг. Ця зернова культура також відзначається хорошими смаковими якостями завдяки своєму високому вмісту жирів. Проте, слід враховувати, що ці жири мають низьку точку плавлення, що може вплинути на якість сала та м'яса свиней, особливо при включенні кукурудзи у фазу заключного періоду відгодівлі. Зазвичай зерно кукурудзи вводять до складу комбікормів для свиней у середньому у пропорціях від 35% до 45% [18].

Для зростаючих відгодовуваних свиней рекомендована норма введення кукурудзи в комбікорми становить 30% до 40%, тоді як для поросят молодшого віку можна включати до 75% цього компонента. Жовті пігменти у кукурудзі надають тушкам бройлерів привабливий вигляд та жовтий колір жовткам яєць [19].

Овес (згідно з ДСТУ 28673-90) є однією з найцінніших зернових культур з високими харчовими та кормовими властивостями. Зерно вівсу володіє великими перевагами як дієтичний корм, сприяючи регулюванню роботи шлунково-кишкового тракту, особливо у молодняка. На відміну від інших зернових, овес, хоча має недостатній вміст протеїну (70% потреби), відзначається високою біологічною цінністю. Зокрема, в ньому міститься підвищений рівень незамінних амінокислот, включаючи лізин. Зерно вівсу містить 8,5% лізину маси білка, тоді як у зерні пшениці цей показник коливається від 0,82% до 1,9%. Овес також багатий жиром (5,8-26,0%), який включає ненасичені жирні кислоти, такі як лінолева, ліноленова та арахідонова.

Завдяки своєму вмісту клітковини, особливо в плівці (30-35%), використання вівсу в комбікормах для свиней і птиці обмежене. Овес набуває великої цінності після відділення плівок і використовується у складі комбікормів та замінників зерна для молодняка. У складі комбікормів овес зазвичай включають у пропорціях від 15% до 40%, а після відділення плівок цей показник ще більше збільшується, особливо при виробництві передстартових і стартових комбікормів [19].

Висівки пшеничні (згідно з ДСТУ 3016-95) є побічним продуктом,

отриманим при сортових і оббивних помелах пшениці. Вони представляють собою оболонкові продукти, які частково містять частинки ендосперму. Особливістю є підвищений вміст сирого протеїну (до 15%) і сирі клітковини (до 9-10%). У 1 кг висівок міститься 0,75 к.о. [18].

Висівки є корисним кормом для різних сільськогосподарських тварин і птиці, мають послаблюючу дію на травлення. У складі комбікормів їх включають від 10% (для кнурів-виробників) до 60% (для корів, вівць, відгодівлі молодняку старшого 6 місяців) у склад БВД (для ВРХ). Для кур-несучок, індичок і качок висівки використовуються у складі комбікормів, замінюючи зернові корми в розмірах 10, 15 і 25% [18].

Соняшникова макуха (згідно з ДСТУ 80-96) і *шрот* (згідно з ДСТУ 11246-96) є продуктами виробництва соняшникової олії. Залежно від якості попереднього очищення насіння, макуха може бути з низьким вмістом лушпиння (близько 4%) і звичайним (до 15,5% лушпиння), а шрот може бути високобілковим (з відділенням основної кількості лушпиння) і звичайним (з частковим видаленням лушпиння) [18].

У складі комбікормів соняшникова макуха і шрот зазвичай становлять від 10 (у більшості рецептів) до 50% (для ставкових риб) [18].

Соева макуха (згідно з ДСТУ 27149-95) і *шрот* (згідно з ДСТУ 12220-96) відзначаються високою біологічною цінністю та входять до кращих білкових кормів, близьких за складом амінокислот до білків тваринного походження. Залишкові жири не лише мають енергетичну цінність, але також містять ненасичені жирні кислоти [18].

У відміну від макухи та шротів, після виробництва через обробку теплом вони не містять антипоживних речовин і можуть бути включені до рецептів для більшості сільськогосподарських тварин без обмежень (не більше 50% для ставкових риб, не більше 10% для кроликів, не більше 20% для птахів) [19].

Кормові дріжджі (згідно з ДСТУ 20083-74) є повноцінним кормом, який містить легко засвоюваний білок, вуглеводи, вітаміни групи В і мікроелементи. Зазвичай вони 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. Дріжджі, які містять живі клітини, не використовуються при виробництві комбікормів через їхню аукогетеротрофію відносно деяких вітамінів, особливо біотину і тіаміну, і можуть викликати розлади шлунково-кишкового тракту тварин [19].

М'ясо-кісткова мука (згідно з ДСТУ 17536-82) отримується з туш тварин,

придатних для використання в промисловості, але не придатних для споживання людьми, а також з відходів, що виникають під час забою тварин на м'ясокомбінатах. Процес включає розварювання, сушіння, подрібнення і просіювання [18].

М'ясо-кісткова мука містить значну кількість сирого протеїну (від 35 до 55%), сирого жиру (14-18%) і сирого золи (17-30%). Вона багата лізином, але не містить достатньо метіоніну і триптофану. М'ясо-кісткову муку найбільш доцільно вводити до складу комбікормів для молодняка свиней, починаючи з 2-3-місячного віку, а також для дорослих тварин і птиці [19].

Сіль кухонна (згідно з ДСТУ 13830-97) - це кристалічний природний хлористий натрій білого кольору. Вона має масову частку хлористого натрію не менше 99,7% та вологи, нерозчинних у воді речовин кальцію, магнію, сульфатів (не більше 6%) [18].

Сіль є обов'язковим компонентом більшості рецептів комбікормів. Допустима вологість солі екстра не повинна перевищувати 0,5%, а для вищого сорту - 0,8%. Перевищення дози солі в комбікормах може призводити до отруєння організму, особливо у птахів і свиней. Введенням кухонної солі оптимізують співвідношення калію і натрію в раціонах тварин, яке повинно становити 3:5:1 [18].

При нестачі натрію та хлору у тварин розвивається лизуха, апетит погіршується, тварини стають похнюпленими, шерсть стає скуйовдженою, очі тьмяніють. Приріст живої маси, молочна продуктивність і жирність молока можуть значно зменшитися. Також можуть виникнути порушення відтворювальних функцій, такі як нерегулярна охота, безпліддя, погана заплідненість [18].

Крейда кормова (CaCO_3): Крейда кормова, за стандартом ДСТУ 21-10-83, представляє собою білий аморфний порошок або грудки різної форми, які є нерозчинними у воді [5]. Цей продукт використовується для балансування раціонів тварин і комбікормів з точки зору вмісту кальцію. У розробці рецептури важливо дотримуватися співвідношення кальцій-фосфор, яке має бути в межах 1,5–2,0:1,0 [20]. Максимальні вміст крейди кормової в складі комбікормів регулюються для різних видів тварин: 2,0 % для більшості сільськогосподарських тварин, 1,0 % для ставкових риб і виробництва БВД, 7,0% для птиці, 5,0% для свиней і 2% для ВРХ [20]. Технологічні лінії на комбікормових підприємствах передбачають подрібнення, сушіння,

просіювання і дозування крейди для виготовлення кормових сумішей [20].

Монокальційфосфат ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$): Монокальційфосфат, згідно з ДСТУ 23999-80, є обезфтореним кормовим фосфатом, який використовується як харчова добавка до раціонів тварин і птиці. Він заповнює брак фосфору і кальцію в раціоні, сприяючи необхідному обміну речовин в організмі тварини і зміцнюючи її імунну та репродуктивну системи [33]. Тварини і птиця, як правило, недоотримують достатньо фосфору, і монокальційфосфат компенсує це нестачу. Вміст фосфору в рослинних кормах не завжди відповідає потребам тварин, та навіть ця кількість засвоюється не повністю. Додавання монокальційфосфату до кормів може сприяти приросту живої маси тварин і птиці на 5–12% [21].

Вапнякова мука (CaCO_3): Вапнякова мука, яка відповідає ДСТУ 26826-86, містить карбонат кальцію, важливий компонент для забезпечення здоров'я домашніх тварин. Цей мінерал впливає на формування кісткової тканини, розвиток, ріст і репродукцію птахів і худоби. Крім того, вапняк запобігає скупченню ліків в організмі та підвищує імунітет сільськогосподарських тварин. Його природність і сорбційні властивості сприяють детоксикації травного тракту, що поліпшує травлення і сприяє зростанню тварин [20]. Кормовий вапняк також використовується в птахівництві для компенсації браку кальцію, забезпечуючи міцність шкаралупи яєць.

Метіонін є важливою амінокислотою, необхідною для росту тіла і волосся, синтезу холіну і кератину, запобігання окисненню білкових речовин, захисту печінки від жирового перешкодження та нейтралізації отруйних речовин [31]. Додавання синтетичного метіоніну, такого як DL-метіонін, до комбікормів дозволяє оптимізувати їхній склад, зменшити використання високобілкової сировини, такої як соєвий шрот, і виключити дорогу рибну муку. Це сприяє економії собівартості комбікормів [19].

Монохлоргідрат лізину (L-лізин монохлоргідрид): Монохлоргідрат лізину — це кристалічний порошок світло-коричневого кольору. Його розчинність у воді становить 500-600 г/л при температурі 25 °C. Цей продукт містить 78,8 % L-лізину, що еквівалентно 94,4 % сирого протеїну [19]. Лізин є незамінною амінокислотою, не синтезується багатоклітинними тваринами, тому він повинен бути надходити з їжею. Лізин входить до складу білків і має позитивний заряд у нейтральних розчинах.

Премікс — це однорідна суміш біологічно активних речовин, таких як

вітаміни, кормові форми мікроелементів, амінокислоти, ферменти та інші препарати, з наповнювачем. Виготовляється за науково обґрунтованими рецептами і використовується для збагачення комбікормів, кормосумішей, білково-вітамінних добавок і інших кормових добавок [22]. Премікси призначені для забезпечення сільськогосподарських тварин і птиці біологічно активними речовинами, необхідними для їхнього росту, підвищення продуктивності і збереження поголів'я [22].

Підвищення концентрації преміксів може призвести до більш інтенсивного руйнування вітамінів при контакті з іншими речовинами в процесі зберігання. Тому важливо дотримуватися науково обґрунтованих норм введення. Роздільне виробництво мінеральних та вітамінних преміксів забезпечує зручність і точність дозування, що важливо при раціональному годуванні тварин.

3.2 Аналіз і обґрунтування схеми технологічного процесу з технічними пропозиціями

Технологія IV-го покоління для виробництва комбікормів представляє сучасний і покращений підхід до процесу виробництва. Основні переваги і особливості цієї технології включають:

1. Зменшення Технічного Обладнання:

Зменшення кількості технологічного і транспортного обладнання призводить до зниження витрат на обслуговування та експлуатацію.

2. Зменшення Ємності і Оперативних Бункерів:

Зменшення кількості оперативних бункерів і ємностей сприяє економії простору та зменшенню інфраструктурних витрат.

3. Зниження Витрат Електроенергії:

Зниження питомих витрат електроенергії на виробництво комбікормів робить процес більш ефективним та економічним.

4. Покращення Якості Комбікормів:

Технологія IV-го покоління дозволяє досягати високої якості комбікормів, забезпечуючи гарантований склад і високу однорідність суміші.

5. Теплова Обробка Сировини:

Використання технологічних процесів теплової обробки сировини сприяє покращенню засвоєння корисних речовин тваринами.

6. Порційна Технологія:

Побудова технологічного процесу за порційною технологією дозволяє

знизити витрати, зробити обладнання більш компактним і простим у використанні.

7. Низькі Витрати на Виробництво:

Більш низькі витрати на виробництво, менша металоємкість та простота обслуговування роблять технологію ефективною і економічно вигідною.

8. Автоматизація Виробництва:

Можливість комплексної і повної автоматизації виробництва робить процес більш ефективним та менше вразливим до помилок.

Незважаючи на ці переваги, важливо враховувати високі вимоги до аспірації транспортного та технологічного обладнання та оперативних ємностей, які можуть бути викликані особливостями технології. Також, надмірна автоматизація може вимагати великої початкової інвестиції.

Технологічною схемою також передбачено можливість виготовлення гранульованих комбікормів і крупки.

Таким чином технологічними лініями комбікормового заводу є:

- лінія лущення зерна ячменю;
- лінія підготовки порції зернової, мучнистої сировини та шротів;
- лінія підготовки порції білкової та мінеральної сировини;
- лінія підготовки порції мікрокомпонентів;
- лінія змішування;
- лінія гранулювання.

Лінія лущення зерна ячменю дозволяє розширити асортимент готової продукції, що особливо важливо при виробництві стартових та передстартових комбікормів для сільськогосподарських тварин та птиці. Плівчасті культури такі, як ячмінь, передбачається очищати в елеваторі, який знаходиться на території заводу і подавати його в склад силосного типу очищеним. Зерно ячменю за допомогою норії НМ-5 №1 (з паспортною продуктивністю 5 т/год) направляється в оперативний бункер №1 (ємністю 4,4 т), а далі на просіювальну машину УЗ-ДМП-10А № 1 (10 т/год). Дрібний ячмінь використовується у складі комбікормів для жуйних тварин. Крупна фракція подається в оперативний бункер №2 (ємністю 6,6 т), а далі очищується від металомагнітних домішок на магнітному сепараторі УЗ-ДКМ-00 № 1 (6 т/год) і подається в спеціальні луцильні машини з циліндровою ситовою обичайкою А1-ЗШН-3 №1 та №2 (3 т/год). Суміш лузги та лущеного ячменю направляються в аспіратор БДЗ-6 №1 (6 т/год) для виділення плівок. Далі лущений ячмінь за допомогою норії НМ-5 №2 (5 т/год) та

скребкових конвеєрів КСТ-200 №1 (5 т/год), №2 (30 т/год) подається в наддозаторний бункер №21.

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-30 (паспортною продуктивністю 30 т/год) №3, НМ-50 (паспортною продуктивністю 50 т/год) №4 і конвеєрів скребкових КСТ-200 №2 (30 т/год) та №3 (50 т/год) вони подаються в наддозаторні бункери №3-20, далі за допомогою гвинтових живильників ПШ-200 №1-19 – в ваги бункерні марки УЗ-ДБДТ-3000 №1 ємністю 3000 кг. Здозована порція за допомогою конвеєра КСТ-200 № 4 (40 т/год) і норії НМ-40 № 5 (40 т/год) подається в оперативний бункер №22 (ємністю 3,1 т), а далі на просіювальну машину УЗ-ДМП-20А № 2 (20 т/год). Дрібна фракція очищується від металоманітних домішок на магнітному сепараторі УЗ-ДКМ-01 № 3 (12 т/год) і надходить в оперативний бункер №23 під дробаркою (3,1 т). Крупна фракція очищується від металоманітних домішок на магнітному сепараторі УЗ-ДКМ-01 № 2 (12 т/год) і подається в порційний вузол подрібнення – молоткову дробарку НМ 700-2D №1 (25 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 V-4000 №2.

Лінія підготовки порції білкової та мінеральної сировини. КПХВ та дріжджі кормові зі складу силосного типу за допомогою скребкових конвеєрів КСТ-200 №5, №7 (10 т/год) та норії НМ-10 №7 (10 т/год) подається в наддозаторні бункери №31 – 36 (ємністю 21,6 т). Мінеральну сировину за допомогою скребкових конвеєрів КСТ-200 №6, №8 (5 т/год) та норії НМ-5 №8 (5 т/год) завантажують у наддозаторні бункери №37-39 (ємністю 25,9 т). Далі за допомогою гвинтових живильників ПШ-200 №20, 21, 24, 25 та роторних живильників Б6-ДПК №22, 23 білкова та мінеральна сировина подається в ваги бункерні ВБ-500 №2 ємністю 500 кг. Компоненти дозуються згідно рецепту і готова порція за допомогою гвинтового конвеєра КВ-160 №2 (5 т/год) подається у головний змішувач періодичної дії V-4000 №2, з ємністю ванни 4000 кг.

Лінія підготовки порції мікрокомпонентів. На лінії передбачено ручне розтарення та завантаження мікрокомпонентів у бункери модуля мікродозування ММД-50-6 ємністю 50 кг. Здозована порція мікрокомпонентів для додаткового змішування подається у лопатевий змішувач періодичної дії СП-100 №1, з

ємністю ванни 60 кг. Підготовлена суміш мікрокомпонентів подається до головного змішувача періодичної дії V-4000 №2.

Лінія змішування. Лінія призначена для змішування здозованих і підготовлених порцій компонентів комбікорму. Порції компонентів надходять до змішувача періодичної дії V-4000 №2, після чого всі 3 порції змішуються протягом 6 хв (повний цикл) та отримують готовий розсипний комбікорм. Одержаний розсипний комбікорм за допомогою конвеєра КСТ-200 №9 (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 поживна цінність комбікормів і ефективність гранулювання.

Розсипний комбікорм подається за допомогою норії НМ-40 № 9 (40 т/год) на магнітні сепаратори УЗ-ДКМ-01 № 4, №5 (12 т/год) для контролю на вміст металомангнітних домішок, далі в оперативні бункери №38, 39 ємністю 17,5 т та у кондиціонер тривалого витримування марки СМ 901/ СМ 30 (30 т/год). Після цього комбікорм подається у прес-гранулятор С 750 (25 т/год), куди додають рідкі компоненти і пар. Гранульований комбікорм подається в охолоджувач з протитечійним потоком повітря ТК-2600 (25 т/год) і у валковий подрібнювач гранул GRM 161 №1 (30 т/год) для отримання крупки. Готова продукція (гранульований комбікорм або крупка) подається за допомогою норії НМ-30 №10 (30 т/год) для контролю крупності готової продукції на просіювальну машину TRZ 1500-2 № 3 (25 т/год), в якій встановлено полотно решітне №30-40 та полотно решітне №10. Прохід нижнього сита, дрібна фракція (20 %), направляється на повторне гранулювання за допомогою норії НМ-40 № 9 на магнітні сепаратори УЗ-ДКМ-01 № 4, №5. Схід з верхнього сита, крупна фракція (10 %), направляється на доподрібнення в охолоджувач з протитечійним потоком повітря ТК-2600. Прохід верхнього та схід з нижнього сита – комбікормова крупка за допомогою норії НМ-20 №11 (20 т/год) та скребкового конвеєру КСТ-200 №10 (40 т/год) подається в склад готової продукції.

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

3.3 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 3.3.1. – 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 – 5 – 1 – 138 для курчат-бройлерів 1 – 3 тижні	№ПКС – 4 – 118 для поросят у віці 42-60 днів при живій масі, 12-20 кг	№ОК – 83 – 102 для баранів-виробників парувального періоду	№ПК – 11 – 2 – 96 для індички середнього типу 9-13 тижнів	№ПК – 32 – 9 для гусят 4 – 8 тижні		
1	2	3	4	5	6	7	8
Ячмінь без плівок	-	15,0	-	-	10,0		
Горох	-	10,0	-	-	-		
Тритикале	2,5	-	25,0	8,5	10,0		
Кукурудза	47,3	25,0	-	38,8	22,0		
Пшениця	-	20,0	16,0	-	20,0		
Соя повножирова	20,0	4,0	-	14,2	-		
<i>Всього зернової сировини</i>	<i>69,8</i>	<i>74,0</i>	<i>41,0</i>	<i>61,5</i>	<i>62,0</i>	<i>74,0</i>	<i>74,0</i>
Макуха соняшникова	7,0	-	-	9,5	-		
Макуха соєва	-	12,8	-	-	-		
Шрот соєвий	4,4	-	0,90	-	11,00		
Шрот соняшниковий	-	-	10,0	9,8	10,00		
<i>Всього шротів і кускової сировини</i>	<i>11,4</i>	<i>12,8</i>	<i>10,9</i>	<i>19,3</i>	<i>21,00</i>	<i>21,00</i>	<i>21,0</i>
Висівки пшеничні	-	4,2	20,0	-	-		
Мучка кормова пшенична	3,2	-	20,0	-	3,2		
<i>Всього мучнистої сировини</i>	<i>3,2</i>	<i>4,2</i>	<i>40,0</i>	<i>-</i>	<i>3,2</i>	<i>40,0</i>	<i>40,0</i>
Максимум I порція	84,4	91,0	91,9	80,8	86,2	91,9	91,9
Мука кісткова знежирена	1,54	-	-	0,70	-		
Мука м'ясна	6,00	-	-	4,50	-		
Мука кров'яна	0,90	-	-	-	-		
Дріжджі кормові	3,00	3,00	5,00	4,70	5,00		
<i>Всього КПХВ</i>	<i>11,44</i>	<i>3,00</i>	<i>5,00</i>	<i>9,90</i>	<i>5,00</i>	<i>11,44</i>	<i>11,4</i>

Продовження табл. 3.3.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Сіль поварена	0,12	0,20	-	0,30	0,30		
Вапнякова мука	1,10	-	-	0,30	-		
Монокальційфосфат	-	1,20	0,10	-	-		
Крейда кормова	-	2,00	-	2,00	1,83		
Сода харчова	-	-	-	0,10	0,10		
Сульфат натрію безводний	-	-	-	0,10	0,01		
Фосфат кормовий знефторений	-	-	2,00	2,00	2,00		
<i>Всього мінеральної сировини</i>	<i>1,22</i>	<i>3,40</i>	<i>2,10</i>	<i>4,8</i>	<i>4,24</i>	<i>4,8</i>	<i>4,8</i>
Максимум II порція	12,66	6,40	7,10	14,7	9,24	14,70	14,7
Монохлоргідрат лізину	0,35	0,10	-	-	0,10		
Сульфат лізину	-	-	-	0,46	-		
DL-метіонін	0,30	-	-	0,11	0,16		
L-треонін	0,08	-	-	-	-		
L-валін	-	-	-	0,03	-		
Премікс	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
<i>Всього мікрокомпонентів</i>	<i>1,73</i>	<i>1,10</i>	<i>1,00</i>	<i>1,60</i>	<i>1,26</i>	<i>1,73</i>	<i>1,70</i>
Максимум III порція	1,73	1,10	1,00	1,60	1,26	1,73	1,70
Олія соняшникова	1,21	1,50	-	2,90	3,30	3,30	3,30

Таблиця 3.3.2 – Опосереднені витрати сировини у відсотках від добової продуктивності підприємства

Сировина	Для виробництва комбікормів, <i>a</i> , %	Перерахунок за рецептами, <i>a</i> , %
Зернова	60	74,0
Мучниста (висівки, мучки)	16	40,0
Шрот	11	21,0
Кормові продукти харчових виробництв (КПХВ), трав'яна мука	8	11,4
Мінеральна	2,5	4,8
Премікси	1	1
М'ясо	2	-
Жир	0,5	3,3
Інші компоненти	визначають завданням	0,4

Розрахунок транспортного обладнання приймання сировини з залізничного та автомобільного транспорту

Розрахункова продуктивність пристрою для приймання зернових видів

**Таблиця 3.3.3 – Опоереднені значення об’ємних мас сировини та
готової продукції**

Сировина, готова продукція	Опоереднені значення об’ємних мас, γс, т/ м³
Зернова	0,65
Мучниста (висівки, мучки)	0,30
Шпроти	0,50
Кормові продукти харчових виробництв (КПХВ), трав’яна мука	0,50
Мінеральна (сіль кухонна кормова, крейда кормова)	1,20
Вапнякова мука	1,40
Премікси (наповнювач – висівки)	0,30
Меляса	1,20
Жир	0,95
Інші компоненти	значення за показниками фізико-хімічних властивостей
Розсипні комбікорми, БВД	0,50
Пресовані комбікорми, БВД (у вигляді гранул, крупки)	0,63

(мучнистої) сировини із залізничного (автомобільного) транспорту, т/добу:

$$G_{np} = \frac{Q_z \times a \times A_n \times K_d}{100 \times 100}, \quad (3.3.1)$$

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

Q_z – продуктивність заводу, т/добу;

a – опосереднені витрати сировини (табл. 3.3.2), %;

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 $K_d = 1,45$.

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

$$G_{ep} = \frac{Q_z \times A_v \times K_d}{100}, \quad (3.3.2)$$

де G_{ep} - 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 $K_d = 1,5$.

Розрахункову продуктивність пристрою для приймання зернових видів сировини, шротів та мучнистої сировини із автомобільного транспорту, розраховують за формулою 3.3.1:

$$G_{\text{пр.з/с}} = \frac{320 \times 74 \times 60 \times 1,45}{100 \times 100} = 206 \text{ (т/добу)}$$

$$G_{\text{пр. м/с}} = \frac{320 \times 40 \times 60 \times 1,45}{100 \times 100} = 111,4 \text{ (т/добу)}$$

$$G_{\text{пр.шпр}} = \frac{320 \times 21 \times 60 \times 1,45}{100 \times 100} = 58,5 \text{ (т/добу)}$$

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

$$q_{\text{год}} = \frac{G_{\text{фп}}}{\tau_{\text{заг}}}, \quad (3.3.3)$$

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

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

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

Продуктивність пристроїв для зернових видів сировини, шротів та мучнистої сировини за годину розраховуємо за формулою 3.3.3:

$$q_{\text{год з/с}} = \frac{206}{16} = 12,9 \text{ (т/год)}$$

$$q_{\text{год м/с}} = \frac{111,4}{16} = 7,0 \text{ (т/год)}$$

$$q_{\text{год шпр}} = \frac{58,5}{16} = 3,7 \text{ (т/год)}$$

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:

$$q_e = \frac{q_{\text{п}} \times \gamma_{\text{с}}}{0,75}, \quad (3.3.4)$$

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 $\gamma_c = 0,75$ т/м³), т/год.

Експлуатаційну продуктивність розраховуємо за формулою (3.3.4):

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

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

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

Фактичні витрати часу на розвантаження сировини, год:

$$\tau_{\phi} = \frac{G_{\text{пф}}}{q_e}, \quad (3.3.5)$$

де τ_{ϕ} - фактичні витрати часу на розвантаження сировини, год;

$G_{\text{пф}}$ - 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 (3.3.5):

$$\tau_{\phi \text{ з/с}} = \frac{206}{26} = 7,9 \text{ (год)}$$

$$\tau_{\phi \text{ м/с}} = \frac{111,4}{12} = 9,3 \text{ (год)}$$

$$\tau_{\phi \text{ шр}} = \frac{58,5}{20} = 2,9 \text{ (год)}$$

Загальний час на розвантаження:

$$\tau_z = 7,9 + 9,3 + 2,9 = 20,1 \text{ (год)}$$

$20,1 < 24$ – 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 (3.3.4):

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

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

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

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 3.3.1:

$$G_{\text{пр.КПХВ}} = \frac{320 \times 11,4 \times 40 \times 1,5}{100 \times 100} = 21,9 \text{ (т/добу)}$$

$$G_{\text{пр.мін.}} = \frac{320 \times 4,8 \times 40 \times 1,5}{100 \times 100} = 9,2 \text{ (т/добу)}$$

$$G_{\text{пр.прем.+БАР.}} = \frac{320 \times 1,4 \times 40 \times 1,5}{100 \times 100} = 2,7 \text{ (т/добу)}$$

Розрахунок ємності вагонів для кожного виду сировини, т:

$$E_{\text{вр}} = \frac{62 \times \gamma_{\text{с}}}{0,75}, \quad (3.3.6)$$

де $E_{\text{вр}}$ - розрахункова ємність вагона для даного виду сировини, т;

62 – ємність одного вагона (в розрахунку для зернової сировини з об'ємною масою $\gamma_{\text{з}} = 0,75 \text{ т/м}^3$, т);

$\gamma_{\text{с}}$ – опосереднене значення об'ємної маси сировини, т/м^3 (табл. 3.3.3).

При надходженні сировини в вагоні-зерновозі для безтарного перевезення приймають ємність одного вагона $E_{\text{в}} = 70 \text{ т}$.

Ємність вагонів для затареної сировини розраховують за формулою 3.3.6:

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

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

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

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

$$N_{\text{р}} = \frac{G_{\text{пр}}}{E_{\text{в}}}, \quad (3.3.7)$$

де $n_{\text{р}}$ – розрахункова кількість вагонів для даного виду сировини, шт.;

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

$E_{\text{в}}$ – ємність одного вагона для даного виду сировини, т.

Кількість вагонів, необхідних для перевезення розрахункового добового надходження затареної сировини розраховують за формулою 3.3.7:

$$n_{p \text{ КПХВ}} = \frac{21,9}{41,3} = 1 \text{ (шт.)}$$

$$n_{p \text{ мин.}} = \frac{9,2}{99,2} = 1 \text{ (шт.)}$$

$$n_{p \text{ прем.+БАР}} = \frac{2,7}{24,8} = 1 \text{ (шт.)}$$

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

$$G_{n\phi} = n_{\phi} \times E_{\phi}, \quad (3.3.8)$$

де $G_{n\phi}$ - фактична продуктивність приймального пристрою, т/добу;

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

E_{ϕ} – ємність вагона для даного виду сировини, т.

Фактичну продуктивність приймальних пристроїв для затареної сировини, яка надходить на підприємство розраховують за формулою 3.3.8:

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

$$G_{n\phi \text{ мин}} = 1 \times 99,2 = 99,2 \text{ (т/добу)}$$

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

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

$$\Sigma G_{n\phi} = \Sigma (G_{n\phi 1} + G_{n\phi 2} + G_{n\phi 3} + G_{n\phi 4}), \quad (3.3.9)$$

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

$G_{n\phi 1}, G_{n\phi 4}$ - фактична продуктивність приймального пристрою для кожного виду сировини, т/добу.

Розрахунок сумарного добового надходження сировини залізничним транспортом розраховують за формулою 3.3.9:

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

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

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

Розрахуємо загальнотривалість розвантаження для всіх вагонів, год:

$$\tau_{заг} = \frac{\Sigma G_{n\phi} \times \tau_{н}}{G_{надх}}, \quad (3.3.10)$$

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

τ_n - нормативний час на обробку однієї подачі вагонів, год.

Нормативний час на обробку однієї подачі вагонів (τ_n) приймаємо:

при розвантаженні $\tau_n = 3$ год 10 хв ($\tau_n = 3,17$ год).

Загальнотривалість розвантаження для всіх вагонів розраховують за формулою 3.3.10:

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

Продуктивність пристроїв для приймання затареної сировини за годину розраховують за формулою 3.3.3:

$$q_{\text{год КПХВ}} = \frac{41,3}{0,9} = 45,9 \text{ (т/добу)}$$

$$q_{\text{год мін.}} = \frac{99,2}{0,9} = 110,2 \text{ (т/добу)}$$

$$q_{\text{год КПХВ}} = \frac{24,8}{0,9} = 27,6 \text{ (т/добу)}$$

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

Продуктивність вагонорозвантажувача для затареної сировини розраховують за формулою 3.3.4:

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

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

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

$$q_{\text{год}} \leq q_e$$

Експлуатаційна фактична продуктивність вагонорозвантажувача, т/год:

$$q_{ef} = \frac{E_B}{\tau_M + \tau_{пз} + \frac{E - E_C}{q_e}}, \quad (3.3.11)$$

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. 3.3.4);

$\tau_{пз}$ – 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.

Таблиця 3.3.4 – 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	Маневрова 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

Приймаємо:

$\tau_{пз} = 0,15$ год;

$\tau_m = 0,033$ год;

$E_c = 0$ т.

Експлуатаційну фактичну продуктивність вагонорозвантажувача для затареної сировини розраховують за формулою 3.3.11:

$$q_{\text{еф КПХВ}} = \frac{41,3}{0,033 + 0,15 + \frac{41,3 - 0}{116,7}} = 76,5 \text{ (т/год)}$$

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

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

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:

$$q_e = \frac{q_n \times \gamma_c \times K_{\text{вт}}}{0,75}, \quad (3.3.12)$$

де q_e – експлуатаційна продуктивність транспортного обладнання для

різних видів сировини, т/год;

q_n – паспортна продуктивність транспортного обладнання, т/год;

$K_{вт}$ – коефіцієнт використання транспортного обладнання (табл. 3.3.5).

Продуктивність конвеєра та норії для затареної сировини розраховують за формулою 3.3.12:

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

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

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

Таблиця 3.3.5 – Коефіцієнти використання транспортного обладнання приймально-відпускних пристроїв

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

Фактичні витрати часу на розвантаження затареної сировини розраховують за формулою 3.3.5:

$$\tau_{ф\text{ КПХВ}} = \frac{21,9}{81,7} = 0,27 \text{ (год)}$$

$$\tau_{ф\text{ мін}} = \frac{9,2}{196} = 0,05 \text{ (год)}$$

$$\tau_{ф\text{ прем.+БАР}} = \frac{2,7}{49} = 0,06 \text{ (год)}$$

$$\tau_{ф} \leq \tau_{фзаг}$$

Розрахункову продуктивність відпускного пристрою для відвантаження на автомобільний транспорт, розраховують за формулою 3.3.2:

$$G_{ер} = \frac{320 \times 60 \times 1,0}{100} = 192 \text{ (т/добу)}$$

Встановлюємо відпускний пристрій з продуктивністю 30 т/год.

$$K_3 = \frac{320}{16 \times 30} = 0,7$$

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

Експлуатаційну продуктивність транспортного обладнання для готової продукції розраховують за формулою (3.3.12):

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

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

Розрахункову продуктивність відпускнуго пристрою для відвантаження на залізничний транспорт, розраховують за формулою 3.3.2.

$$G_{\text{вп}} = \frac{320 \times 40 \times 1,5}{100} = 192 \text{ (т/добу)}$$

Встановлюємо відпускний пристрій з продуктивністю 30 т/год.

$$K_3 = \frac{320}{16 \times 30} = 0,7$$

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

Експлуатаційну продуктивність транспортного обладнання для готової продукції розраховують за формулою (3.3.12):

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

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.

3.4 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. 3.3.1 та 3.3.2.

Тривалість зберігання сировини для комбікормових підприємств, продуктивність яких менше 500 т/добу, наведені в таблиці 3.4.1.

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:

$$K_{\text{сп}} = \frac{Q \times \alpha \times Z_n}{100}, \quad (3.4.1)$$

де Q – проектна продуктивність підприємства, т/добу;

α – опосереднені витрати сировини (табл. 3.3.2), готової продукції $\alpha = 100$,

%;

Таблиця 3.4.1 – Запаси сировини для комбікормових підприємств продуктивністю менше, ніж 500 т/добу

Сировина	Тривалість зберігання, Z_I , 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

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

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

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

$$\text{Зернова сировина} \quad K_{cp_{з/с}} = \frac{320 \times 74 \times 27}{100} = 6393,6 \text{ (т)}$$

$$\text{Мучниста сировина} \quad K_{cp_{м/с}} = \frac{320 \times 40 \times 16}{100} = 2048 \text{ (т)}$$

$$\text{Шроти} \quad K_{cp_{ш}} = \frac{320 \times 21 \times 31}{100} = 2083,2 \text{ (т)}$$

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

$$\text{КПХВ} \quad K_{cp_{КПХВ}} = \frac{320 \times 11,4 \times 27}{100} = 985 \text{ (т)}$$

$$\text{Мінеральна сировина} \quad K_{cp_{мін}} = \frac{320 \times 4,8 \times 43}{100} = 660,5 \text{ (т)}$$

$$\text{Премікс} \quad K_{cp_{пр}} = \frac{320 \times 1 \times 28}{100} = 89,6 \text{ (т)}$$

Олія

$$K_{cp_{ол}} = \frac{320 \times 3,3 \times 28}{100} = 295,7 (m)$$

Інші компоненти

$$K_{cp_{ін}} = \frac{320 \times 0,4 \times 27}{100} = 34,6 (m)$$

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

Готова продукція

$$K_{cp_{гн}} = \frac{320 \times 100 \times 4}{100} = 1280 (m)$$

Приймаємо, що готова продукція буде виготовлятися у кількості 30 % (384 т) – розсипного і 70 % (896 т) – гранульованого комбікорму і крупки. У затареному вигляді 10 % (128 т).

При зберіганні сировини в складі силосного типу визначають загальний об'єм силосів, необхідний для зберігання кожного виду сировини і готової продукції, за формулою, м³:

$$U_p = \frac{K_{cp}}{\gamma \times \eta}, \quad (3.4.2)$$

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

γ – об'ємна маса сировини (табл. 3.3.3), 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 3.4.2:

$$U_{p_{з/с}} = \frac{6393,6}{0,65 \times 0,85} = 11572,1 (m^3)$$

$$U_{p_{м/с}} = \frac{2048}{0,30 \times 0,80} = 8533,3 (m^3)$$

$$U_{p_{и}} = \frac{2083,2}{0,50 \times 0,80} = 5208 (m^3)$$

$$U_{p_{зп}} = \frac{384}{0,50 \times 0,80} = 960 (m^3)$$

$$U_{p_{зпг}} = \frac{896}{0,63 \times 0,85} = 1673,2 (m^3)$$

Розрахункова кількість силосів, шт.:

$$n_p = \frac{U_p}{U_1}, \quad (3.4.3)$$

де U_1 – об’єм одного силоса, м^3 ;

U_p – загальний розрахунковий об’єм силосів, необхідних для зберігання кожного виду сировини, м^3 .

Об’єм одного силоса прямокутної форми перерізу, м^3 :

$$U_1 = a \times b \times h, \quad (3.4.4)$$

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 3.4.4:

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

Тоді, розрахункову кількість силосів визначають за формулою 3.4.3:

$$n_{p_{з/с}} = \frac{11572,1}{216} = 53,6 \text{ (шт.)}$$

$$n_{p_{м/с}} = \frac{8533,3}{216} = 39,5 \text{ (шт.)}$$

$$n_{p_{ш}} = \frac{5208}{216} = 24,1 \text{ (шт.)}$$

$$n_{p_{снр}} = \frac{960}{216} = 4,4 \text{ (шт.)}$$

$$n_{p_{снгр}} = \frac{1673,2}{216} = 7,7 \text{ (шт.)}$$

Загальна кількість силосів по розрахунку складає 117 шт. для зберігання сировини та 12 шт. для зберігання готової продукції.

Приймаємо загальну кількість силосів для зберігання сировини на підприємстві – 120 шт (15×8), тобто приймаємо для зернової сировини – 54 силоси, для мучнистої – 40 силосів, для шротів – 26 силосів, а для готової продукції – 30 шт (5×6), (15 – розсипний комбікорм, 15 – гранульований комбікорм та крупка).

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

$$K_{сф} = n_{ф} \times U_1 \times \gamma_{с} \times \eta, \quad (3.4.5)$$

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

U_1 – об’єм одного силоса для зберігання кожного виду сировини і готової продукції, м^3 ;

γ – об’ємна маса сировини (табл. 3.3.3), т/м^3 ;

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 3.4.5:

$$K_{сф\ з/с} = 54 \times 216 \times 0,65 \times 0,85 = 6444,4 \text{ (т)}$$

$$K_{сф\ м/с} = 40 \times 216 \times 0,3 \times 0,8 = 2073,6 \text{ (т)}$$

$$K_{сф\ ш} = 26 \times 216 \times 0,5 \times 0,8 = 2246,4 \text{ (т)}$$

$$K_{сф\ гпр} = 15 \times 216 \times 0,5 \times 0,8 = 1296 \text{ (т)}$$

$$K_{сфггпр} = 15 \times 216 \times 0,63 \times 0,85 = 1735 \text{ (т)}$$

$$1296 + 1735 = 3031 \text{ (т)}$$

Фактична тривалість зберігання кожного виду сировини, діб:

$$Z_{\phi} = \frac{100 \times K_{сф}}{Q_3 \times a}, \quad (3.4.6)$$

де Z_{ϕ} - фактична тривалість зберігання сировини на підприємстві, діб;

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

Q_3 – продуктивність підприємства, т/добу;

a – опосереднені витрати сировини (табл.3.3.2), готової продукції $a = 100$, %

Фактичну тривалість зберігання кожного виду сировини розраховують за формулою 3.4.6:

$$Z_{\phi\ з/с} = \frac{100 \times 6444,4}{320 \times 74} = 28 \text{ (діб)}$$

$$Z_{\phi\ м/с} = \frac{100 \times 2073,6}{320 \times 40} = 17 \text{ (діб)}$$

$$Z_{\phi\ ш} = \frac{100 \times 2246,4}{320 \times 21} = 34 \text{ (доби)}$$

$$Z_{\phi\ гпр} = \frac{100 \times 1296}{320 \times 30} = 24 \text{ (доби)}$$

$$Z_{\phi\ ггпр} = \frac{100 \times 1735}{320 \times 70} = 14 \text{ (діб)}$$

Розрахункова площа складу підлогового типу для зберігання сировини в тарі, m^2 :

$$F_p = \frac{K_{ср}}{K_m}, \quad (3.4.7)$$

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

K_m - маса сировини, яка розташована на $1m^2$ корисної площі складу, т/ m^2 (приймаємо $K_m=0,8$ - при зберіганні сировини у мішках).

Розрахункову площу складу підлогового типу для зберігання сировини в тарі розраховують за формулою 3.4.7:

$$F_{p_{КПХВ}} = \frac{985}{0,8} = 1231,3 \text{ (м}^2\text{)}$$

$$F_{p_{мін}} = \frac{660,5}{0,8} = 825,6 \text{ (м}^2\text{)}$$

$$F_{p_{пр}} = \frac{89,6}{0,8} = 112 \text{ (м}^2\text{)}$$

$$F_{p_{ін}} = \frac{34,6}{0,8} = 43,3 \text{ (м}^2\text{)}$$

$$F_{p_{зат}} = \frac{128}{0,8} = 160 \text{ (м}^2\text{)}$$

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

$$\sum F_{зр.} = F_{р_{кпхв}} + F_{р_{прем.}} + F_{р_{мін.}} + F_{р_{ін.}} + F_{р_{зп}}, \quad (3.4.8)$$

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

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

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

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

$F_{р_{зп}}$ – розрахункова площа складу для зберігання готової продукції у затареному вигляді, м².

Загальну розрахункову площу складу для зберігання кожного виду сировини визначають за формулою 3.4.8:

$$\sum F_{зр.} = 1231,3 + 112 + 825,6 + 43,3 + 160 = 2372,2 \text{ (м}^2\text{)}$$

Загальна фактична корисна площа складу підлогового типу, м²:

$$\sum F_{заг.ф.кор.} = \sum F_{зр.} - 0,20 \times F_{зр.}, \quad (3.4.9)$$

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

$\sum F_{зр.}$ – 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 3.4.9:

$$\sum F_{заг.ф.кор.} = 2372,2 - 0,20 \times 2372,2 = 1897,8 \text{ (м}^2\text{)}$$

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

За типовим проектом на підприємстві передбачаємо склад підлогового зберігання шириною 18 м і довжиною – 48 м, висотою в два поверхи.

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

$$F_{\phi} = B \times L_{\phi}, \quad (3.4.10)$$

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 3.4.10:

$$F_{\phi} = 18 \times 48 \times 3 = 2592 \text{ (м}^2\text{)}$$

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

$$F_{\phi KПXB} = 1345,5 \text{ (м}^2\text{)}$$

$$F_{\phi \text{мін}} = 902 \text{ (м}^2\text{)}$$

$$F_{\phi \text{ін}} = 47,3 \text{ (м}^2\text{)}$$

$$F_{\phi n} = 122,4 \text{ (м}^2\text{)}$$

$$F_{\phi \text{ГП}} = 174,8 \text{ (м}^2\text{)}$$

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

$$K_{сф} = F_{\phi} \times K_m, \quad (3.4.11)$$

де F_{ϕ} – 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 3.4.11:

$$K_{сф KПXB} = 1345,5 \times 0,8 = 1076,4 \text{ (т)}$$

$$K_{сф \text{мін}} = 902 \times 0,8 = 721,6 \text{ (т)}$$

$$K_{сф n} = 122,4 \times 0,8 = 97,9 \text{ (т)}$$

$$K_{сф \text{ін}} = 47,3 \times 0,8 = 37,8 \text{ (т)}$$

$$K_{сф \text{ГП}} = 174,8 \times 0,8 = 139,8 \text{ (т)}$$

Фактичну тривалість зберігання кожного виду сировини розраховують за формулою 3.4.6:

$$Z_{\phi KПXB} = \frac{100 \times 1076,4}{320 \times 11,4} = 30 \text{ (діб)}$$

$$Z_{\phi_{\min}} = \frac{100 \times 721,6}{320 \times 4,8} = 47 \text{ (діб)}$$

$$Z_{\phi_{\text{пр}}} = \frac{100 \times 97,9}{320 \times 1} = 31 \text{ (доба)}$$

$$Z_{\phi_{\text{ін}}} = \frac{100 \times 37,8}{320 \times 0,4} = 38 \text{ (діб)}$$

$$Z_{\phi_{\text{зпзат}}} = \frac{100 \times 139,8}{320 \times 10} = 5 \text{ (діб)}$$

Дані з визначення фактичної ємності складських приміщень, фактичних запасів сировини, готової продукції на підприємстві вносять в табл. 3.4.2.

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

Таблиця 3.4.2 – Дані розрахунку ємності складів для зберігання сировини, готової продукції

Сировина	Опосереднені витрати сировини, a , %	Запас сировини, Z_n , діб	Об'ємна маса сировини, γ_c , 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	74	27	0,65	0,85	6393,6	6444,4	28
Мучниста	40	16	0,3	0,8	2048	2073,6	17
Шроти	21	31	0,5	0,8	2083,2	2246,4	34
Склад підлогового типу для зберігання сировини							
Кормові продукти харчових виробництв	11,4	27	0,5	0,8	985	1076,4	30
Мінеральна	4,8	43	1,20	0,8	660,5	721,6	47
Інша сировина	0,4	27	1,20	0,8	34,6	37,8	38
Премікси	1	28	0,3	0,8	89,6	97,9	31
Склад силосного типу для зберігання готової продукції							

Продовження табл. 3.4.2

Комбікормова продукція у гранульованому вигляді	70	4	0,63	0,85	896	1735,0	14
Комбікормова продукція у розсипному вигляді	30	4	0,5	0,8	384	1296,0	24
Склад підлогового типу для зберігання готової продукції							
Фасована комбікормова продукція	10	4	0,63	0,85	128	139,8	5

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

3.5 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:

$$q_{\text{л}} = \frac{Q_z}{t}, \quad (3.5.1)$$

де $q_{\text{л}}$ – 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 3.5.1:

$$q_{\text{л}} = \frac{320}{16} = 20 \text{ (т /год)}$$

Розрахункова ємність ванни змішувача, кг:

$$E_p = \frac{q_{\text{л}} \times 1000}{n \times K_{\text{с}}}, \quad (3.5.2)$$

де E_p – розрахункова ємність ванни змішувача, кг;

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

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

n – кількість циклів змішування компонентів продукції за годину:

$$n = \frac{60}{\tau_{\text{ц}}}, \quad (3.5.3)$$

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 3.5.3:

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

Розрахунок ємності ванни змішувача проводять за формулою 3.5.2:

$$E_{p.nopl} = \frac{20 \times 1000}{10 \times 0,9} = 2222,2 \text{ (кг)}$$

Обираємо мультизмішувач з лопатевим перемішуючим пристроєм V-4000 № 2 (виробник «Van Aarsen»), з ємністю ванни 4000 кг, $E_{\phi} = 4000$ кг.

Коефіцієнт завантаження ванни змішувача:

$$K_{3.3M} = \frac{E_{p.3M}}{E_{\phi.3M} \times K_{\phi}}, \quad (3.5.4)$$

де $K_{3.3M}$ – коефіцієнт завантаження змішувача;

$E_{p.3M}$ – розрахункова маса порції компонентів для змішування, кг;

K_{ϕ} – коефіцієнт використання змішувача ($K_{\phi} = 0,9$);

$E_{\phi.3M}$ – фактична ємність змішувача, кг.

Значення коефіцієнта завантаження ванни змішувача повинно бути $0,6 < K_{3.3M} < 0,75$.

Коефіцієнт завантаження змішувача розраховують за формулою 3.5.4:

$$K_{3.д.} = \frac{2222,2}{4000 \times 0,9} = 0,62$$

Розрахунок технологічного обладнання лінії лущення зерна ячменю

Продуктивність лінії лущення зерна ячменю розраховують за формулою, т/год:

$$q_{\text{л}} = \frac{Q_{\text{з}} \times d}{t \times B_{\text{я}}}, \quad (3.5.5)$$

де $q_{\text{л}}$ – продуктивність лінії відділення плівок від зерна ячменю, т/год;

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

t – тривалість роботи лінії, год;

d – масова частка луценого ядра ячменю за рецептом, %;

$B_{\text{я}}$ – вихід луценого ячменю (вихід ядра), $B_{\text{я}} = 80 \%$;

Продуктивність лінії луцання зерна ячменю розраховують за формулою 3.5.5:

$$q_{\text{л}} = \frac{320 \times 15}{16 \times 80} = 3,8 \text{ (т/год)}.$$

Розрахункова кількість просіювальних машин, шт.:

$$n_p = \frac{q_{\text{л}}}{q_{\text{п}} \times K_{\text{в}}}, \quad (3.5.6)$$

де n_p – розрахункова кількість просіювальних машин, шт.;

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

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

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

Кількість просіювальних машин розраховують за формулою 3.5.6:

$$n_p = \frac{3,8}{10 \times 1} = 0,4 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість просіювальних машин 1 шт.

Обираємо просіювальну машину марки УЗ-ДМП-10А №1 (виробник ВАТ «ВНДІ КП»), з паспортною продуктивністю 10 т/год.

Розрахунок коефіцієнта завантаження просіювальної машини:

$$K_{\text{з}} = \frac{q_{\text{л}}}{q_{\text{п}} \times n_{\text{ф}} \times K_{\text{в}}}, \quad (3.5.7)$$

де $K_{\text{з}}$ – коефіцієнт завантаження просіювальної машини;

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

$n_{\text{ф}}$ – фактична кількість просіювальних машин, шт.;

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

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

Коефіцієнт завантаження просіювальної машини розраховуємо за формулою 3.5.7:

$$K_{\text{з}} = \frac{3,8}{10 \times 1 \times 1} = 0,38$$

Продуктивність лінії луцання зерна ячменю після просіювальної машини розраховують за формулою, т/год:

$$q_{\text{л}} = \frac{Q_z \times d}{t \times B_{\text{я}}} \times \frac{100}{100 - A}, \quad (3.5.8)$$

де A – масова частка дрібного зерна у вихідній сировині, приймають $A = 30$ %.

Продуктивність лінії луцення зерна ячменю розраховують за формулою 3.5.8:

$$q_l = \frac{320 \times 15}{16 \times 80} \times \frac{100}{100 - 30} = 5,4 \text{ (т/год)}.$$

Розрахунок кількості магнітних сепараторів, шт.:

$$n_p = \frac{q_l}{q_n \times K_\phi}, \quad (3.5.9)$$

де n_p – розрахункова кількість магнітних сепараторів, шт.;

q_l – продуктивність лінії луцення зерна ячменю, т/год;

q_n – паспортна продуктивність магнітного сепаратора, т/год;

K_ϕ – коефіцієнт використання магнітного сепаратора, ($K_\phi = 1,0$).

Кількість магнітних сепараторів розраховують за формулою 3.5.9:

$$n_p = \frac{5,4}{6 \times 1} = 0,9 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість магнітних сепараторів 1 шт.

Обираємо магнітний сепаратор марки УЗ-ДКМ-00 (виробник ВАТ «ВНДІ КП»), з паспортною продуктивністю 6 т/год.

Розрахунок коефіцієнта завантаження магнітного сепаратора:

$$K_z = \frac{q_l}{q_n \times n_\phi \times K_\phi}, \quad (3.5.10)$$

де K_z – коефіцієнт завантаження магнітного сепаратора;

q_l – продуктивність лінії луцення зерна ячменю, т/год;

n_ϕ – фактична кількість магнітних сепараторів, шт.;

q_n – паспортна продуктивність магнітного сепаратора, т/год;

K_ϕ – коефіцієнт використання магнітного сепаратора, ($K_\phi = 1,0$).

Коефіцієнт завантаження магнітного сепаратора №1 розраховуємо за формулою 3.5.10:

$$K_z = \frac{5,4}{6 \times 1 \times 1} = 0,9.$$

Розрахункова кількість луцильних машин, шт.:

$$n_p = \frac{q_l}{q_n \times K_\phi}, \quad (3.5.11)$$

де n_p – розрахункова кількість луцильних машин, шт.;

q_l – продуктивність лінії луцення зерна ячменю, т/год;

q_n – паспортна продуктивність луцильної машини, т/год;

K_v – коефіцієнт використання луцильної машини, ($K_v = 1,0$).

Кількість луцильних машин розраховують за формулою 3.5.11:

$$n_p = \frac{5,4}{3 \times 1} = 1,8 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість луцильних машин 2 шт.

Обираємо луцильні машини марки А1-ЗШН-З (Дніпропетровський завод «Продмаш»), з паспортною продуктивністю 3 т/год.

Розрахунок коефіцієнта завантаження луцильної машини:

$$K_z = \frac{q_l}{q_n \times n_{\phi} \times K_v}, \quad (3.5.12)$$

де K_z - коефіцієнт завантаження луцильної машини;

q_l – продуктивність лінії луцення зерна ячменю, т/год;

n_{ϕ} – фактична кількість луцильних машин, шт.;

q_n – паспортна продуктивність луцильної машини, т/год;

K_v – коефіцієнт використання луцильної машини, ($K_v = 1,0$).

Коефіцієнт завантаження луцильної машини розраховуємо за формулою 3.5.12:

$$K_z = \frac{5,4}{3 \times 2 \times 1} = 0,9$$

Розрахункова кількість аспіраторів, шт.:

$$n_p = \frac{q_l}{q_n \times K_v}, \quad (3.5.13)$$

де n_p – розрахункова кількість аспіраторів, шт.;

q_l – продуктивність лінії луцення зерна ячменю, т/год;

q_n – паспортна продуктивність аспіратора, т/год;

K_v – коефіцієнт використання аспіратора, ($K_v = 1,0$).

Кількість аспіраторів розраховують за формулою 3.5.13:

$$n_p = \frac{5,4}{6 \times 1} = 0,9 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість аспіраторів 1 шт.

Обираємо аспіратор марки БДЗ-6 (виробник ВАТ «Мельінвест»), з паспортною продуктивністю 6 т/год.

Розрахунок коефіцієнта завантаження аспіратора:

$$K_z = \frac{q_l}{q_n \times n_{\phi} \times K_v}, \quad (3.5.14)$$

де K_z - коефіцієнт завантаження аспіратора;

q_l – продуктивність лінії луцення зерна ячменю, т/год;

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

q_n – паспортна продуктивність аспіратора, т/год;

K_v – коефіцієнт використання аспіратора, ($K_v = 1,0$).

Коефіцієнт завантаження аспіратора розраховуємо за формулою 3.5.14:

$$K_3 = \frac{5,4}{6 \times 1 \times 1} = 0,9$$

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

Для визначення максимальної масової частки проведемо аналіз рецептів комбікормів, табл. 3.5.1.

Таблиця 3.5.1 – 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 $b_1 = b_{пор1}, \%$	білкової та мінеральної сировини, $b_2 = b_{пор2}, \%$	мікрокомпонентів, $b_3 = b_{пор3}, \%$
Рецепт ПК-5-1-138	84,4	12,66	1,73
Рецепт ПКС-4-118	91,0	6,40	1,10
Рецепт ОК-83-102	91,9	7,10	1,00
Рецепт ПК-11-2-96	80,8	14,70	1,60
Рецепт ПК-32-9	86,2	9,24	1,26

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

$$b_{пор1} = b_{трит.} + b_{пшен} + b_{шр.соев.} + b_{шр.сон.} + b_{вис.} + b_{мучк.}, \quad (3.5.15)$$

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

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

$b_{шр.соев.}$ – масова частка шроту соєвого за складом рецепту продукції, %;

$b_{шр.сон.}$ – масова частка шроту соняшникового за складом рецепту продукції, %;

$b_{вис.}$ – масова частка висівок пшеничних за складом рецепту продукції, %;

$b_{мучк.}$ – масова частка мучки кормової пшеничної за складом рецепту продукції, %.

Із складу рецептів приймаємо $b_{трит.} = 25,0\%$, $b_{пшен.} = 16,0\%$, $b_{шр.соев.} = 0,9\%$, $b_{шр.сон.} = 10,0\%$, $b_{вис.} = 20,0\%$, $b_{мучк.} = 20,0\%$.

Масову частку порції розраховуємо за формулою 3.5.15:

$$b_{\text{пор1}} = 25,0 + 16,0 + 0,9 + 10,0 + 20,0 + 20,0 = 91,9 \%$$

Продуктивність лінії підготовки порції сировини, т/год:

$$q_{\text{лн1}} = \frac{Q_z \times b_{\text{пор}}}{t \times 100}, \quad (3.5.16)$$

де $q_{\text{лн1}}$ – 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 підготовки порції розраховуємо за формулою 3.5.16:

$$q_{\text{лн1}} = \frac{320 \times 91,9}{16 \times 100} = 18,4 \text{ (т/год)}$$

Розрахунок маси порції сировини, кг:

$$M_n = E_{p.\text{пор}} = \frac{q_{\text{л}} \times 1000}{n \times K_{\text{в}}}, \quad (3.5.17)$$

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

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

n – кількість циклів.

Масу порції зернової, мучнистої сировини та шротів розраховуємо за формулою 3.5.17:

$$M_{\text{н1}} = E_{p.\text{пор1}} = \frac{18,4 \times 1000}{10 \times 0,9} = 2044,4 \text{ (кг)}$$

Розрахунок ємності дозатора, кг:

$$E_{p.\text{д.}} = \frac{q_{\text{л}} \times 1000}{n \times K_{\text{в}}}, \quad (3.5.18)$$

де $E_{p.}$ – розрахункова ємність дозатора, кг;

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

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

n – кількість циклів.

Ємність дозатора розраховують за формулою 3.5.18:

$$E_{p.\text{д.}} = \frac{18,4 \times 1000}{10 \times 0,9} = 2044,4 \text{ (кг)}$$

Обираємо ваги бункерні УЗ-ДБДТ-3000 №1 (виробник ВАТ «ВНДІ КП»), з ємністю 3000 кг, $E_{\text{ф}} = 3000$ кг.

Коефіцієнт завантаження ваг бункерних:

$$K_{з.\text{д.}} = \frac{E_{p.\text{д.}}}{E_{\text{ф.д.}} \times K_{\text{в}}}, \quad (3.5.19)$$

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

$E_{р.д.}$ – розрахункова маса порції компонентів для дозатора, кг;

K_v - коефіцієнт використання дозатора ($K_v = 0,9$);

$E_{ф.зм.}$ – фактична ємність дозатора, кг.

Коефіцієнт завантаження дозатора розраховують за формулою 3.5.19:

$$K_{з.д.} = \frac{2044,4}{3000 \times 0,9} = 0,76$$

Кількість просіювальних машин розраховують за формулою 3.5.6:

$$n_p = \frac{18,4}{20 \times 1} = 0,9 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість просіювальних машин 1 шт.

Обираємо просіювальну машину марки УЗ-ДМП-20А №2 (виробник ВАТ «ВНДІ КП»), з паспортною продуктивністю 20 т/год.

Коефіцієнт завантаження просіювальної машини розраховуємо за формулою 3.5.7:

$$K_3 = \frac{18,4}{20 \times 1 \times 1} = 0,92$$

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

$$q_m = q_l \times \frac{b_{\phi}}{100}, \quad (3.5.20)$$

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 3.5.20:

$$q_m = 0,6 \times 18,4 = 11 \text{ (т/год)}$$

Кількість магнітних сепараторів (крупна фракція) розраховують за формулою 3.5.9:

$$n_p = \frac{11}{12 \times 1} = 0,9 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість магнітних сепараторів 1 шт.

Обираємо магнітний сепаратор марки УЗ-ДКМ-01 (виробник ВАТ «ВНДІ

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

Коефіцієнт завантаження магнітного сепаратора №2 (крупна фракція) розраховуємо за формулою 3.5.10:

$$K_3 = \frac{11}{12 \times 1 \times 1} = 0,92.$$

Розрахунок кількості молоткових дробарок, шт.:

$$n_p = \frac{q_m}{q_{\Pi} \times K_{\text{в}}}, \quad (3.5.21)$$

де n_p – розрахункова кількість молоткових дробарок, шт.;

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

q_{Π} – паспортна продуктивність молоткової дробарки, т/год;

$K_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання молоткової дробарки, ($K_{\text{в}} = 0,7$).

Кількість молоткових дробарок розраховують за формулою 3.5.21:

$$n_p = \frac{11}{25 \times 0,7} = 0,6 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість молоткових дробарок 1 шт.

Обираємо молоткову дробарку марки НМ 700-2D (виробник «Van Aarsen»), з паспортною продуктивністю 25 т/год.

Розрахунок коефіцієнта завантаження молоткової дробарки:

$$K_3 = \frac{q_m}{q_{\Pi} \times n_{\text{ф}} \times K_{\text{в}}}, \quad (3.5.22)$$

де K_3 – коефіцієнт завантаження молоткової дробарки;

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

$n_{\text{ф}}$ – фактична кількість молоткових дробарок, шт.;

q_{Π} – паспортна продуктивність молоткової дробарки, т/год;

$K_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання молоткової дробарки, ($K_{\text{в}} = 0,7$).

Коефіцієнт завантаження молоткової дробарки розраховуємо за формулою 3.5.22:

$$K_3 = \frac{11}{25 \times 1 \times 0,7} = 0,63$$

Продуктивність лінії після просіювання (дрібна фракція) продукту розраховують за формулою 3.5.20.

$$q_m = 0,4 \times 18,4 = 7,4 \text{ (т/год)}$$

Кількість магнітних сепараторів (дрібна фракція) розраховують за формулою 3.5.9:

$$n_p = \frac{7,4}{12 \times 1} = 0,6 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість магнітних сепараторів 1 шт.

Обираємо магнітний сепаратор марки УЗ-ДКМ-01 (виробник ВАТ «ВНДІ КП»), з паспортною продуктивністю 12 т/год.

Коефіцієнт завантаження магнітного сепаратора №3 (дрібна фракція) розраховуємо за формулою 3.5.10:

$$K_3 = \frac{7,4}{12 \times 1 \times 1} = 0,62.$$

Розрахунок технологічного обладнання лінії підготовки порції білкової та мінеральної сировини

Розрахунок масової частки порції білкової та мінеральної сировини, %:

$$b_{пор2} = b_{кістк.м.} + b_{м'яс.м.} + b_{дріждж.} + b_{крейд.} + b_{сіль} + b_{вап} + b_{сод.} + b_{сульф.} + b_{фосф.}, \quad (3.5.23)$$

де $b_{кістк.м.}$ – масова частка кісткової муки за складом рецепту комбікормової продукції, %;

$b_{м'яс.м.}$ – масова частка м'ясної муки за складом рецепту комбікормової продукції, %;

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

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

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

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

$b_{сод.}$ – масова частка соди за складом рецепту комбікормової продукції, %;

$b_{сульф.}$ – масова частка сульфату натрію безводного за складом рецепту комбікормової продукції, %;

$b_{фосф.}$ – масова частка фосфату знефтореного за складом рецепту комбікормової продукції, %.

Із складу рецептів приймаємо $b_{кістк.м.} = 0,70\%$, $b_{м'яс.м.} = 4,50\%$, $b_{дріждж.} = 4,70\%$, $b_{крейд.} = 2,00\%$, $b_{сіль} = 0,30\%$, $b_{вап} = 0,30\%$, $b_{сод.} = 0,10\%$, $b_{сульф.} = 0,10\%$, $b_{фосф.} = 2,00\%$.

Масову частку порції розраховуємо за формулою 3.5.23:

$$b_{пор2} = 0,70 + 4,50 + 4,70 + 2,00 + 0,30 + 0,30 + 0,10 + 0,10 + 2,00 = 14,7 \%$$

Продуктивність лінії підготовки порції розраховуємо за формулою 3.5.18:

$$q_{л2} = \frac{320 \times 14,7}{16 \times 100} = 2,9 \text{ (т/год)}$$

Масу порції розраховуємо за формулою 3.5.17:

$$M_{п2} = E_{р.пор2} = \frac{2,9 \times 1000}{10 \times 0,9} = 322,2 \text{ (кг)}$$

Ємність дозатора розраховують за формулою 3.5.18:

$$E_{р.д.} = \frac{2,9 \times 1000}{10 \times 0,9} = 322,2 \text{ (кг)}$$

Обираємо ваги бункерні ВБ-500 №2 (виробник ЗАТ «Технекс»), з ємністю 500 кг, $E_{\phi} = 500$ кг.

Коефіцієнт завантаження дозатора розраховують за формулою 3.5.19:

$$K_{з.д.} = \frac{311,1}{500 \times 0,9} = 0,69$$

Розрахунок технологічного обладнання лінії підготовки порції мікрокомпонентів

Розрахунок масової частки порції мікрокомпонентів, %:

$$b_{пор3} = b_{монохл.ліз.} + b_{мет.} + b_{треон.} + b_{пр.}, \quad (3.5.24)$$

де $b_{монохл.ліз.}$ – масова частка монохлоргідрат лізину за складом рецепту комбікормової продукції, %;

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

$b_{треон.}$ – масова частка треоніну за складом рецепту продукції, %;

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

Із складу рецептів приймаємо $b_{сул.ліз.} = 0,28\%$, $b_{мет} = 0,08\%$, $b_{пр} = 1\%$.

Масову частку порції розраховуємо за формулою 3.5.24:

$$b_{пор3} = 0,35 + 0,30 + 0,08 + 1 = 1,36 = 1,7\%.$$

Продуктивність лінії підготовки порції розраховуємо за формулою 3.5.16:

$$q_{л3} = \frac{320 \times 1,7}{16 \times 100} = 0,34 \text{ (т/год)}$$

Масу порції розраховуємо за формулою 3.5.17:

$$M_{п3} = E_{р.пор3} = \frac{0,34 \times 1000}{10 \times 0,9} = 37,8 \text{ (кг)}$$

Ємність дозатора розраховують за формулою 3.5.18:

$$E_{р.д.} = \frac{0,34 \times 1000}{10 \times 0,9} = 37,8 \text{ (кг)}$$

Обираємо модуль мікродозування ММД-50-6 (виробник ЗАТ «Технекс»), з ємністю 50 кг, $E_{\phi} = 50$ кг.

Коефіцієнт завантаження дозатора розраховують за формулою 3.5.19:

$$K_{з.д.} = \frac{37,8}{50 \times 0,9} = 0,84$$

При розміщенні одного змішувача періодичної дії на лінії дозування і змішування тривалість циклу змішування компонентів дорівнює $\tau_{\text{ц}} = 6$ хв

$$(\tau_{\text{зав}} = 1 \text{ хв}, \tau_{\text{роз}} = 1 \text{ хв}, \tau_{\text{зм}} = 4 \text{ хв})$$

Кількість циклів змішування за годину розраховують за формулою 3.5.3:

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

Розрахунок ємності ванни змішувача розраховують за формулою 3.5.2:

$$E_p = \frac{0,34 \times 1000}{10 \times 0,9} = 37,8 \text{ (кг)}$$

Обираємо змішувач періодичної дії СП-100 №1 (виробник ЗАТ «Технекс»), з ємністю ванни 60 кг, $E_{\text{ф}} = 60$ кг.

Коефіцієнт завантаження змішувача розраховують за формулою 3.5.4:

$$K_{з.зм.} = \frac{37,8}{60 \times 0,9} = 0,7$$

Розрахунок технологічного обладнання лінії гранулювання

Згідно завданню на кваліфікаційну роботу готова продукція виготовляється у кількості 70 % у гранульованому вигляді, тобто $b = 70$ %.

Продуктивність лінії гранулювання, т/год:

$$q_{\text{л}} = \frac{Q_{\text{з}} \times b}{100 \times t}, \quad (3.5.25)$$

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

$Q_{\text{з}}$ – продуктивність заводу, т/добу;

b – максимальна масова частка розсипного комбікорму, що направляється на гранулювання, $b = 70\%$;

t – тривалість роботи лінії, год.

Продуктивність лінії гранулювання розраховують за формулою 3.5.25:

$$q_{\text{л}} = \frac{320 \times 70}{100 \times 16} = 14 \text{ (т/год)}$$

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

$$q_{\text{м}} = q_{\text{л}} + q_{\text{л}} \times \frac{b_{\text{ф}}}{100}, \quad (3.5.26)$$

де $q_{\text{м}}$ – продуктивність технологічної лінії гранулювання з додатковою обробкою масової частки (сходової, проходової) фракції продукту, т/год;

$q_{\text{л}}$ – 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 3.5.26:

$$q_m = 1,2 \times 14 = 16,8 \text{ (т/год)}$$

Кількість магнітних сепараторів розраховують за формулою 3.5.9:

$$n_p = \frac{16,8}{12 \times 1} = 1,4 \text{ (шт.)}$$

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-01 №4, №5 розраховуємо за формулою 3.5.9:

$$K_3 = \frac{16,8}{12 \times 2 \times 1} = 0,7.$$

Розрахункова кількість кондиціонерів, шт.:

$$n_p = \frac{q_m}{q_{\Pi} \times K_3}, \quad (3.5.27)$$

де n_p – розрахункова кількість кондиціонерів, шт.;

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

q_{Π} – паспортна продуктивність кондиціонера, т/год;

K_3 – коефіцієнт використання кондиціонера, ($K_3 = 0,8$).

Кількість кондиціонерів розраховують за формулою 3.5.27:

$$n_p = \frac{16,8}{30 \times 0,8} = 0,7 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість кондиціонерів 1 шт.

Обираємо кондиціонер тривалого витримування марки СМ 901/ СМ 30 (виробник «Andritz Sprout»), з паспортною продуктивністю 30 т/год.

Розрахунок коефіцієнта завантаження кондиціонера:

$$K_3 = \frac{q_m}{q_{\Pi} \times n_{\phi} \times K_3}, \quad (3.5.28)$$

де K_3 – коефіцієнт завантаження кондиціонера;

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

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

q_n – паспортна продуктивність кондиціонера, т/год;

K_6 – коефіцієнт використання кондиціонера, ($K_6 = 0,8$).

Коефіцієнт завантаження кондиціонера розраховуємо за формулою 3.5.28:

$$K_3 = \frac{16,8}{30 \times 1 \times 0,8} = 0,70.$$

Розрахункова кількість прес-грануляторів, шт.:

$$n_p = \frac{q_m}{q_n \times K_6}, \quad (3.5.29)$$

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_6 – коефіцієнт використання прес-гранулятора, ($K_6 = 0,8$).

Кількість прес-грануляторів розраховують за формулою 3.5.29:

$$n_p = \frac{16,8}{25 \times 0,8} = 0,8 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість прес-грануляторів 1 шт.

Обираємо прес-гранулятор марки С 750 (виробник «Van Aarsen»), з паспортною продуктивністю 25 т/год.

Розрахунок коефіцієнта завантаження прес-гранулятора:

$$K_3 = \frac{q_m}{q_n \times n_p \times K_6}, \quad (3.5.30)$$

де K_3 – коефіцієнт завантаження прес-гранулятора;

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

n_p – 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 3.5.30.

$$K_3 = \frac{16,8}{25 \times 1 \times 0,8} = 0,84.$$

Враховуючи 10% повернення на доподрібнення після контролю крупності крупки, розраховуємо продуктивність вузла охолодження та подрібнення гранул за формулою 3.5.26:

$$q_m = 1,1 \times 16,8 = 18,5 \text{ (т/год)}$$

Розрахункова кількість охолоджувальних колонок, шт.:

$$n_p = \frac{q_m}{q_{\pi} \times K_{\text{в}}}, \quad (3.5.31)$$

де n_p – розрахункова кількість охолоджувальних колонок, шт.;

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

q_n – паспортна продуктивність охолоджувальної колонки, т/год;

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

Кількість охолоджувальних колонок розраховують за формулою 3.5.31:

$$n_p = \frac{18,5}{25 \times 1} = 0,7 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість охолоджувальних колонок 1 шт.

Обираємо охолоджувач з протитечієм потоком повітря ТК-2600 (виробник «Van Aarsen»), з паспортною продуктивністю 25 т/год.

Розрахунок коефіцієнта завантаження охолоджувача:

$$K_{\text{з}} = \frac{q_m}{q_{\pi} \times n_{\phi} \times K_{\text{в}}}, \quad (3.5.32)$$

де $K_{\text{з}}$ – коефіцієнт завантаження охолоджувача;

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

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

q_n – паспортна продуктивність охолоджувача, т/год;

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

Коефіцієнт завантаження охолоджувача розраховуємо за формулою 3.5.32:

$$K_{\text{з}} = \frac{18,5}{25 \times 1 \times 1} = 0,74.$$

Розрахунок кількості подрібнювачів гранул, шт.:

$$n_p = \frac{q_{\text{л}}}{q_{\pi} \times K_{\text{в}}}, \quad (3.5.33)$$

де n_p – розрахункова кількість подрібнювачів, шт.;

$q_{\text{л}}$ – продуктивність технологічної лінії гранулювання після просіювання продукту, т/год;

q_n – паспортна продуктивність подрібнювача, т/год;

$K_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання подрібнювача, ($K_{\text{в}} = 0,7$).

Кількість подрібнювачів розраховують за формулою 3.5.33:

$$n_p = \frac{18,5}{30 \times 0,7} = 0,9 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість подрібнювачів 1 шт.

Обираємо валковий подрібнювач марки GM 161 №1 (виробник «Andritz Sprout»), з паспортною продуктивністю 30 т/год.

Розрахунок коефіцієнта завантаження подрібнювача:

$$K_3 = \frac{q_{\text{л}}}{q_{\text{п}} \times n_{\text{ф}} \times K_{\text{в}}}, \quad (3.5.34)$$

де K_3 - коефіцієнт завантаження подрібнювача;

$q_{\text{л}}$ – продуктивність технологічної лінії гранулювання після просіювання продукту, т/год;

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

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

$K_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання подрібнювача, ($K_{\text{в}} = 0,7$).

Коефіцієнт завантаження подрібнювача розраховуємо за формулою 3.5.34:

$$K_3 = \frac{18,5}{30 \times 1 \times 0,7} = 0,88.$$

Кількість обладнання для контролю крупки розраховують за формулою 3.5.6:

$$n_p = \frac{18,5}{25 \times 1} = 0,7 (\text{шт.})$$

Приймаємо кількість просіювачів 1 шт.

Обираємо просіювальну машину марки TRZ 1500-2 №2 (виробник «Van Aarsen»), з паспортною продуктивністю 25 т/год.

Коефіцієнт завантаження просіювальної машини №2 розраховуємо за формулою 3.5.11:

$$K_3 = \frac{18,5}{25 \times 1 \times 1} = 0,74.$$

Таблиця 3.5.2 - Дані розрахунку технологічного обладнання

Назва обладнання, машини, номер	Марка обладнання, машини	Кількість, n_{ϕ} , шт.	Продуктивність		Коефіцієнт використання машини, K_{ϵ}	Коефіцієнт завантаження машини, K_3
			Паспортна, q_n , т/год	Експлуатаційна, q_{ϵ} , т/год		
Лінія лущення зерна ячменю						
Просіювальна машина №1	УЗ-ДМП-10А	1	10	10	1	0,38
Магнітний сепаратор №1	УЗ-ДКМ-00	1	6	6	1	0,90
Луцильні машини №1, №2	А1-ЗШН-3	2	3	3	1	0,90
КРБ.ТЗіК.1.607-03.2.4						Арк. 69

Продовження табл. 3.5.2

Аспіратор №1	БДЗ-6	1	6	6	1	0,90
Лінія підготовки порції зернової, мучнистої сировини та шротів						
Ваги порційні тензометричні №1	УЗ-ДБДТ-3000	1	3	2,7	0,9	0,76
Просіювальна машина №2	УЗ-ДМП-20А	1	20	20	1	0,92
Магнітний сепаратор №2	УЗ-ДКМ-01	1	12	12	1	0,92
Молоткова дробарка	НМ 700-2D	1	25	17,5	0,7	0,63
Магнітний сепаратор №3	УЗ-ДКМ-01	1	12	12	1	0,62
Лінія підготовки порції білкової та мінеральної сировини						
Ваги бункерні №2	ВБ-500	1	0,5	0,45	0,9	0,69
Лінія підготовки порції мікрокомпонентів						
Модуль мікродозування	ММД-50-6	1	0,05	0,045	0,9	0,84
Змішувач період. дії №1	СП-100	1	0,06	0,054	0,9	0,70
Лінія змішування						
Змішувач періодичної дії №2	V-4000	1	4	3,6	0,9	0,62
Лінія гранулювання						
Магнітні сепаратори №4, №5	УЗ-ДКМ-01	2	12	12	1	0,70
Кондиціонер тривалого витримування	СМ 901/СМ 30	1	30	24	0,8	0,70
Прес-гранулятор	С 750	1	25	20	0,8	0,84
Охолоджувач з протитечі-ним потоком повітря	ТК-2600	1	25	25	1	0,74
Подрібнювач валковий	GM 161	1	30	21	0,7	0,88
Просію-вальна машина №3	TRZ 1500-2	1	25	25	1	0,74

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

3.6 Розрахунок ємності оперативних бункерів

Для забезпечення роботи комбікормового 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:

$$E_{p.доз} = \frac{Q_z \times a \times \tau}{t \times 100}, \quad (3.6.1)$$

де Q_z - продуктивність підприємства, т/добу;

a - опосереднені витрати сировини (табл. 3.3.2), 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:

$$E_{pm} = q_m \times \tau, \quad (3.6.2)$$

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:

$$V_{\delta} = \frac{E_{pm}}{\gamma \times \eta}, \quad (3.6.3)$$

де V_{δ} – ємність бункера, м³;

E_p – ємність оперативного бункера, т;

γ – об'ємна маса сировини (табл.3.3.3), 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:

$$V_1 = a \times b \times h, \quad (3.6.4)$$

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

Розрахункова кількість бункерів, шт:

$$n_6 = \frac{V_6}{V_1}, \quad (3.6.5)$$

Фактична ємність бункерів, E_ϕ , т:

$$E_\phi = n_\phi \times V_1 \times \gamma \times \eta, \quad (3.6.6)$$

де E_ϕ - фактична ємність бункерів, т;

n_ϕ – фактична кількість бункерів, шт.;

γ – об'ємна маса сировини (табл.3.3.3), т/м³;

η – коефіцієнт використання об'єму бункера.

Фактична тривалість зберігання сировини в оперативних бункерах, год:

$$\tau_\phi = \frac{E_\phi}{q_\text{л}}, \quad (3.6.7)$$

Фактична тривалість зберігання сировини в наддозаторних бункерах, год:

$$\tau_\phi = \frac{100 \times E_\phi \times t}{Q_3 \times a}, \quad (3.6.8)$$

Лінія лущення зерна ячменю

Встановлюємо оперативний бункер №1 над просіювальною машиною УЗ-ДМП-10А №1, оперативний бункер №2 над магнітним сепаратором УЗ-ДКМ-00 №1.

Розрахунок маси зерна ячменю, яку розміщують в оперативному бункері над просіювальною машиною УЗ-ДМП-10А №1, проводять за формулою 3.6.2:

$$E_p = 3,8 \times 1 = 3,8 \text{ (т)}$$

Об'єм бункера для зерна ячменю розраховують за формулою 3.6.3:

$$V_6 = \frac{3,8}{0,65 \times 0,85} = 6,9 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розміри бункера в плані приймаємо $a = 2$ м, $b = 2$ м, $h = 2$ м.

Об'єм одного бункера для зерна ячменю розраховують за формулою 3.6.4:

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

Кількість бункерів розраховують за формулою 3.6.5:

$$n_6 = \frac{6,9}{8} = 0,9 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо 1 бункер над просіювальною машиною УЗ-ДМП-10А №1.

Розраховуємо фактичну ємність бункера над просіювальною машиною УЗ-

ДМП-10А №1 за формулою 3.6.6:

$$E_{\phi} = 1 \times 8 \times 0,65 \times 0,85 = 4,42 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання сировини в оперативних бункерах за формулою 3.6.7:

$$\tau_{\phi} = \frac{4,42}{3,8} = 1,2 \text{ (год)}$$

Розрахунок маси зерна ячменю, яку розміщують в оперативному бункері №2 над магнітним сепаратором УЗ-ДКМ-00 №1, проводять за формулою 3.6.2:

$$E_p = 5,4 \times 1 = 5,4 \text{ (т)}$$

Об'єм бункера для зерна ячменю розраховують за формулою 3.6.3:

$$V_6 = \frac{5,4}{0,65 \times 0,85} = 9,8 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розміри бункера в плані приймаємо $a = 2 \text{ м}$, $b = 2 \text{ м}$, $h = 3 \text{ м}$.

Об'єм одного бункера для зерна ячменю розраховують за формулою 3.6.4:

$$V_1 = 2 \times 2 \times 3 = 12 \text{ (м}^3\text{)}$$

Кількість бункерів розраховують за формулою 3.6.5:

$$n_6 = \frac{9,8}{12} = 0,8 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо 1 бункер над магнітним сепаратором УЗ-ДКМ-00 №1.

Розраховуємо фактичну ємність бункера над магнітним сепаратором УЗ-ДКМ-00 №1 за формулою 3.6.6:

$$E_{\phi} = 1 \times 12 \times 0,65 \times 0,85 = 6,63 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання сировини в оперативних бункерах за формулою 3.6.7:

$$\tau_{\phi} = \frac{6,63}{5,4} = 1,2 \text{ (год)}$$

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 3.6.1:

$$E_{p.доз} = \frac{320 \times 74 \times 8}{16 \times 100} = 118,4 \text{ (т) (зернова сировина)}$$

$$E_{p.доз} = \frac{320 \times 21 \times 8}{16 \times 100} = 33,6 \text{ (т) (шроти)}$$

$$E_{p.доз} = \frac{320 \times 40 \times 8}{16 \times 100} = 64 \text{ (т) (мучниста сировина)}$$

Об'єм бункерів розраховуємо за формулою 3.6.3:

$$V_{\phi} = \frac{118,4}{0,65 \times 0,85} = 214,3 \text{ (м}^3\text{)} \text{ (зернова сировина)}$$

$$V_{\phi} = \frac{33,6}{0,5 \times 0,80} = 84 \text{ (м}^3\text{)} \text{ (шроти)}$$

$$V_{\phi} = \frac{64}{0,3 \times 0,80} = 266,7 \text{ (м}^3\text{)} \text{ (мучниста сировина)}$$

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

Об'єм одного бункера розраховуємо за формулою 3.6.4:

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

Розрахункову кількість бункерів розраховуємо за формулою 3.6.5:

$$n_{\phi} = \frac{214,3}{32} = 7 \text{ (шт)} \text{ (зернова сировина)}$$

$$n_{\phi} = \frac{84}{32} = 3 \text{ (шт)} \text{ (шроти)}$$

$$n_{\phi} = \frac{266,7}{32} = 9 \text{ (шт)} \text{ (мучниста сировина)}$$

Приймаємо 7 бункерів для зернової сировини (2 – ячмінь без плівок, 1 – кукурудза, 1 – соя повножирова, 1 – пшениця, 1 – горох, 1 – тритикале), 3 бункери для шротів та макух, 9 бункерів для мучнистої сировини.

Фактичну ємність бункерів розраховуємо за формулою 3.6.6:

$$E_{\phi} = 32 \times 7 \times 0,65 \times 0,85 = 123,8 \text{ (т)} \text{ (зернова сировина)}$$

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

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

Фактичну тривалість зберігання сировини в наддозаторних бункерах розраховуємо за формулою 3.6.8:

$$\tau_{\phi} = \frac{100 \times 123,8 \times 16}{320 \times 74} = 8,4 \text{ (год)} \text{ (зернова сировина)}$$

$$\tau_{\phi} = \frac{100 \times 38,4 \times 16}{320 \times 21} = 9,1 \text{ (год)} \text{ (шроти)}$$

$$\tau_{\phi} = \frac{100 \times 69,1 \times 16}{320 \times 40} = 8,6 \text{ (год)} \text{ (мучниста сировина)}$$

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

Встановлюємо оперативний бункер №22 над просіювальною машиною УЗ-ДМП-20А, оперативний бункер №23 під дробаркою НМ 700-2D.

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:

$$\gamma = 0,65 \times 0,45 + 0,5 \times 0,12 + 0,3 \times 0,43 = 0,48 \text{ (т/м}^3\text{)}$$

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:

$$\eta = 0,85 \times 0,45 + 0,8 \times (0,12 + 0,43) = 0,8$$

Маса сировини, яку розміщують в оперативному бункері №22 над просіювальною машиною УЗ-ДМП-20А та оперативному бункері №23 під дробаркою НМ 700-2D, дорівнює масі зваженої порції або вантажопідємності вагів порційних тензометричних УЗ-ДБДТ-3000 №1, $E_{p.пор.1} = 3.0 \text{ т}$

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 3.6.4:

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

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

Фактичну ємність бункерів розраховуємо за формулою 3.6.6:

$$E_{\phi} = 8 \times 1 \times 0,48 \times 0,8 = 3,1 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання зернової, мучнистої сировини та шротів в оперативному бункері над просіювальною машиною та під дробаркою за формулою 3.6.7:

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

Лінія підготовки порції мікрокомпонентів

Встановлюємо оперативний бункер №30 під змішувачем марки СП-100 ємністю на одну порцію $E_{порц.} = 0,06 \text{ т}$.

Лінія підготовки порції білкової та мінеральної сировини

Наддозаторні бункери лінії підготовки порції білкової та мінеральної сировини

Масу білкової та мінеральної сировини в наддозаторних бункерах розраховуємо за формулою 3.6.1:

$$E_{p.доz} = \frac{320 \times 11,4 \times 8}{16 \times 100} = 18,2 \text{ (т) (білкова сировина)}$$

$$E_{p.доз} = \frac{320 \times 4,8 \times 8}{16 \times 100} = 7,7 \text{ (т) (мінеральна сировина)}$$

Об'єм бункерів розраховуємо за формулою 3.6.3:

$$V_6 = \frac{18,2}{0,5 \times 0,8} = 45,5 \text{ (м}^3\text{) (білкова сировина)}$$

$$V_6 = \frac{7,7}{1,2 \times 0,80} = 8 \text{ (м}^3\text{) (мінеральна сировина)}$$

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

Об'єм одного бункера розраховуємо за формулою 3.6.4:

$$V_1 = 2 \times 2 \times 4 = 16 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розрахункову кількість бункерів розраховуємо за формулою 3.6.5:

$$n_6 = \frac{45,5}{16} = 3 \text{ (шт) (білкова сировина)}$$

$$n_6 = \frac{8}{16} = 0,5 \text{ (шт) (мінеральна сировина)}$$

Приймаємо 4 бункери для білкової сировини та 2 бункери для мінеральної сировини.

Фактичну ємність бункерів розраховуємо за формулою 3.6.6:

$$E_\phi = 16 \times 4 \times 0,5 \times 0,8 = 25,6 \text{ (т) (білкова сировина)}$$

$$E_\phi = 16 \times 2 \times 1,2 \times 0,8 = 30,7 \text{ (т) (мінеральна сировина)}$$

Фактичну тривалість зберігання сировини в наддозаторних бункерах розраховуємо за формулою 3.6.8:

$$\tau_\phi = \frac{100 \times 25,6 \times 16}{320 \times 11,4} = 11,2 \text{ (год) (білкова сировина)}$$

$$\tau_\phi = \frac{100 \times 30,7 \times 16}{320 \times 4,8} = 27 \text{ (год) (мінеральна сировина)}$$

Лінія змішування

Встановлюємо оперативний бункер №37 під змішувачем марки V-4000 ємністю на одну порцію $E_{порц.} = 4 \text{ т}$.

Лінія гранулювання

Розрахунок маси порцій, яку розміщують в оперативних бункерах над кондиціонером СМ 901/СМ 30 проводять за формулою 3.6.2:

$$E_p = 16,8 \times 1 = 16,8 \text{ (т)}$$

Об'єм бункера для розсипного комбікорму розраховують за формулою 3.6.3:

$$V_6 = \frac{16,8}{0,5 \times 0,8} = 42 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розміри бункера в плані приймаємо $a = 2,5 \text{ м}$, $b = 2,5 \text{ м}$, $h = 3,5 \text{ м}$.

Об'єм одного бункера для розсипного комбікорму розраховують за формулою 3.6.3:

$$V_1 = 2,5 \times 2,5 \times 3,5 = 21,9 \text{ (м}^3\text{)}$$

Кількість бункерів розраховують за формулою 3.6.5:

$$n_6 = \frac{42}{21,9} = 1,9 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо 2 бункери над кондиціонером СМ 901/СМ 30.

Розраховуємо фактичну ємність бункерів над кондиціонером СМ 901/СМ 30 за формулою 3.6.6:

$$E_\phi = 2 \times 21,9 \times 0,5 \times 0,8 = 17,5 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання сировини в оперативних бункерах за формулою 3.6.7:

$$\tau_\phi = \frac{17,5}{16,8} = 1 \text{ (год)}$$

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

Таблиця 3.6.1 – Дані розрахунку ємності оперативних бункерів

Бункери	Об'ємна маса сировини, продукт у, γ_c , т/м ³	Коефіцієнт використання об'єму бункерів, K_ϵ	Розрахункова ємність бункерів, E_p , т	Фактична ємність бункерів, E_ϕ , т	Запаси сировини, про- дукту, τ_p , год	Фактич- ні запаси сировини, продукт у, τ_ϕ , год
Лінія лузання зерна ячменю						
Оперативний бункер №1 над над просіюв. УЗ-ДМП-10А №1	0,65	0,85	3,8	4,4	1	1,2
Оперативний бункер №2 над над магнітним сепаратором УЗ-ДКМ-00 №1	0,65	0,85	4,4	6,6	1	1,2
Лінія підготовки порції зернової, мучнистої сировини та шротів						

Продовження табл. 3.6.1

Наддозаторні бункери для зернової сировини №15-21	0,65	0,85	118,4	123,8	8	8,4
Наддозаторні бункери для шротів №3-5	0,50	0,80	33,6	38,4	8	9,1
Наддозаторні бункери для мучнистої сировини №6-14	0,30	0,80	64,0	69,1	8	8,6
Оперативний бункер №22 над просіювачем УЗ-ДМП-20А №2	0,6	0,84	3,0	3,1	1	1,0
Оперативний бункер №23 під дробаркою НМ 700-2D	0,6	0,84	3,0	3,1	1	1,0
Лінія підготовки порції білкової та мінеральної сировини						
Наддоз. бункери для білкової сировини №31-34	0,50	0,8	18,2	25,6	8	11,2
Наддоз. бункери для мінеральної сировини №35-36	1,20	0,8	7,7	30,7	8	32,0
Лінія гранулювання						
Оперативний бункер №38-39 над кондиціонером СМ 901/СМ 30	0,5	0,8	16,8	17,5	1	1,0

3.7 Розрахунок транспортного обладнання

Експлуатаційна продуктивність транспортного обладнання, т/год:

$$q_e = \frac{q_{\text{п}} \times \gamma_{\text{с}} \times K_{\text{в}}}{0,75}, \quad (3.7.1)$$

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

Коефіцієнт завантаження транспортного обладнання:

$$K_z = \frac{q_n}{q_e}, \quad (3.7.2)$$

де K_z - коефіцієнт завантаження транспортного обладнання;

q_n – продуктивність лінії, т/год;

q_e - експлуатаційна продуктивність транспортного обладнання, т/год.

Лінія луцення зерна ячменю

На лінії відділення плівок від зерна ячменю встановлюємо норії №1 та №2 марки НМ-5, скребковий конвеєр КСТ-200 №1 із паспортною продуктивністю 5 т/год.

Розраховуємо продуктивність норії №1, №2 та скребкового конвеєру КСТ-200 №1 за формулою 3.7.1:

$$q_e = \frac{5 \times 0,65 \times 0,85}{0,75} = 7,4 \text{ (т/год)}$$

Розраховуємо коефіцієнт завантаження норії №1 за формулою 3.7.2:

$$K_z = \frac{3,8}{7,4} = 0,51$$

Розраховуємо коефіцієнт завантаження норії №2 та скребкового конвеєру КСТ-200 №1 та за формулою 3.7.2:

$$K_z = \frac{5,4}{7,4} = 0,73$$

Лінія підготовки порції зернової, мучнистої сировини та шротів

На лінії підготовки порції зернової, мучнистої сировини та шротів встановлюємо норію №3 марки НМ-30 та скребковий конвеєр КСТ-200 №2 із паспортною продуктивністю 30 т/год, норію № 4 марки НМ-50 та скребковий конвеєр КСТ-200 №3 із паспортною продуктивністю 50 т/год, норії №5, №6 марки НМ-40, скребковий конвеєр КСТ-200 №4 та гвинтовий конвеєр КВ-250 №1 (під дробаркою) із паспортною продуктивністю 40 т/год.

Розраховуємо продуктивність норії №3 та скребкового конвеєру КСТ-200 №2 за формулою 3.7.1:

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

Розраховуємо коефіцієнт завантаження норії №3 та скребкового конвеєру КСТ-200 №2 за формулою 3.7.2:

$$K_3 = \frac{18,4}{22,1} = 0,83$$

Об'ємну масу мучнистої сировини та шротів визначають як суму відношень опосереднених об'ємних мас до масової частки кожного виду сировини у порції:

$$\gamma = 0,5 \times 0,21 + 0,3 \times 0,79 = 0,34 \text{ (т/м}^3\text{)}$$

Розраховуємо продуктивність норії №4 та скребкового конвеєру КСТ-200 №3 за формулою 3.7.1:

$$q_e = \frac{50 \times 0,34 \times 0,85}{0,75} = 19,3 \text{ (т/год)}$$

Розраховуємо коефіцієнт завантаження норії №4 та скребкового конвеєру КСТ-200 №3 за формулою 3.7.2:

$$K_3 = \frac{18,4}{19,3} = 0,95$$

Розраховуємо продуктивність норій №5, №6, скребкового конвеєра КСТ-200 №4 та гвинтового конвеєра КВ-250 №1 за формулою 3.7.1:

$$q_e = \frac{40 \times 0,48 \times 0,85}{0,75} = 21,8 \text{ (т/год)}$$

Розраховуємо коефіцієнт завантаження норій №5, №6 скребкового конвеєра КСТ-200 №4 та гвинтового конвеєра КВ-250 №1 за формулою 3.7.2:

$$K_3 = \frac{18,4}{21,8} = 0,84$$

Лінія підготовки порції білкової та мінеральної сировини

Для подачі розтареної білкової сировини в наддозаторні бункери на лінії приймаємо конвеєри марки КСТ-200 №5, №7 та норію НМ-10 №7 із паспортною продуктивністю 10 т/год. Для подачі розтареної мінеральної сировини в наддозаторні бункери на лінії приймаємо конвеєри марки КСТ-200 №6, №8 та норію НМ-5 №8 із паспортною продуктивністю 5 т/год.

Розраховуємо продуктивність скребкових конвеєрів №5, №7 та норії №7 за формулою 3.7.1:

$$q_e = \frac{10 \times 0,5 \times 0,85}{0,75} = 5,7 \text{ (т/год)}$$

Розраховуємо коефіцієнт завантаження скребкових конвеєрів №5, №7 та

норії №7 за формулою 3.7.2:

$$K_3 = \frac{2,9}{5,7} = 0,51$$

Розраховуємо продуктивність скребкових конвеєрів КСТ -200 №6, №8 та норії НМ-5 №8 за формулою 3.7.1:

$$q_e = \frac{5 \times 1,2 \times 0,85}{0,75} = 6,8 \text{ (т/год)}$$

Розраховуємо коефіцієнт завантаження скребкових конвеєрів КСТ -200 №6, №8 та норії НМ-5 №8 за формулою 3.7.2:

$$K_3 = \frac{2,9}{6,8} = 0,43$$

Об'ємну масу порції білкової та мінеральної сировини визначають як суму відношень опосереднених об'ємних мас до масової частки кожного виду сировини у порції:

$$\gamma = 0,5 \times 0,67 + 1,2 \times 0,33 = 0,73 \text{ (т/м}^3\text{)}$$

Розраховуємо продуктивність гвинтового конвеєра №2 за формулою 3.7.1.

$$q_e = \frac{5 \times 0,73 \times 0,85}{0,75} = 4,1 \text{ (т/год)}$$

Приймаємо гвинтовий конвеєр КВ-160, з паспортною продуктивністю 5 т/год.

Розраховуємо коефіцієнт завантаження гвинтового конвеєра КВ-160 №2 за формулою 3.7.5.

$$K_3 = \frac{2,9}{4,1} = 0,7$$

Лінія змішування

Розраховуємо продуктивність скребкового конвеєра №9 за формулою 3.7.1:

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

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

Розраховуємо коефіцієнт завантаження скребкового конвеєра КСТ-200 №9 за формулою 3.7.2:

$$K_3 = \frac{20}{22,7} = 0,88$$

Лінія гранулювання

Розраховуємо продуктивність норії №9 за формулою 3.7.1:

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

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

Розраховуємо коефіцієнт завантаження норії НМ-40 №9 за формулою 3.7.2:

$$K_3 = \frac{16,8}{22,7} = 0,74$$

Розраховуємо продуктивність норії №10 за формулою 3.7.1:

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

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

Розраховуємо коефіцієнт завантаження норії НМ-30 №10 за формулою 3.7.2:

$$K_3 = \frac{18,5}{21,4} = 0,86$$

Враховуючи 70% отримання крупки після контролю крупності, розраховуємо продуктивність лінії за формулою 3.5.26:

$$q_m = 0,7 \times 14 = 9,8 \text{ (т/год)}$$

Розраховуємо продуктивність норії №11 за формулою 3.7.1:

$$q_e = \frac{20 \times 0,63 \times 0,85}{0,75} = 14,3 \text{ (т/год)}$$

Приймаємо норію НМ-20, з паспортною продуктивністю 20 т/год.

Розраховуємо коефіцієнт завантаження норії НМ-20 №11 за формулою 3.7.2:

$$K_3 = \frac{9,8}{14,3} = 0,69$$

Розраховуємо продуктивність скребкового конвеєра №10 за формулою 3.7.1:

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

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

Розраховуємо коефіцієнт завантаження скребкового конвеєра КСТ-200 №10 за формулою 3.7.2:

$$K_3 = \frac{20}{28,6} = 0,7$$

Висновок: встановлене транспортне обладнання забезпечує задану продуктивність технологічних ліній.

Таблиця 3.7.1 - Дані розрахунку транспортного обладнання

Назва обладнання, машини, номер	Марка обладнання машини	Кількість, n_{ϕ} , шт.	Продуктивність		Коефіцієнт використання машини, K_{ϵ}	Коефіцієнт завантаження машини, K_z
			Паспортна, q_n , т/год	Експлуатаційна, q_e , т/год		
Лінія лущення зерна ячменю						
Норії № 1, №2	НМ-5	2	5	7,4	0,85	0,51
Конвеєр скребковий №1	КСТ-200	1	5	7,5	0,85	0,73
Лінія підготовки порції зернової, мучнистої сировини та шротів						
Норія № 3	НМ-30	1	30	22,1	0,85	0,83
Конвеєр скребковий №2	КСТ-200	1	30	22,1	0,85	0,83
Норія №4	НМ-50	1	50	19,3	0,85	0,95
Конвеєр скребковий №3	КСТ-200	1	50	19,3	0,85	0,95
Конвеєр скребковий №4	КСТ-200	1	40	21,8	0,85	0,84
Норії №5, №6	НМ-40	2	40	21,8	0,85	0,84
Конвеєр гвинтовий №1	КВТ-250	1	40	21,8	0,85	0,84
Лінія підготовки порції білкової та мінеральної сировини						
Конвеєри скребкові №5, №7	КСТ-200	2	10	5,7	0,85	0,51
Норія №7	НМ-10	1	10	5,7	0,85	0,51
Конвеєри скребкові №6, №8	КСТ-200	2	5	6,8	0,85	0,43
Норія №8	НМ-5	1	5	6,8	0,85	0,43
Конвеєр гвинтовий №2	КВТ-160	1	5	4,1	0,85	0,70
Лінія змішування						
Конвеєр скребковий №9	КСТ-200	1	40	22,7	0,85	0,88
Лінія гранулювання						
Норія №9	НМ-40	1	40	22,7	0,85	0,74
Норія №10	НМ-30	1	30	21,4	0,85	0,86
Норія №11	НМ-20	1	20	14,3	0,85	0,69
Конвеєр скребковий №10	КСТ-200	1	40	28,6	0,85	0,70

3.8 Проектування внутрішньоцехової комунікації

Таблиця 3.8.1 - 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
Продовження табл. 1.8.1	
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 3.8.2 – Діаметри самопливних труб, мм

Призначення самопливного трубопроводу	Діаметри самопливних труб при продуктивності лінії, q_L , 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), $\varnothing$, мм	220	220	220	300
5.Для зернової сировини (виробничий корпус), $\varnothing$, мм	140	140	180	220
3.Для інших видів сировини, проміжних продуктів готової продукції (виробничий корпус), $\varnothing$, мм	140	180	180	220
4. Для відходів, $\varnothing$, мм	140	140	140	180

Таблиця 3.8.3 – 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 техно-логічного обладнання	виходять з техно-логічного обладна-ння		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
Лінія луцення зерна ячменю														
Оперативний бункер № 1	-	Ячмінь зі складу силосного типу	Ячмінь зі складу силосного типу	Просіювальна машина №1 УЗ-ДМП-10А	1	НМ-5 №1	-	-	90	82	82	36	140	1
					2	НМ-5 №1	-	-	55	90	55	36	140	5
					3	-	-	-	50	90	50	36	140	4
Просіювальна машина №1 УЗ-ДМП-10А	1	Ячмінь зі складу силосного типу	Др. фр.	У комбікорм для жуйних тварин	4	-	-	-	51	90	51	36	140	3
			Кр.фр.	Оперативний бункер № 2	5	-	-	-	44	90	44	36	140	3
Оперативний бункер № 2	-	Кр.фр.	Кр. фр.	Магнітний сепаратор №1 УЗ-ДКМ-00	6	-	-	-	50	90	50	36	140	2
Магнітний сепаратор №1 УЗ-ДКМ-00	1	Кр. фр.	Очищена від ММД кр. фр	Луцильна машина №1 А1-ЗШН-3	7	-	-	-	49	90	49	36	140	2
Магнітний сепаратор №1 УЗ-ДКМ-00	1	Кр. фр.	Очищена від ММД кр.фр.	Луцильна машина №2 А1-ЗШН-3	8	-	-	-	44	90	44	36	140	2

Продовження табл. 3.8.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Луцильна машина №1 А1-ЗШН-3	1	Очищена від ММД кр. фр	Суміш лущеного ячменю та лузги	Аспіратор №1 БДЗ-6	9	–	–	–	62	90	62	36	140	2
					11	–	–	–	49	90	49	36	140	1
Луцильна машина №2 А1-ЗШН-3	1	Очищена від ММД кр. фр	Суміш лущеного ячменю та лузги	Аспіратор №1 БДЗ-6	10	–	–	–	66	90	66	36	140	2
					12	–	–	–	51	90	51	36	140	1
Аспіратор №1 БДЗ-6	1	Суміш лущеного ячменю та лузги	Лущений ячмінь	Наддозаторний бункер №21	13	НМ-5 №2	–	–	65	41	39	36	140	1
Лінія підготовки порції зернової, мучнистої сировини та шротів														
Ваги порційні тезометричні №1 УЗ-ДБДТ-3000	1	Зернова, мучниста сировина та шроти	Здозована порція зернової, мучнистої сировини та шротів	Оперативний бункер № 22	14	НМ-40 №5	КСТ-200 №4	-	85	82	81	50	180	1
					15	НМ-40 №5	-	-	53	90	53	50	180	5
Оперативний бункер № 22	-	Здозована порція зернової, мучнистої сировини та шротів	Здозована порція зернової, мучнистої сировини та шротів	Просіювальна машина №2 УЗ-ДМП-20А	16	–	–	–	59	65	54	50	180	4
Просіювальна машина №2 УЗ-ДМП-20А	1	Здозована порція зернової, мучнистої сировини та шротів	Др. фр.	Магнітний сепаратор №2 УЗ-ДКМ-01	17	–	–	–	75	72	68	50	180	3

Продовження табл. 3.8.3

[illegible]

Продовження табл. 3.8.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Склад підлогового типу	-	КПХВ, дріжджі кормові	КПХВ, дріжджі кормові	Наддозаторні бункера №31-34	26	НМ-10 №7	КСТ-200 №7	-	57	90	57	50	140	5
					27			-	57	90	57	50	140	5
					28			-	57	90	57	50	140	5
					29			-	57	90	57	50	140	5
		мінеральна сировина.	мінераль-на сировина	Наддозаторні бункера №35, 36	30	НМ-5 №8	КСТ-200 №8	-	90	90	90	50	140	5
					31			-	90	90	90	50	140	5
Наддозаторні бункера №31-34	-	КПХВ, дріжджі кормові	КПХВ, дріжджі кормові	Ваги бункерні №2 ВБ-500	32	-	-	-	90	51	51	50	140	3
					33	-	-	-	66	79	64	50	140	3
					34	-	-	-	90	61	61	50	140	3
					35	-	-	-	90	70	70	50	140	3
Наддозаторні бункера №35, 36	-	мінеральна сировина.	мінераль-на сировина	Ваги бункерні №2 ВБ-500	36	-	-	-	90	51	51	50	140	3
					37	-	-	-	72	79	70	50	140	3
Ваги бункерні №2 ВБ-500	1	КПХВ, дріжджі кормові, мінеральна сировина	Здозована порція білкової та міне-ральної сировини	Змішувач періодичної дії №2 V-4000	38	-	-	КВ-160 №2	63	86	63	50	140	2
Лінія змішування														
Змішувач періодичної дії №2 V-4000	1	Всі здозова-ні порції компонентів	Розсипн. комбі-корм	Склад ГП	39	НМ-40 №9	КСТ-200 №9	-	61	58	51	47	180	1
					40			-	90	70	70	47	180	5
Лінія гранулювання														
Змішувач періодичної дії №2 V-4000	1	Всі здозовані порції	Розсипн. комбі-корм	Магнітний сепаратор №4 УЗ-ДКМ-01	39	НМ-40 №9	КСТ-200 №9	-	61	58	51	47	180	1
					41		-	-	71	54	51	47	180	5

Продовження табл. 3.8.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Змішувач періодичної дії №2 V-4000	1	Всі здозовані порції	Розсипн. комбі- корм	Магнітний сепаратор №5 УЗ-ДКМ-01	39	НМ-40 №9	КСТ- 200 №9	—	61	58	51	47	180	1
					42		-	—	71	52	50	47	180	5
Магнітний сепаратор №4 УЗ-ДКМ-01	1	Розсипн. комбікорм	Розсипн. комбі- корм очищений від ММД	Оперативний бункер №38	43	-	-	-	90	90	90	47	180	5
Магнітний сепаратор №5 УЗ-ДКМ-01	1	Розсипн. комбікорм	Розсипн. комбі- корм очищений від ММД	Оперативний бункер №39	44	-	-	-	90	90	90	47	180	5
Оперативний бункер №38	-	Розсипн. комбікорм очищений від ММД	Розсипн. комбі- корм очищений від ММД	Кондиціонер тривалого витримування СМ 901 / СМ 30	45	-	-	-	74	81	72	47	180	4
Оперативний бункер №39	-	Розсипн. комбікорм очищений від ММД	Розсипн. комбі- корм очищений від ММД	Кондиціонер тривалого витримування СМ 901 / СМ 30	46	-	-	-	81	81	78	47	180	4
Кондиціонер тривалого витримування СМ 901 / СМ 30	1	Розсипн. комбікорм очищений від ММД	Зволоже- ний роз- сип. ком- бікорм	Прес- гранулятор С 750	47	-	-	-	90	90	90	70	180	4
Прес-гранулятор С 750	1	Зволоже- ний розсип. комбікорм	Гранульо- ван. ком- бікорм	Охолоджувач протитечійний ТК 2600	48	-	-	-	90	90	90	70	180	2

Продовження табл. 3.8.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Охолоджувач протитечійний ТК 2600	1	Гранульований комбікорм	Охолоджені гранули	Подрібнювач валковий №1 GRM 181	49	-	-	-	90	90	90	47	180	2
Просіювальна машина №3 TRZ 1500	1	Охолоджені гранули	Подрібнені гранули	Просіювальна машина №3 TRZ 1500	50	НМ-30 №10	-	-	65	64	55	47	180	1
					51		-	-	67	68	58	47	180	5
	1	Подрібнені гранули	Кр.фр.	Подрібнювач валковий №2 Capacity KR 16,2	52	-	-	-	53	90	53	47	180	4
					53	-	-	-	90	90	90	47	180	4
					54	-	-	-	90	83	83	47	180	3
					55	-	-	-	86	90	86	47	180	2
			Др.фр.	Магнітні сепаратори УЗ-ДКМ-01 №4, №5	56	-	-	-	75	71	66	47	180	4
					57	-	-	-	61	80	59	47	180	3
					58	-	-	-	80	90	80	47	180	2
					59	-	-	-	86	90	86	47	180	1
					41	НМ-40 №9	-	-	71	54	51	47	180	5
					42		-	-	71	52	50	47	180	5
			Крупка	Склад ГП	60	НМ-20 №11	-	-	54	90	54	47	180	4
Подрібнювач валковий №2 Capacity KR 16,2 №2	1	Кр.фр.	Подрібнені гранули	Просіювальна машина №3 TRZ 1500	61	НМ-30 №10	-	-	62	63	54	47	180	1
					51		-	-	67	68	58	47	180	5

3.9 Технохімічний та технологічний контроль виробництва

Для забезпечення постійного контролю якості сировини і комбікормів на комбікормовому підприємстві повинна бути обладнана виробничо-технологічна лабораторія (ВТЛ). База приладів ВТЛ повинна забезпечувати проведення технічного і хімічного контролю якості сировини, комбікормів і визначення ефективності окремих технологічних процесів.

В ході попереднього визначення якості сировини, яка надходить на комбікормовий завод, працівники ВТЛ проводять органолептичну оцінку, визначають температуру сировини, стан тари або упаковки. ВТЛ сучасних комбікормових заводів оснащені експрес-аналізаторами основних показників хімічного складу кормової сировини, що дозволяє визначати вміст сирого протеїну, сирогої клітковини, сирого жиру та інших показників в пробах ще до розміщення сировини на зберігання. Якщо відхилень у показниках якості або дефектів не виявлено, лабораторія надає дозвіл на вивантаження сировини і вказує місце для її зберігання.

При визначенні вмісту зіпсованих зерен в зерновій сировині аналізують наявність пліснявих зерен і з виїденим ендоспермом. При визначенні залишкової кількості пестицидів в першу чергу визначають вміст альдрину, гептахлору, ДДТ, гексахлорцикло-гексану і карбофосу. Визначення залишкової кількості пестицидів, вмісту важких металів, токсичності і мікробіологічних показників проводять в централізованих лабораторіях за умови наявності сертифікатів акредитації. Визначення токсичності і мікробіологічних показників можуть бути проведені також у ветеринарних лабораторіях, а також на комбікормовому заводі за наявності власної лабораторії мікробіології та токсикології. Контроль якості сировини здійснюють: вибірково – не менше 1 партії з 10; за власним рішенням – не менше 1 партії на місяць; при потребі – у випадку відхилення від норми за органолептичними показниками, при надходженні інших видів сировини, від інших постачальників або при надходженні претензій з приводу якості комбікормів.

Якщо кормова сировина надходить від одного постачальника протягом однієї доби, то допускається об'єднувати вивантажену сировину з різних транспортних засобів. Формування середньозмінних проб сировини і готової продукції та направлення їх на аналіз до центральних, ветеринарних та інших лабораторій здійснює ВТЛ.

Контроль за станом кормової сировини, цілісністю тари, наявністю

штабельних ярликів є надзвичайно важливим. Крім того, необхідно слідкувати за термінами придатності сировини.

Розглянемо контроль ефективності роботи лінії гранулювання

Процес виробництва гранул потребує суворого технологічного контролю. Ділянками контролю є магнітні загородження до кондиціонера, прес-гранулятори, охолоджуючі колонки, просіювальні машини, а при виготовленні із гранул крупки – валкові подрібнювачі.

Для контролю ефективності процесу гранулювання апаратник через кожні 2 години:

- слідкує за відповідністю тиску і температури пари нормативним параметрам технологічного процесу встановленим режимом;
- повинен постійно і ретельно контролювати масову частку вологи на виході із матриці (оптимальною є масова частка вологи 15,5-17,0%);
- для забезпечення одержання якісних гранул апаратник зобов'язаний стежити, щоб на прес надходив однорідний за гранулометричним складом та добре змішаний комбікорм, що є гарантією забезпечення рівномірного проникнення вологи та тепла у мучну масу комбікорму;
- кількість вологи, що додають в процесі пропарювання залежно від рецепту комбікорму складає від 2-5%;
- ефективність роботи охолоджувальних колонок за температурою гранул на виході, яка повинна відрізнятися від температури навколишнього середовища не більше ніж на 10°C;
- при гранулюванні треба уникати перевищення температури продукту, який надходить у матрицю, вище нормованої межі. Разом з тим грануляторщик повинен пам'ятати, що при надходженні через прес не догрітого комбікорму виникає надмірне тертя продукту між матрицею і валками, що збільшує їх зношування, підвищує витрати енергії та сприяє збільшенню крихкості гранул;
- апаратник органолептично контролює якість гранул після пресу – стан їхньої поверхні (гладка або шершава);
- контролює розміри, крихкість, визначає вологість гранул.

При виробництві крупки для контролю валкових подрібнювачів через кожні 2 години виробничий персонал відбирає проби готової продукції після просіювальної машини, визначає вихід крупки, який повинен бути не менше 70%.

Виробничо-технологічна лабораторія визначає:

- масову частку води в кожній середньо змінній пробі комбікорму та крупки, яка не більше 14% - для птиці, 13,5% - для риб та не більше 14,5% - для ін. видів сільськогосподарських тварин;

- прохід крізь сито з отворами Ø2мм при виробництві гранул повинен становити в комбікормах: для риб – не більше 5%, для сільськогосподарських тварин та птиці – не більше 10%;

- при виробництві крупки для сільськогосподарської птиці прохід крізь сито з отворами Ø1мм, не перевищує 18%;

- лінійні розміри гранул;

- крихкість гранул комбікормів для риб не більше 8%, для сільськогосподарських тварин – не більше 22%;

- у кожній середньодобовій зміні гранульованого комбікорму водостійкість повинна бути не менше 15 хвилин.

При зупинці преса більш ніж на 2 години для запобігання корозії і закупорювання отворів матриці запресованою промасленим продуктом, в результаті використовують кормовий жир. При введенні в прес рідких компонентів грануляторщик стежить за температурою нагрівання м'яса або жиру, їхнього перемішування з комбікормом, оскільки від цього залежить якість гранул та витрати електроенергії на процес гранулювання.

Дотримання стійкого та стабільного режиму робочого обладнання лінії гранулювання сприяє не тільки підвищенню якості гранул, але й техніко-економічним показникам підприємства. Якість гранул комбікормів залежить 40-60% від тривалості самого процесу гранулювання, 30-50% - від матриці, 5% - від охолодженого продукту, 10-20% від доведення розсипного комбікорму до кондицій. Для підвищення виходу крупки доцільно схід з приймального сита полотна решітне 30-40 направляють на подрібнення, а прохід сортувального сита – сітка дротяна №1,6...2мм, направляють на повторне гранулювання.

Ветеринарно-санітарні показники свідчать про рівень організації виробництва комбікормів, стан технологічного, аспіраційного та іншого обладнання, рівень технологічної культури обслуговуючого персоналу та дотримання ним технічного регламенту і правил внутрішнього розпорядку.

Кожна партія готової комбікормової продукції має супроводжуватися, крім фінансових документів і документів про якість, відповідним ветеринарним сертифікатом.

Розділ 4. Розрахунок вентиляційного обладнання

4.1 Мета і задачі вентиляційних установок

Виробнича діяльність комбикормового підприємства передбачає широкий цикл виробничих процесів, пов'язаних з обробкою зерна, продуктів його переробки, а також продуктів переробки харчових виробництв (кісткового борошна, макухи, неорганічної сировини та ін.). У цих процесах задіяні значні потужності технологічного парку підприємства, які дозволяють виробляти прийом і відвантаження сировини, його транспортування, очищення, сушіння, дроблення, розсівання, брикетування і т.д. Всі ці операції супроводжуються підвищенням виділенням газових і пилових фракцій, які представляють собою джерела небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Забруднювачі атмосфери, що викидаються на промислових об'єктах, можуть шкідливо впливати на живі організми, сприяти швидкому зносу деталей виробничого обладнання і пристроїв, а також збільшувати ймовірність загоряння чи вибуху. Зниження ризику виникнення таких небажаних явищ потребує використання систем вентиляції, а також специфічного обладнання, такого як, наприклад, вибухозахищені вентилятори.

Поряд з знепилюванням й іншими гігієнічними завданнями обладнання вентиляційних установок використовують також для виконання ряду найважливіших технологічних операцій (очищення і сушка зерна, сортування продуктів помелу за допомогою повітряних потоків), а також для пневматичного (повітряного) транспорту зерна та продуктів його переробки.

Вентиляційні установки на комбикормових підприємствах дозволяють при ефективній роботі:

- 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

					КРБ.ТЗіК.1.607-03.2.4			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Будівництво комбикормового заводу продуктивністю 20 т/год в Закарпатській області	Літ.	Лист	Листів
Розробив		Ротар В.С.						
Консультант		Гончарук Г.А.					94	14
Керівник		Ворона Н.В.				ОНТУ 2024		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

- всередині аспіруючого обладнання;
- краще очищати зерно і сортувати продукти помелу;
- попередити самозігрівання зерна, знизити вологість і запобігти розвитку шкідників;
- зменшити втрати зерна, що виникають при переробці його в борошно і крупу внаслідок зменшення кількості зміток і розсіювання пиловидних продуктів;
- запобігти можливості виникнення вибухів пилу і пожежі.

4.2 Особливості проєктування аспіраційних установок комбикормових заводів

Компоновку аспіраційних мереж комбикормових 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.

Обладнання циклічної дії (ваги, змішувачі) оснащується допоміжними повітропроводами перетоку повітря (байпасами) діаметром не менше 0,3м. Байпаси не повинні мати ділянок з нахилом менше 70°.

Сукупність надсилосних транспортерів і силосів аспірують через

ланцюгові транспортери. Самопливи транспортерів завантаження силосів повинні мати нахил не більше 60° , що забезпечує аспірацію силосів в режимі протитоку.

Підсилосні транспортери, що подають матеріалів в норії, доцільно аспірувати за допомогою норійних труб.

Окремі верхні силоси або їх групи (7-8) можна знепилювати повітропроводами діаметром 0,5м шляхом їх виводу на 2м вище поверхні.

Місця завантаження автомашин та вагонів оснащуються окремими аспіраційними мережами.

Знепилення аспіраційного повітря на комбикормових заводах здійснюють, в основному, в фільтрах. Допускається використання циклонів при знепиленні лінії зернової сировини. На лініях обробки і транспортування вологих і теплих матеріалів використовують тільки циклони (4БЦШ, УЦ-38).

Аспіраційний пил є кормовим продуктом і повертається до аспіруємої лінії.

Швидкість повітря в горизонтальних ділянках повітропроводів повинна бути не нижчою від 21м/с – на лініях мінеральної і вологої сировини і не нижчою від 16м/с – на всіх інших лініях. У вертикальних ділянках повітропроводів швидкість повинна бути більшою за 10м/с.

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 повітропроводів 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.

Перед проектуванням АУ виконується аналіз технологічних режимів транспортування та обробки матеріалопотоків. Виявляються можливості зниження інтенсивності взаємодії сипких матеріал з повітрям шляхом зменшення кута нахилу матеріалопроводів до $36...54^\circ$, кінцевої швидкості

матеріалу до 4м/с та використанням гальмуючих пристроїв та інше.

Компоновку АУ проводять за транспортно-технологічними лініями з врахуванням аеродинамічних зв'язків окремих машин та місткостей через матеріалопроводи.

При об'єднанні кількох транспортно-технологічних ліній в одну АУ слід передбачати використання окремих обезпилювачів повітря для кожної транспортно-технологічної лінії з системою автоматизованого вимкнення непрацюючих ділянок дросельними клапанами АТ-30, АТ-31.

Протяжні укриття транспортного обладнання (норій, ланцюгових та шнекових конвеєрів) можуть бути використані як повітропроводи аспіраційної системи.

Суміжне обладнання циклічної дії (ваги, змішувачі) додатково з'єднуються повітропроводами(бай пасами) для перетоку повітря.

Матеріалопроводи сипучих матеріалів слід використовувати як аспіраційні канали при прямоточних, протиточних і комбінованих режимах аспірації.

При визначенні місць відсосу повітря необхідно враховувати взаєморозташування обезпилювача повітря, вентилятора, аеродинамічні зв'язки через протяжні укриття, інтенсивність пилоутворення та напрямки переміщення пилоповітряних потоків.

Трасировка повітропроводів і швидкість пилоповітряних потоків повинні забезпечувати надійне переміщення пилу до знепилювача. Кут нахилу повітропроводів повинен складати не менше 60°, а швидкість повітря в горизонтальних ділянках в межах 14...18м/с.

Пил з-під фільтрів чи циклонів слід направляти у матеріалопотоки транспортно-технологічної лінії або в окремі місткості.

Вентилятори і знепилювачі слід розташовувати в доступних місцях для нагляду та обслуговування.

Бункери для не кормового пилу, як правило, слід виносити за межі основних виробничих приміщень підприємства.

Для запобігання розповсюдження можливих пилоповітряних вибухових хвиль в окремих трубопроводах АУ машин ударної дії та норій доцільно створювати легко розривні чи легко скидні отвори, зв'язані з навколишнім середовищем.

При транспортуванні тонкодисперсних матеріалів (борошно, дріжджі, фосфати та інше) потрібно використовувати пневмотранспортні установки, що

забезпечують знесення місць і виключають викиди пилоповітряних потоків у виробничі приміщення та навколишнє середовище.

4.4 Огляд основних методів розрахунку аспіраційних мереж

Основні особливості різних методів розрахунків вентиляційних мереж. Відомі в наш час методи розрахунків розгалужених повітропроводів вентиляційних установок розрізняються:

- видом тиску (повного, статичного або динамічного), що переміщується в якості основної величини у всіх розрахункових операцій;
- видом основного вираження коефіцієнта опору одиниці відносної довжини повітря, величини λ ;
- способами врахування шляхових і місцевих втрат тиску в ділянках повітропроводу (довжина повітропроводу, еквівалентним місцевим опором, приведений коефіцієнт опору ділянка повітропроводу і інші способи);
- способами визначення діаметрів розгалужень від магістралі;
- видом і побудовами посібників, що полегшує виконання визначений багаторазово повторюваних при розрахунку вентиляційних мереж.

Ознайомитись з методами можна в будь якій довідковій навчальній літературі.

Існують наступні методи:

- метод втрат тиску на одиницю абсолютної довжини повітропроводу.
- метод еквівалентних отворів.
- метод динамічних тисків.
- метод повних тисків.

Методи розрахунку розгалужених повітропроводів слід оцінювати і з точки зору трудомісткості або продуктивності, а також відношенню більшої або меншої втоми працівників, що проводять розрахунки. Наприклад, застосування таблиць, що потребують інтерполірування, надто втомлює працівників і може призвести до виникнення помилок.

4.5 Розрахунок локального фільтра та фільтра-циклона

При проектуванні та розрахунку фільтрів спочатку виконують компоновку аспіраційної мережі та визначають витрати повітря $Q_{\text{ф}}$, що необхідно відібрати від технологічного або транспортуючого обладнання $Q_{\text{то}}$, м³/год з метою утворення в ньому необхідного розрідження та очистки повітря від пилу. ([27,

28], табл.1)

При розрахунках Q_ϕ необхідно обов'язково враховувати кількість повітря, що підсмоктується у фільтр – Q_Π , м³/год.

$Q_\phi = 1,05 \cdot Q_{\text{ТО}}$ – при одноступеневому очищенні повітря, тобто Q_Π складають 5% від $\Sigma Q_{\text{машин}}$ повітря, а це складає кількість підсмоктуваного повітря в межах 0,1...0,5 м³/с. По Q_ϕ вибирають необхідний типорозмір фільтра. ([27, 28], табл. 2)

Втрати тиску у фільтрі H_ϕ , Па визначаються з уточненням фактичної напруженості тканини:

$$q = Q_\phi \cdot F_\phi^{-1},$$

де F_ϕ – площа поверхні фільтрувальної тканини, м², яка визначається за кількістю фільтрувальних рукавів. В свою чергу кількість рукавів підбирають по табл. 2 і 3 ([27, 28] в залежності від марки і типорозміру фільтра. Рукав фільтра сконструйовано таким чином, що одночасно працюють дві бокові його стінки. Площа кожної стінки рукава складає – 0,5м². Таким чином, загальна площа фільтрувальної тканини одного рукава складає 1м², а загальна площа тканини фільтра визначається за виразом:

$$F_\phi = n \cdot 1, \text{ м}^2$$

де n – кількість рукавів фільтра.

Таким чином:

$$H_\phi = a \cdot q^h,$$

де a і h – експериментальні коефіцієнти, що залежать від структури фільтрувальної тканини, конструкції фільтра та характеристики пилу.

Для ефективної регенерації тканини фільтра зворотною продувкою втрати тиску до фільтра повинні бути більшими від величини, визначеної за формулою

$$H_{\text{рег}} > 363 + 155 \cdot q, \text{ Па.}$$

4.6 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 [28] наведені принципіальні схеми роботи фільтра циклона ZEO-FC і локальних фільтрів горизонтального і вертикального виконання.

4.7 Принцип роботи та режим очистки вискоефективних локальних фільтрів ZEO-FG і ZEO-FV

Пилоповітряна суміш очищується на фільтрувальних рукавах. Очищене повітря виходить в атмосферу з допомогою витяжного вентилятора. Очистка кожного рукава від пилу проходить автоматично при допомозі контролера і системи регенерації. Рукави фільтра виготовляють із фільтрувальної тканини – полістирол звичайного виконання з вологостійким, маслостійким або вологовідштовхуючим покриттям.

Через певні проміжки часу, які задаються контролером, кожний елемент по черзі отримує короточасний вприск стисненого повітря із відповідного патрубка.

Діаметр отворів і відстань від сопла до фільтруючого елемента розраховані так, що це забезпечує примусове втягування значного об'єму пилоповітряної суміші в середину фільтра одночасно з регенерацією одного із фільтрувальних елементів.

Це приводить до короточасної потужної зміни напрямку потоку повітря через фільтрувальний елемент. Повітря надуває рукав і ефективно струшує з нього шар пилу. Потім пил повертається знову в технологічний потік матеріалу.

При розрахунку опору фільтра циклона ZEO-FC, який використовується для знепилювання повітря від однієї або декількох машин, користуємось графічною залежністю $H_{\phi}=f(q)$, який наведено на рис. 4 [28].

На виході з повітропроводу, як правило встановлюють факельний викид (рис. 3 [28]), і втрати тиску на удар визначають за виразом

$$H_{уд} = \frac{\rho v_{вих}^2}{2}, \text{ Па,}$$

де ρ – густина повітря, яка для стандартного стану повітря складає 1,2 кг/м³;

$v_{вих}$ – швидкість очищеного повітря на виході з вентилятора при факельному викиді $v=20\dots22$ м/с.

При наявності в аспіраційній мережі окремих ділянок (обладнання, повітропроводів та пиловловлювачів) розраховують також втрати тиску на

ділянках за магістральним напрямком – $H_{нов}$.

$$H_{нов} = \left(\lambda \frac{l}{D} + \sum \xi \right) \frac{\rho v^2}{2}, \text{ Па,}$$

де λ – коефіцієнт опору по довжині повітропроводу;

l – довжина прямолінійних ділянок повітропроводів, м;

D – діаметр повітропроводу, м;

ξ – коефіцієнт місцевого опору;

v – середня швидкість повітря в перерізі повітропроводу, м/с.

Тоді опір мережі

$$H_{мер} = H_m + H_{нов} + H_{\phi} + H_{y\partial}, \text{ Па.}$$

Тиск, який повинен утворити вентилятор визначається

$$H_в = 1,1 \cdot H_{мер}, \text{ Па.}$$

Витрати повітря, яке буде переміщувати вентилятор

$$Q_в = Q_{\phi}.$$

Враховуючи те, що, при розрахунку втрат тиску в фільтрі, коефіцієнт a і показник ступеня h залежать від багатьох факторів і, в тому числі, від характеристики пилу, що ускладнює визначення цих параметрів втрати тиску у фільтрах типу ZEO-FG(FV) знаходять за узагальненою формулою

$$H_{\phi} = A + B \cdot Q_{\phi}^2, \text{ Па,}$$

де A і B – коефіцієнти рекомендовані заводом виробником: $A = 670$, $B = 360$;

Q_{ϕ} – об'ємні витрати повітря, що повинне бути знепилено у фільтрі.

Для таких фільтрів розраховуємо опір аспіраційної мережі за виразом

$$H_{мер} = H_m + H_{\phi} + H_{y\partial}, \text{ Па,}$$

де H_m – опір технологічного обладнання (машини, яка аспірується), (табл. 1, додаток методичних вказівок);

$H_{y\partial}$ – втрати тиску на удар при виході повітря в атмосферу.

При встановленні вихідного дифузора, $H_{y\partial}$ розраховуємо за формулою

$$H_{y\partial} = H_{дин} \left(\frac{1}{n} \right)^2,$$

де $H_{дин}$ – динамічний тиск на ділянці перед дифузором;

n – відношення площі вихідного отвору $F_{вих}$ до площі перерізу

повітропроводу, розташованого перед дифузorzом $f_{нов}$, $n = \frac{F_{вих}}{f_{нов}}$.

За аеродинамічними параметрами $Q_в$ і $H_в$ (додаток, табл. 4 і 5) підбираємо вентилятор.

Число обертів вентилятора та його ККД визначають за точкою перетину характеристики вентилятора і характеристики мережі $H = f(Q)$

Потужність вентилятора і на валу електродвигуна визначають за формулою:

$$N_в = \frac{Q_в \cdot H_в}{1000 \cdot \eta_в \cdot \eta_{пер} \cdot \eta_{п}}, \text{ кВт},$$

де $\eta_в$ – ККД вентилятора;

$\eta_{пер}$ – ККД передачі (0,98);

$\eta_{п}$ – ККД, що враховує опір у підшипниках (0,98).

Фактичну потужність електродвигуна $N_{ел.дв.}$ визначають з урахуванням коефіцієнта запасу потужності електродвигуна:

$$N_{ел.дв.} = K_з \cdot N, \text{ кВт}, \text{ де } K_з \text{ – коефіцієнт запасу потужності електродвигуна.}$$

Для електродвигунів потужністю до 5кВт $K_з=1,15$, а для електродвигунів з $N>5\text{кВт}$ $K_з=1,1$.

Остаточну потужність електродвигунів слід приймати за комплектацією заводів–виготовлювачів.

4.8 Розрахунок аспіраційної мережі просіювача TRZ 1500-2 №3 і норії НМ-30 №10

Гідравлічний опір машин $H_{прос}=30$ Па і $H_{нор}=50$ Па.

За додатком методичних вказівок (табл. 1) вибираємо значення втрат повітря на аспірацію обладнання: $Q_{прос}=400$ м³/год і $Q_{нор}=500$ м³/год.

При виборі фільтра враховуємо підсоси повітря у мережу, включаючи обладнання і фільтр і загальні витрати повітря, яке повинен знепилити фільтр $Q_ф$.

$$Q_ф = \Sigma Q_{обл} + Q_n, \text{ м}^3/\text{год}$$

де $\Sigma Q_{обл}$ – сумарна кількість повітря, яке необхідно відібрати від норії і просіювача;

Q_n – підсоси повітря у розмірі 5% від $\Sigma Q_{обл}$.

$$Q_n = 0,05(Q_{нор} + Q_{прос}) = 0,05(500 + 400) = 44 \text{ м}^3/\text{год}.$$

$$Q_ф = 500 + 400 + 44 = 924 \text{ м}^3/\text{год} = 0,25 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Вибираємо фільтр-циклон ZEO-FC-1000. Площа фільтруючої поверхні рукавів $F_{ф.р}=4 \text{ м}^2$.

Втрати тиску у фільтрі визначаємо за напруженістю тканини фільтра

$$q = \frac{Q_{\phi}}{F_{\phi.р}} = \frac{0,25}{4} = 0,06 \text{ м}^3/\text{с} \cdot \text{м}^2.$$

За графіком $H_{\phi}=f(q)$ (рис. 4 метод. вказівок) визначаємо опір фільтра $H_{\phi}=920 \text{ Па}$.

Розраховуємо опір мережі

$$H_{мер} = H_m + H_{нов} + H_{\phi} + H_{уд}, \text{ Па.}$$

де $H_{нор}$ – гідравлічний опір найбільш віддаленої машини за магістральним напрямком $H_{нор}=50 \text{ Па}$;

$H_{нов}$ – опір матеріалопроводу за магістральним напрямком, Па;

H_{ϕ} – опір фільтра;

$H_{уд}$ – втрати тиску на удар, або вихід повітря в атмосферу, Па.

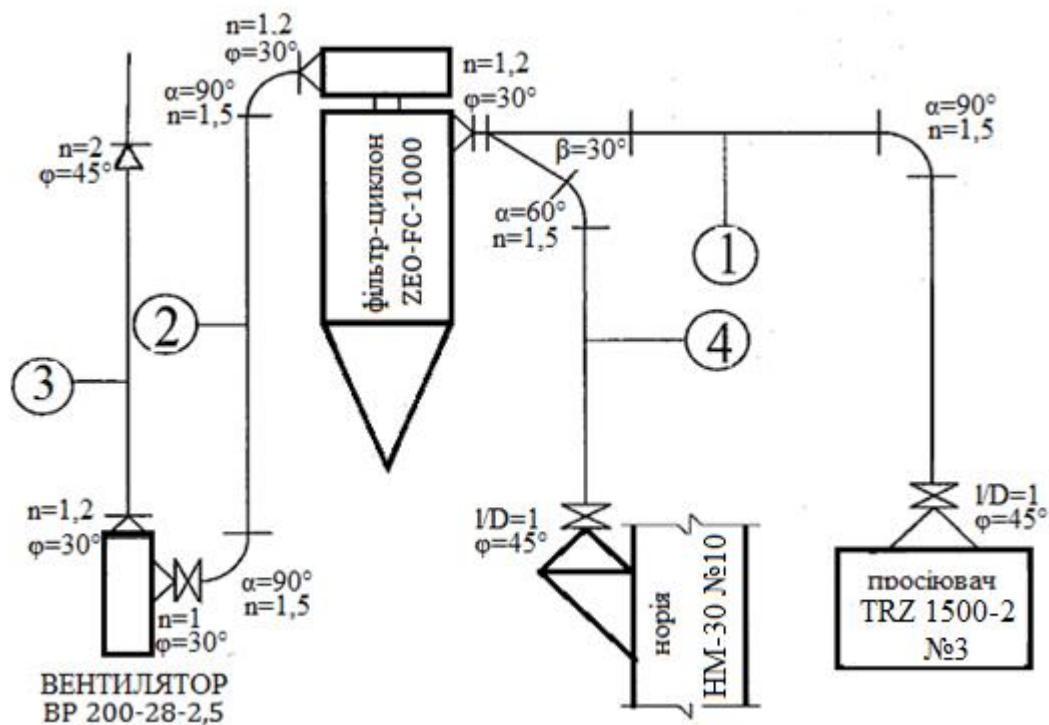


Рис. 4.1 – Площинна схема аспіраційної мережі

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;

D – діаметр повітропроводу, м;

ξ – коефіцієнт місцевого опору;

v – середня швидкість повітря в перерізі повітропроводу, м/с.

За номограмою Панченко 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

$$\Sigma\xi=12\cdot0,2=2,4,$$

$$\text{Тому } H_{нов} = (0,097 \cdot 22 + 2,4) \cdot 110 = 499\text{ Па}.$$

Розраховуємо витрати тиску на удар.

При факельному викиді

$$H_{уд} = \frac{\rho v_{вих}^2}{2}, \text{ Па},$$

де $v_{вих}$ – швидкість повітря на виході з конфузора, приймаємо $v=20\dots22\text{м/с}$;

ρ – густина повітря, яка для стандартного стану повітря складає 1,2 кг/м³.

$$H_{уд} = \frac{1,2 \cdot 22^2}{2} = 290\text{ Па}.$$

$$H_{мер} = 50 + 920 + 499 + 290 = 1759\text{ Па}.$$

Тиск, який повинен утворити вентилятор збільшуємо на 10% і визначаємо за виразом

$$H_в = 1,1 \cdot H_{мер} = 1,1 \cdot 1759 = 1935\text{ Па}.$$

Витрати повітря, яке буде переміщувати вентилятор

$$Q_в = Q_ф.$$

За аеродинамічними характеристиками $H_в=f(Q_в)$ вибираємо вентилятор виробництва ВР 200-28-2,5. 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

$$N_{вент} = \frac{Q_в \cdot H_в}{1000 \cdot 3600 \cdot \eta_в \cdot \eta_{пер} \cdot \eta_{П}}, \text{ кВт},$$

де $\eta_в$ – ККД вентилятора (0,51);

$\eta_{пер}$ – ККД передачі (0,98);

η_{Π} – ККД, що враховує опір у підшипниках (0,98).

$$N_{\text{вент}} = \frac{924 \cdot 1935}{1000 \cdot 3600 \cdot 0,51 \cdot 0,98 \cdot 0,98} = 1,1 \text{ кВт}$$

Фактичну потужність електродвигуна N_y визначають за виразом:

$$N_y = K_3 \cdot N_{\text{вент}}, \text{ кВт},$$

де враховують коефіцієнт запасу потужності електродвигуна K_3 . Для електродвигунів потужністю до 5 кВт $K_3=1,15$.

$$N_y = 1,15 \cdot 1,1 = 1,265 \text{ кВт}.$$

Вибираємо електродвигун марки 4А80В2 - потужністю $N=2,2$ кВт з числом обертів $n=2930$ об/хв, масою – 62 кг за комплектацією заводу-виробника.

4.9 Аспірація машин луцильно-шліфувальних АІ-ЗШН-3 №1 та АІ-ЗШН-3 №2, які входять до єдиної аспіраційної мережі

Для аспірації із таблиці 1 додатка методичних вказівок (табл. 1 «Аеродинамічні дані технологічного та транспортного обладнання») вибираємо значення втрат повітря для аспірації однієї машини: $Q_{m1}=1000 \text{ м}^3/\text{год}$, $Q_{m2}=1000 \text{ м}^3/\text{год}$; $H_{m1}=30 \text{ Па}$ і $H_{m2}=30 \text{ Па}$ – опір обладнання.

Величину підсосів повітря Q_n в аспіруємому обладнанні, а також загальні витрати повітря, яке повинен знепилити фільтр ZEO-FC розраховуємо за виразом. Аспіраційне повітря відбирається одночасно від обох луцильно-шліфувальних машин $\Sigma Q_{\text{обл.}}$.

$$Q_{\phi} = \Sigma Q_{\text{обл.}} + Q_n = Q_{m1} + Q_{m2} + Q_n, \text{ м}^3/\text{год}$$

Кількість підсмоктуваного повітря приймаємо 5% від $\Sigma Q_{\text{обл.}}$.

$$Q_n = 0,05(Q_{m1} + Q_{m2}) = 0,05(1000 + 1000) = 100 \text{ м}^3/\text{год}.$$

$$Q_{\phi} = 1000 + 1000 + 100 = 2100 \text{ м}^3/\text{год} = 0,58 \text{ м}^3/\text{с}$$

Вибираємо фільтр-циклон ZEO-FC-2000. Площа фільтруючої поверхні рукавів $F_{\phi.p}=10,5 \text{ м}^2$.

Втрати тиску у фільтрі визначаємо за напруженістю тканини фільтра

$$q = \frac{Q_{\phi}}{F_{\phi.p}} = \frac{0,58}{10,5} = 0,055 \text{ м}^3/\text{с} \cdot \text{м}^2.$$

За графіком $H_{\phi}=f(q)$ (рис. 4 метод. вказівок) визначаємо опір фільтра $H_{\phi}=900 \text{ Па}$.

Розраховуємо опір мережі.

$$H_{\text{мер}} = H_{\text{пр}} + H_{\text{нов}} + H_{\text{ф}} + H_{\text{уд}}, \text{ Па.}$$

де $H_{\text{н}}$ – гідравлічний опір найбільш віддаленої машини за магістральним напрямком $H_{\text{м}}=30$ Па;

$H_{\text{нов}}$ – опір матеріалопроводу за магістральним напрямком, Па;

$H_{\text{ф}}$ – опір фільтра;

$H_{\text{уд}}$ – втрати тиску на удар, або вихід повітря в атмосферу, Па.

Розраховуємо опір повітропроводу за виразом

$$H_{\text{нов}} = \left(\lambda \frac{l}{D} + \sum \xi \right) \frac{\rho v^2}{2}, \text{ Па,}$$

де λ – коефіцієнт опору по довжині повітропроводу;

l – довжина прямолінійних ділянок повітропроводів, м ($l=10$ м);

D – діаметр повітропроводу, м;

ξ – коефіцієнт місцевого опору;

v – середня швидкість повітря в перерізі повітропроводу, м/с.

За номограмою Панченко (с.252, підручник).

Знаходимо за витратами повітря і рекомендованою його швидкістю – (13...14 м/с) – λ/D , D , v , $H_{\text{дин}}$.

$$\lambda/D=0,112; D=170\text{мм}; v=13,5\text{м/с}; H_{\text{дин}}=110 \text{ Па.}$$

Величину кожного місцевого опору в мережі за магістральним напрямком приймаємо $\xi=0,2$.

Так, як у нас за магістраллю 12 місцевих опорів, то

$$\sum \xi = 12 \cdot 0,2 = 2,4,$$

$$\text{Тому } H_{\text{нов}} = (0,112 \cdot 10 + 2,4) \cdot 110 = 387,2 \text{ Па.}$$

Розраховуємо витрати тиску на удар.

При факельному викиді

$$H_{\text{уд}} = \frac{\rho v_{\text{вих}}^2}{2}, \text{ Па,}$$

де $v_{\text{вих}}$ – швидкість повітря на виході з конфузора, приймаємо $v=20...22$ м/с;

ρ – густина повітря, яка для стандартного стану повітря складає 1,2 кг/м³.

$$H_{\text{уд}} = \frac{1,2 \cdot 22^2}{2} = 290 \text{ Па.}$$

$$H_{\text{мер}} = 30 + 900 + 387,2 + 290 = 1607,2 \text{ Па.}$$

Тиск, який повинен утворити вентилятор збільшуємо на 10% і визначаємо за виразом

$$H_6 = 1,1 \cdot H_{\text{мер}} = 1,1 \cdot 1607,2 = 1768 \text{ Па.}$$

Витрати повітря, яке буде переміщувати вентилятор

$$Q_6 = Q_\phi.$$

За аеродинамічними характеристиками $H_6=f(Q_6)$ вибираємо вентилятор виробництва ВР 200-28-2,5. Число обертів вала $n=2800$ об/хв, ККД – $\eta=0,55$. Визначаємо необхідну потужність за точкою перетину характеристик вентилятора і мережі, а необхідну потужність на валу вентилятора за формулою

$$N_{\text{вент}} = \frac{Q_6 \cdot H_6}{1000 \cdot 3600 \cdot \eta_6 \cdot \eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{П}}}, \text{ кВт,}$$

де η_6 – ККД вентилятора (0,51);

$\eta_{\text{пер}}$ – ККД передачі (0,98);

$\eta_{\text{П}}$ – ККД, що враховує опір у підшипниках (0,98).

$$N_{\text{вент}} = \frac{2100 \cdot 1768}{1000 \cdot 3600 \cdot 0,55 \cdot 0,98 \cdot 0,98} = 1,95 \text{ кВт}$$

Фактичну потужність електродвигуна N_y визначають за виразом:

$$N_y = K_3 \cdot N_{\text{вент}}, \text{ кВт,}$$

де враховують коефіцієнт запасу потужності електродвигуна K_3 . Для електродвигунів потужністю до 5 кВт $K_3=1,15$.

$$N_y = 1,15 \cdot 1,95 = 2,18 \text{ кВт.}$$

Вибираємо електродвигун марки 4А80В2 - потужністю $N=2,2$ кВт з числом обертів $n=2930$ об/хв, масою – 62 кг за комплектацією заводу-виробника.

Розділ 5. Електропостачання та енергозбереження

5.1 Мета та задачі проектування

Тема кваліфікаційної роботи «Будівництво комбікормового заводу продуктивністю 20 т/год в Закарпатській області».

Продуктивність заводу 320 т/добу, тривалість роботи 16 год на добу.

У відповідності з проектом електропостачання підприємства буде здійснюватися від двох незалежних джерел енергії за основної та резервної кабельної лінії з напругою 10 кВ, а на електричній підстанції буде встановлено два силових трансформатора.

Живлення силових установок та електроприводів робочих машин в цехах підприємства здійснюється трифазною системою напруг з номінальним значенням напруги 380/220 В 50 Гц, а мережа освітлення однофазною напругою 220 В 50 Гц.

Задачею теперішнього розрахунку є визначення розрахункової потужності трансформаторної підстанції, вибір потужності силових трансформаторів та установок для компенсації реактивної потужності, а також переріз і тип кабелів 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:

$$P_P = \frac{W_{\text{ПІТ}} \cdot M_{\text{ДОБ}}}{T_{\text{ДОБ}}}, \tag{5.1}$$

де P_P – розрахункова активна потужність підприємства, кВт

$W_{\text{ПІТ}}$ - питома витрата електроенергії для вироблення 1 т кормів складає

$W_{\text{ПІТ}} = 20 \dots 30$ кВт·год/т [36, табл. Д. 1], приймаємо $W_{\text{ПІТ}} = 24$ кВт·год /т;

$M_{\text{ДОБ}}$ – добова продуктивність підприємства, $M_{\text{ДОБ}} = 320$ т/добу;

$T_{\text{ДОБ}}$ – кількість годин використання підприємством розрахункової активної потужності за добу, $T_{\text{ДОБ}} = 16$ год.

					КРБ.ТЗіК.1.607-03.2.4		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Ротар В.С.			Будівництво комбікормового заводу продуктивністю 20 т/год в Закарпатській області	Літ.	Лист
Консультант		Штепа Є.П.					Листів
Керівник		Ворона Н.В.					108
Зав. каф.		Макаринська А.В.				ОНТУ 2024	
							9

Визначимо розрахункову активну потужність для підприємства:

$$P_P = \frac{24 \cdot 320}{16} = 480 \text{ кВт.}$$

Визначимо розрахункову активну потужність на освітлення приміщень лампами накаливання:

$$P_{OCB} = 0,1 \cdot P_P, \quad (5.3)$$

тоді

$$P_{OCB} = 0,1 \cdot P_P = 0,1 \cdot 480 = 48,0 \text{ кВт.}$$

5.3 Розрахунок повної потужності трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності підприємства

Повна потужність трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності визначається за формулою:

$$S_{ТП} = \sqrt{(P_P + P_{OCB})^2 + (Q_P - Q_{К НОМ})^2}, \quad (5.4)$$

де Q_P – розрахункова реактивна потужність приймачів:

$$Q_P = P_P \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (5.5)$$

де $\operatorname{tg} \varphi$ – коефіцієнт реактивної потужності, який знаходять по середньозваженому коефіцієнту потужності $\cos \varphi$ підприємства.

$$\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg}(\arccos \varphi), \quad (5.6)$$

для комбикормового заводу [37, табл. Д. 2] $\cos \varphi = 0,85$,

тоді $\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg}(\arccos 0,85) = 0,62$,

$$Q_P = P_P \cdot \operatorname{tg} \varphi = 480 \cdot 0,62 = 297,6 \text{ квар.}$$

Потужність компенсуючих пристроїв визначають за формулою:

$$Q_K = Q_P - Q_E, \quad (5.7)$$

де Q_E – оптимальна реактивна потужність, яка задається енергосистемою РЕС та звичайно складає:

$$Q_E = 0,3 \cdot (P_P + P_{OCB}). \quad (5.8)$$

Тоді потужність компенсуючих пристроїв складає:

$$Q_{\Sigma} = 0,3 \cdot (480 + 48) = 158,4 \text{ квар,}$$

$$Q_K = Q_P - Q_{\Sigma} = 297,6 - 158,4 = 139,2 \text{ квар.}$$

Вибираємо потужність, тип та кількість компенсуючих пристроїв [41, табл. Д. 3] з умови:

$$\sum Q_{К НОМ} = n \cdot Q_{НОМ} \geq Q_K. \quad (5.9).$$

Сумарна потужність компенсуючих пристроїв складе:

$$\sum Q_{К НОМ} = n \cdot Q_{НОМ},$$

де n – кількість компенсуючих пристроїв, $n = 3$;

Таблиця 5.1 Технічні дані конденсаторних компенсуючих установок

Тип	Номинальна напруга $U_{НОМ}$, кВ	Номинальна потужність $Q_{НОМ}$, квар	Номинальна ємність $C_{НОМ}$, мкФ	Число ступенів регулювання	Маса, кг
КС2-0,38-50-3У3	0,38	50	363	1	60

$Q_{НОМ}$ – номінальна потужність компенсуючого пристрою, $Q_{НОМ} = 50$ квар.

Тоді:

$$\sum Q_{КНОМ} = n \cdot Q_{НОМ} = 3 \cdot 50 = 150 \text{ квар} > Q_K = 139,2 \text{ квар, тобто умова (5.9)}$$

виконується.

Повна потужність трансформаторної підстанції складе:

$$S_{ТП} = \sqrt{(P_P + P_{ОСВ})^2 + (Q_P - Q_{КНОМ})^2} = \sqrt{(480 + 48)^2 + (297,6 - 150)^2} = 548,2$$

кВ·А.

Потужність одного трансформатора $S_{ТР}$ повинна забезпечувати навантаження не менш ніж 70...90% повної потужності ТП $S_{ТП}$ і складає:

$$S_{ТР} = (0,7 \dots 0,9) \cdot S_{ТП}, \quad (5.10)$$

тоді

$$S_{ТР} = 0,8 \cdot 548,2 = 438,6 \text{ кВ·А.}$$

Вибираємо [37, табл. Д. 4] тип силового трансформатора з умови:

$$S_{ТРНОМ} \geq S_{ТР}. \quad (5.11)$$

Таблиця 5.2 Технічні дані силових трансформаторів

Тип	Номинальна потужність $S_{НОМ}$, кВ·А	Номинальна 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	
ТМ-630/10-У1	630	10	0,4	2,1	1,05	5,50	4,5

Тоді:

$$S_{ТРНОМ} = 630 \text{ кВ·А} \geq S_{ТР} = 438,6 \text{ кВ·А, тобто умова (5.11) виконується.}$$

5.4 Перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності

Використовуючи графік добового навантаження комбікормового заводу (рис. 5.1) [38, табл. Д. 5], визначимо коефіцієнт завантаження трансформаторів:

$$K_{3T} = \frac{\sum S_i \cdot t_i}{24 \cdot 100}, \quad (5.12)$$

де K_{3T} – коефіцієнт завантаження трансформаторів;

S_i – навантаження ТП на i -тої ділянці часу, %;

t_i – тривалість i -тої ділянки часу, год.

Тоді:

$$K_{3T} = \frac{\sum S_i \cdot t_i}{24 \cdot 100} = \frac{20 \cdot 1 + 42 \cdot 1 + 38 \cdot 1 + 68 \cdot 2 + 78 \cdot 2 + 48 \cdot 1 + 80 \cdot 1 + 90 \cdot 2 + 85 \cdot 1 + 68 \cdot 1 + 78 \cdot 3 + 72 \cdot 2 + 75 \cdot 3 + 72 \cdot 2 + 75 \cdot 1}{24 \cdot 100} = 0,70.$$

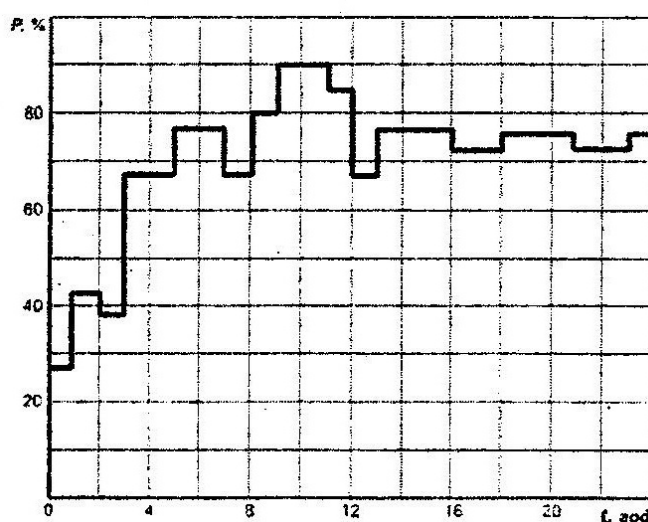


Рис. 5.1 Графік добового навантаження комбікормового заводу.

Максимальна потужність навантаження заводу складає на протязі першої зміни з 9 до 12 годин $t_{MI} = 3$ год., тоді загальна тривалість максимального навантаження за добу: $t_M = t_{MI} = 3$ год.

За графіком допустимих силових перевантажень силового трансформатора (рис. 5.2) [39, с. 6, рис. 3.1], визначаємо коефіцієнт допустимих перевантажень трансформатора:

$$K_{ДП} = 1,16 \text{ при } K_{3T} = 0,70 \text{ та } t_M = 3 \text{ год.}$$

Потужність кожного з двох трансформаторів з урахуванням їх перевантажень складе:

$$S_{TP} \geq \frac{S_{ТП}}{2 \cdot K_{ДП}}, \quad (5.13)$$

де $S_{ТП}$ – повна розрахункова потужність трансформаторної підстанції, кВ·А;

$K_{ДП}$ – коефіцієнт додаткового перевантаження трансформаторів.

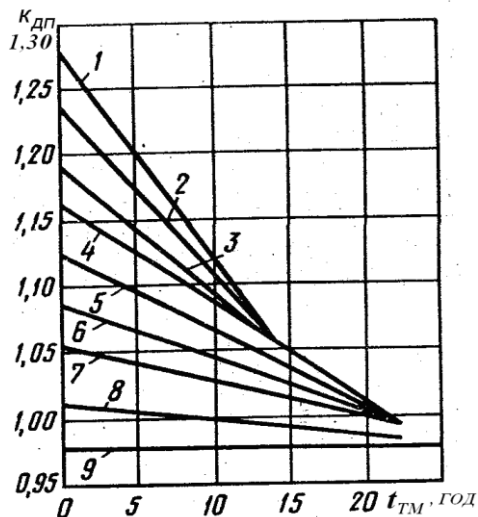


Рис. 5.2 - Графік допустимих перевантажень силових трансформаторів для $K_{3г}$:

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

$$S_{TP} \geq \frac{S_{ТП}}{2 \cdot K_{ДП}} = \frac{548,2}{2 \cdot 1,16} = 236,3 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

Уточняємо тип та номінальну потужність трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності [36-38, Дод. 3], та обираємо їх з умови (5.11):

$$S_{ТРНОМ} \geq S_{TP}.$$

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

Таким чином, потужність кожного з трансформаторів може бути знижена від 600 кВ·А до 250 кВ·А.

5.5 Техніко-економічне порівняння роботи силових трансформаторів

Визначимо приведені втрати у трансформаторі за формулами:

$$\Delta P'_X = \Delta P_X + K_E \cdot \Delta Q_X, \quad (5.14)$$

$$\Delta P'_K = \Delta P_K + K_E \cdot \Delta Q_K, \quad (5.15)$$

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:

$$\Delta Q_X = \frac{S_{НОМ} \cdot I_X \%}{100}. \quad (5.16)$$

ΔQ_K – реактивні втрати трансформатора у режимі К.З:

$$\Delta Q_K = \frac{S_{НОМ} \cdot U_K \%}{100}, \quad (5.17)$$

тоді
$$\Delta Q_X = \frac{S_{НОМ} \cdot I_X \%}{100} = \frac{250 \cdot 2,3}{100} = 5,8 \text{ кВт},$$

·
$$\Delta Q_K = \frac{S_{НОМ} \cdot U_K \%}{100} = \frac{250 \cdot 4,5}{100} = 11,3 \text{ кВт},$$

$$\Delta P'_X = \Delta P_X + K_{\Sigma} \Delta Q_X = 0,82 + 0,05 \cdot 5,8 = 1,11 \text{ кВт},$$

$$\Delta P'_K = \Delta P_K + K_{\Sigma} \Delta Q_K = 3,7 + 0,05 \cdot 11,3 = 4,27 \text{ кВт}.$$

Потужність, при якій економічно виправдано відключати від паралельної роботи один з двох трансформаторів визначають за формулою:

$$S_{ЕК} = S_{НОМ} \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{\Delta P'_X}{\Delta P'_K}}, \quad (5.18)$$

де $S_{НОМ}$ – номінальна потужність одного трансформатора, кВ·А.

Тоді
$$S_{ЭК} = 250 \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{1,11}{4,27}} = 180 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

Коефіцієнт навантаження двох трансформаторів $m = 2$ при цьому складе:

$$S\% = \frac{S_{ЭК}}{m \cdot S_{НОМ}} \cdot 100\%, \quad (5.19)$$

тоді
$$S\% = \frac{180}{2 \cdot 250} \cdot 100 = 36 \text{ } \%$$
.

Таким чином, при навантаженні підстанції менш ніж $S\% = 36\%$ 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 $\sum t = 3$ годин, що складе:

$$\Delta T_{MAX\%} = \frac{\sum t}{24} \cdot 100\%, \quad (5.20)$$

тоді
$$\Delta T_{MAX\%} = \frac{3}{24} \cdot 100 = 12,5\%.$$

При цьому тривалість використання розрахункової активної потужності на протязі року зменшиться і складе:

$$T'_{MAX} = T_{MAX} \frac{100 - \Delta T_{MAX\%}}{100}, \quad (5.21)$$

тоді
$$T'_{MAX} = 5000 \cdot \frac{100 - 12,5}{100} = 4375 \text{ год.},$$

де T_{MAX} – річний фонд годин роботи підприємства, для комбікормового заводу $T_{MAX} = 5000$ год.

5.6 Вибір перерізу жил та марки кабелю

Визначаємо розрахунковий струм ТП до компенсації реактивної потужності:

$$I_P = \frac{1000 \cdot S_P}{\sqrt{3} \cdot U_{НОМ}}, \quad (5.22)$$

де S_P – повна розрахункова потужність ТП без урахування компенсації реактивної потужності, кВ·А:

$$S_P = \sqrt{(P_P + P_{OCB})^2 + Q_P^2}, \quad (5.23)$$

тоді
$$S_P = \sqrt{(480 + 48)^2 + 297,6^2} = 606,1 \text{ кВ} \cdot \text{А},$$

$$I_P = \frac{606,1 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 380} = 922 \text{ А}.$$

Вибираємо кабель АВРГ- чотирьохжильний з мідними жилами і полівінілхлорідною ізоляцією прокладений у землі. За таблицею [38, с. 315] знаходимо стандартний переріз жил кабелю:

$$S_K = 95,0 \text{ мм}^2, \text{ струм } I_{ДОП} = 335 \text{ А}.$$

Тоді кількість паралельних кабельних ліній m складає

$$m = I_P / I_{ДОП} = 922 / 335 = 2,75 \text{ од.}$$

Приймаємо: $m = 3,0$ од., тобто одна кабельна лінія.

Перевіряємо вибраний переріз жил кабелю на допустиму втрату напруги:

$$\Delta U \% = \frac{10^5 \cdot (P_P + P_{OCB})}{U_{НОМ}^2} \cdot R_L, \quad (5.24)$$

$$R_L = \rho \cdot \frac{L}{S_O}, \quad (5.25)$$

де ρ – питомий погонний опір міді, $\rho = 0,018 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$;

L – довжина кабелю, $L = 120 \text{ м}$;

S_O – загальний переріз жил паралельних кабелів, $S_O = S_K \cdot m = 95,0 \cdot 3 = 285 \text{ мм}^2$.

Тоді:

$$R_L = 0,018 \cdot \frac{120}{285} = 0,008 \text{ Ом},$$

$$\Delta U \% = \frac{10^5 \cdot (480 + 48)}{380^2} \cdot 0,008 = 2,9 \ \%.$$

Умова допустимої втрати напруги в кабельній мережі:

$$\Delta U_{\text{доп}} = 5,0\% \geq \Delta U_P \ \% . \quad (5.26)$$

Тоді:

$\Delta U_{\text{доп}} = 5,0\% \geq \Delta U_P = 2,9\%$, тобто умова (5.26) виконується.

Висновок. Переріз жил кабелю обрано вірно.

5.7 Річні витрати електроенергії та їх вартість

Річна витрата електроенергії на виробництво продукції та освітлення підприємства складе:

$$W_A = (P_P + P_{OCB}) \cdot T_{\text{MAX}}, \quad (5.27)$$

$$W_A = (480 + 48) \cdot 5000 = 2640000 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Вартість електроенергії складає:

$$S_0 = d_0 \cdot W_A, \quad (5.28)$$

де d_0 – тариф на електроенергію, $d_0 = 4,75 \text{ грн./кВт год.}$,

тоді $S_0 = 4,75 \cdot 2640000 = 12\,540\,000 \text{ грн.}$

Розрахунки по економії електроенергії на підприємстві.

Розрахунковий струм лінії живлення ТП після компенсації реактивної потужності складе:

$$I'_P = \frac{1000 \cdot S_{\text{ТП}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = \frac{1000 \cdot 548,2}{\sqrt{3} \cdot 380} = 833,9 \text{ А}, \text{ а струм лінії живлення зменшиться}$$

на:

$$\Delta I_P \% = \frac{I_P - I'_P}{I_P} \cdot 100 \% = \frac{922 - 833,9}{922} \cdot 100 = 9,6\%,$$

що зменшить вартість втрат електроенергії в лінії живлення.

Втрати електроенергії в лінії живлення складають:

- до компенсації реактивної потужності навантаження підприємства:

$$W_L = 3 \cdot R_L \cdot I_P^2 \cdot T_{MAX} \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 0,008 \cdot 922^2 \cdot 5000 \cdot 10^{-3} = 102010 \text{ кВт} \cdot \text{год},$$

- після компенсації реактивної потужності навантаження підприємства:

$$W'_L = 3 \cdot R_L \cdot I'^2_P \cdot T_{MAX} \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 0,008 \cdot 833,9^2 \cdot 5000 \cdot 10^{-3} = 83446,7 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Втрати електроенергії у трансформаторах складають:

- при паралельній роботі двох трансформаторів у перебігу T_{MAX} :

$$W_{TP} = 2 \cdot \Delta P'_K \cdot T_{MAX} = 2 \cdot 4,27 \cdot 5000 = 42700 \text{ кВт} \cdot \text{год},$$

- при паралельній роботі двох трансформаторів у перебігу T'_{MAX} :

$$W'_{TP} = 2 \cdot \Delta P'_K \cdot T'_{MAX} = 2 \cdot 4,27 \cdot 4375 = 37362,5 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Витрати електроенергії на освітлення складають:

- для ламп розжарювання:

$$W_{OCB} = q \cdot P_P \cdot T_{MAX} = 0,10 \cdot 480 \cdot 5000 = 240000 \text{ кВт} \cdot \text{год},$$

- для люмінесцентних ламп:

$$W'_{OCB} = q' \cdot P_P \cdot T_{MAX} = 0,04 \cdot 480 \cdot 5000 = 96000 \text{ кВт} \cdot \text{год},$$

де q, q' - коефіцієнти, для ламп розжарювання $q = 0,1$; для люмінесцентних ламп – у залежності від їх типу [39, табл. Д. 6], $q' = 0,035 \dots 0,060$.

Результати розрахунків по економії електроенергії зведені у таблиці 5.5.

Таблиця 5.5. Витрати та економія електроенергії

Споживачі	Втрати електроенергії, кВт·год.		Економія електроенергії, кВт·год.
	До впровадження заходів по економії	Після впровадження заходів по економії	
Кабельна лінія	$W_L = 102010$	$W'_L = 83446,7$	$\Delta W_L = 18\,563,3$
Трансформатори	$W_{TP} = 42700$	$W'_{TP} = 37362,5$	$\Delta W_{TP} = 5\,337,5$
Освітлення	$W_{OCB} = 240000$	$W'_{OCB} = 96000$	$\Delta W_{OCB} = 144000$
Всього			$\Delta W = 167900,8$

Загальна річна економія електроенергії на підприємстві за розрахунками складає $\Delta W = 167900,8$ кВт·год, а річна вартість економії електроенергії дорівнює:

$$\Delta S_0 = d_0 \cdot \Delta W = 4,75 \cdot 167900,8 = 797\,528,8 \text{ грн.}, \text{ що складає:}$$

$$\Delta S\% = \frac{\Delta S_0}{S_0} \cdot 100\% = \frac{797528,8}{12\,540\,000} \cdot 100 = 6,4\% \text{ від річної вартості}$$

електроенергії $S_0 = 12\,540\,000$ 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 [40].

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) [41]:

- рухливі частини технологічного обладнання (конвеєри – 1, 2, 5 поверхи, просіювальні машини – 4, 5 поверхи, змішувачі – 2, 3 поверхи, прес-гранулятор – 3 поверх, кондиціонер – 4 поверх, молоткова дробарка – 2 поверх, подрібнювач – 2 поверх, лушпильні машини – 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, валковий подрібнювач – 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 (кондиціонер – 4 поверх, прес-гранулятор – 3 поверх, охолоджувач – 2 поверх);
- підвищена температура повітря робочої зони (кондиціонер – 4 поверх, прес-гранулятор – 3 поверх, охолоджувач – 2 поверх). Норма 15...21 °С, температура повітря за постійними робочими місцями 13...24 °С за НАОП 8.1.00.01-88;

					КРБ.ТЗіК.1.607-03.2.4			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Ротар В.С.			Будівництво комбікормового заводу продуктивністю 20 т/год в Закарпатській області	Літ.	Лист	Листів
Консультант		Ворона Н.В.					117	8
Керівник		Ворона Н.В.				ОНТУ 2024		
Зав. каф.		Макаринська А.В.						

– підвищений рівень шуму на робочому місці (кондиціонер – 4 поверх, прес-гранулятор – 3 поверх, дробарка – 2 поверх, подрібнювач – 2 поверх, транспортне обладнання); нормативне значення на постійному робочому місці дорівнює 80 дБА (згідно ДСТУ 12.1.003-83) [42];

– підвищений рівень вібрації на робочому місці (дробарка – 2 поверх, подрібнювач – 2 поверх, кондиціонер – 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) [43];

– підвищена чи понижена вологість повітря (кондиціонер – 4 поверх, прес-гранулятор 3 поверх, охолоджувач – 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) [41];

– 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] [44];

– гострі 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 прийомом 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 полами 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 пожежогасіння.

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/м^3 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 [45].

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. При цій температурі з поверхневих шарів починають виділятися газоподібні і пароподібні продукти, утворюючи навколо окремих частинок парогазової 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°C ;

IV - пожежонебезпечні, з нижньою концентраційною межею займання понад 65 г/м^3 і температурою займання в стані аерогелю вище 250°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 вискоєфективної роботи систем знепилення. Четверта умова - врахування пожежовибухонебезпеки виробництва на стадіях проєктування та експлуатації комбікормових заводів [45-47].

Розділ 7. Оцінка економічної ефективності інвестиційного проєкту будівництва комбікормового заводу в Закарпатській області

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 (І) 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.

$$T_p = 981,2 * 0,08 = 78,5 \text{ тис. грн}$$

$$Z_c = 981,2 * 0,02 = 19,6 \text{ тис. грн}$$

$$\text{ПВ}_{об} = 1,2 * (981,2 + 78,5 + 19,6 + 98,1) = 1412,9 \text{ тис. грн}$$

					КРБ.ТЗіК.1.607-03.2.4			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Будівництво комбікормового заводу продуктивністю 20 т/год в Закарпатській області	Лім.	Лист	Листів
Розробив		Ротар В.С.						
Консультант		Басюрікіна Н.Й.					125	11
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	Кіль- кість один иць	Вартість одиниці, тис.грн		Кошторисна вартість, тис.грн	
			обладнанн я	монтажу	обладнан ня	монтажу
Просіювальна машина № 1	УЗ-ДМП-10А	1	35	3,5	35	3,5
Магнітний сепаратор № 1	УЗ-ДКМ-00	1	25	2,5	25	2,5
Луцильні машини № 1, №2	А1-ЗШН-3	2	43	4,3	86	8,6
Аспіратор № 1	БДЗ-6	1	45	4,5	45	4,5
Ваги порційні тензометричні №1	УЗ-ДБДТ-3000	1	82	8,2	82	8,2
Просіювальна машина №2	УЗ-ДМП-20А	1	40	4	40	4
Магнітний сепаратор №2	УЗ-ДКМ-01	1	20	2	20	2
Молоткова дробарка	НМ 700-2D	1	146	14,6	146	14,6
Магнітний сепаратор №3	УЗ-ДКМ-01	1	20	2	20	2
Ваги бункерні №2	ВБ-500	1	75	7,5	75	7,5
Модуль мікродозування	ММД-50-6	1	29	2,9	29	2,9
Змішувач період. дії №1	СП-100	1	32	3,2	32	3,2
Змішувач періодичної дії №2	V-4000	1	45	4,5	45	4,5
Магнітний сепаратор №4, №5	УЗ-ДКМ-01	2	25	2,5	50	5
Кондиціонер тривалого витримування	СМ 901/СМ 30	1	35,4	3,54	35,4	3,54
Прес-гранулятор	С 750	1	61	6,1	61	6,1
Охолоджувач з протитеч. потоком повітря	ТК 2600	1	39,4	3,94	39,4	3,94
Подрібнювач валковий	GRM 161	1	25	2,5	25	2,5
Просіювальна машина №3	TRZ 1500-2	1	36	3,6	36	3,6
Всього					981,2	98,12

Розрахунок інвестицій у будівництво проводимо на основі методу питомих капітальних вкладень. Питомі капітальні вкладення на будівництво 1 м² виробничої будівлі заводу складають 15000 грн. Додатково необхідно

					КРБ.ТЗіК.1.607-03.2.4	Лист
						126
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дат		

врахувати капітальні витрати на проведення комунікацій (20 % від інвестицій на будівництво). Враховуючи загальну площу виробничої будівлі 13,7*17,7 м² інвестиції на будівництво становлять:

$$\text{ПВ буд} = 13,7 \cdot 17,7 \cdot 5 \cdot 15000 \text{ грн/м}^2 \times 1,2 / 1000 = 21824,1 \text{ тис. грн}$$

Комбікормовому заводу знадобляться оборотні кошти. Обсяг оборотних коштів визначають за формулою:

$$\text{ОК} = \text{ОВ} \times \text{Т об} / 360, \quad (7.1.3)$$

де ОК – оборотні кошти підприємства;

ОВ – обсяг виробництва продукції за рік (пункт 7.4);

Т об – тривалість 1 обороту оборотних коштів (40 днів).

$$\text{ОК} = 577191,9 \times 40 / 360 = 64132,4 \text{ тис. грн}$$

$$\text{I} = 1412,9 + 21824,1 + 64132,4 = \mathbf{87369,4} \text{ тис. грн}$$

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	320
2	Плановий фонд робочого часу підприємства, діб	230
3	Коефіцієнт використання виробничої потужності	0,7
4	Плановий обсяг виробництва к/к на рік, тис.т	51,5

Таким чином, плановий обсяг виробництва комбікорму становитиме 51,5 тис. т на рік.

Таблиця 7.3 – Виробнича програма підприємства

Вид продукції	Частка, %	Обсяг виробництва, тис. т
Рецепт ПКС-4-118	18,00	9,27
Рецепт ОК-83-102	23,00	11,85
Рецепт ПК-5-1-138	20,00	10,30
Рецепт ПК-11-2-96	22,00	11,33
Рецепт ПК-32-112	17,00	8,76
Всього	100,00	51,5

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 № ПКС-4-118

Назва інгредієнту	В рецепті, %	Ціна 1 т інгредієнту, грн	Вартість інгредієнту	
			В 1 т комбікорму, грн	У загальному обсязі виробниц- тва, тис. грн
Пшениця	20	5 500,00	1 100,00	10197,00
Ячмінь без плівок	40	5 500,00	2 200,00	20394,00
Висівки пшеничні	4,2	3 200,00	134,40	1245,89
Горох	10	7 600,00	760,00	7045,20
Соя повножирова СП 37 %	4	11 000,00	440,00	4078,80
Макуха соєва	12,8	17 000,00	2 176,00	20171,52
Олія соняшникова	1,5	31 500,00	472,50	4380,08
Дріжджі кормові СП 44 %	3	12 000,00	360,00	3337,20
Монохлоргидрат лізину 98 %	0,1	75 000,00	75,00	695,25
Сіль кухонна	0,2	12 800,00	25,60	237,31
Монокальційфосфат	1,2	45 000,00	540,00	5005,80
Крейда кормова	2	1 300,00	26,00	241,02
Премікс для поросят	1	50 000,00	500,00	4635,00
Всього	100,00		8 809,50	81664,07

Таблиця 7.5 – Витрати на сировину на 1 т повнораціонного комбікорму № ОК-83-102

Назва інгредієнту	В рецепті, %	Ціна 1 т інгредієнту, грн	Вартість інгредієнту	
			В 1 т комбікорму, грн	У загальному обсязі вироб- ництва, тис. грн
Пшениця	16,0	5 000,00	800,00	9480,00
Тритикале	25,0	4 500,00	1 125,00	13331,25
Висівки пшеничні	20,0	3 200,00	640,00	7584,00
Мучка кормова пшенична	20,0	3 700,00	740,00	8769,00
Шрот соєвий СП 46 %	0,9	20 000,00	180,00	2133,00
Шрот соняшниковий СП 38 %	10,0	8 000,00	800,00	9480,00
Дріжджі кормові СП 44%	5,00	12 000,00	600,00	7110,00
Монокальційфосфат	0,1	45 000,00	45,00	533,25
Знефторений фосфат кормовий	2,0	17 500,00	350,00	4147,50
Премікс для відгодівлі баранів- виробників	1,00	45 000,00	450,00	5332,50
Всього	100,00		5 730,00	67900,50

**Таблиця 7.6 – Витрати на сировину на 1 т повнораціонного комбікорму
№ ПК-5-1-138**

Назва інгредієнту	В рецепті, %	Ціна 1 т інгредієнту, грн	Вартість інгредієнту	
			В 1 т комбікорму, грн	У загальному обсязі вироб- ництва, тис. грн
Кукурудза	47,3	5 200,00	2 459,60	25333,88
Тритикале	2,5	4 500,00	112,50	1158,75
Мучка кормова пшенична	3,2	3 700,00	118,40	1219,52
Соя повножирова СП 37 %	20	15 900,00	3 180,00	32754,00
Шрот соєвий СП 46 %	4,4	20 000,00	880,00	9064,00
Макуха соняшникова СП 34 %	7	6 500,00	455,00	4686,50
Мука м'ясна СП 56 %	6	16 500,00	990,00	10197,00
Мука кісткова СП 30%	1,54	18 000,00	277,20	2855,16
Мука кров'яна СП 80 %	0,9	34 000,00	306,00	3151,80
Олія соняшникова	1,21	31 500,00	381,15	3925,85
Дріжджі кормові СП 44%	3	12 000,00	360,00	3708,00
Монохлоргідрат лізину 98 %	0,35	75 000,00	262,50	2703,75
DL -метіонін 98,5%	0,3	115 000,00	345,00	3553,50
L-треонін 98 %	0,08	75 000,00	60,00	618,00
Сіль поварена	0,12	12 800,00	15,36	158,21
Вапнякове борошно	1,1	500,00	5,50	56,65
Премікс для молодняка бройлерів	1	50 000,00	500,00	5150,00
Всього	100,00		10 708,21	110294,56

**Таблиця 7.7 – Витрати на сировину на 1 т повнораціонного
комбікорму № ПК-11-2-96**

Назва інгредієнту	В рецепті, %	Ціна 1 т інгредієнту, грн	Вартість інгредієнту	
			В 1 т комбікорму, грн	У загальному обсязі вироб- ництва, тис. грн
Кукурудза	38,8	5 200,00	2 017,60	22859,41
Тритикале	8,5	4 500,00	382,50	4333,73
Соя повножирова СП 37 %	14,2	15 900,00	2 257,80	25580,87
Макуха соняшникова СП 34 %	9,5	6 500,00	617,50	6996,28
Шрот соняшниковий СП 35 %	9,8	8 000,00	784,00	8882,72
Мука м'ясна СП 54 %	4,5	16 500,00	742,50	8412,53
Мука кісткова СП 30 %	0,7	18 000,00	126,00	1427,58
Олія соняшникова	2,9	31 500,00	913,50	10349,96
Дріжджі кормові СП 44%	4,7	12 000,00	564,00	6390,12
Сульфат лізину	0,46	40 000,00	184,00	2084,72
DL -метіонін 98,5%	0,11	115 000,00	126,50	1433,25
L-валін 98 %	0,03	450 000,00	135,00	1529,55
Сіль поварена	0,3	12 800,00	38,40	435,07
Фосфат дефторований	2	25 000,00	500,00	5665,00
Крейда кормова	2	1 300,00	26,00	294,58
Вапнякове борошно	0,3	500,00	1,50	17,00
Сода харчова	0,1	30 000,00	30,00	339,90
Сульфат натрію безводний	0,1	122 000,00	122,00	1382,26
Премікс для молодняка індичок	1	50 000,00	500,00	5665,00
Всього	100,00		10 068,80	114079,50

Таблиця 7.8 – Витрати на сировину на 1 т білково-вітамінно-мінеральної добавки № ПК-32-112

Назва інгредієнту	В рецепті, %	Ціна 1 т інгредієнту, грн	Вартість інгредієнту	
			В 1 т комбікорму, грн	У загальному обсязі виробництва, тис. грн
Ячмінь без плівок	40	5 300,00	2 120,00	18571,20
Кукурудза	22	5 200,00	1 144,00	10021,44
Продовження табл. 7.8				
Мучка кормова пшенична	3,2	3 700,00	118,40	1037,18
Шрот соєвий СП 46 %	11	20 000,00	2 200,00	19272,00
Шрот соняшниковий СП 35 %	10	8 000,00	800,00	7008,00
Олія соняшникова	3,3	31 500,00	1 039,50	9106,02
Дріжджі кормові СП 44%	5	12 000,00	600,00	5256,00
Монохлоргидрат лізину 98 %	0,1	75 000,00	75,00	657,00
DL -метіонін 98,5%	0,16	115 000,00	184,00	1611,84
Сіль поварена	0,3	12 800,00	38,40	336,38
Фосфат дефторований	2	25 000,00	500,00	4380,00
Крейда кормова	1,83	1 300,00	23,79	208,40
Сода харчова	0,1	30 000,00	30,00	262,80
Сульфат натрію безводний	0,01	122 000,00	12,20	106,87
Премікс для молодняку гусей	1	35 000,00	350,00	3066,00
Всього	100,00		9 235,29	80901,14

Загальні витрати на сировину представлені у таблиці 7.9.

Таблиця 7.9 – Розрахунок загальних витрат на сировину

Вид продукції	Обсяг виробництва, тис. т	Витрати на сировину на 1 т, грн	Загальні витрати на сировину, тис. грн
ПКС-4-118	9,27	8 809,50	81664,07
ОК-83-102	11,85	5 730,00	67900,50
ПК-5-1-138	10,30	10 708,21	110294,56
ПК-11-2-96	11,33	10 068,80	114079,50
ПК-32-112	8,76	9 235,29	80901,14
Всього	51,5	44551,8	454839,8

Витрати на матеріали для фасованого комбікорму приймаються на рівні 100 грн/т фасованого к/к. Передбачено фасувати 10 % продукції.

$$В \text{ мат} = 51,5 \times 0,1 \times 100 = 515 \text{ тис. грн}$$

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_{річ} – річний період роботи заводу в днях; 230

Г_{доб} – середня тривалість роботи заводу за добу; 16

Кс – коефіцієнт використання потужності електродвигунів; 0,7
 m – тариф за 1 кВт×год електроенергії для промислових підприємств (за звітними даними Закарпатської області). 4,75 грн

$$E = 700 \times 230 \times 16 \times 0,7 \times 4,75 / 1000 = 8565,2 \text{ тис. грн}$$

Витрати на паливо в зв'язку з організацією процесу гранулювання комбікормів на заводі розраховували за допомогою табл. 7.10.

Таблиця 7.10 – Розрахунок додаткової вартості палива

Показники	Гранулювання комбікормів
1. Річний обсяг гранулювання комбікормів, тис. т (70 %)	36,05
2. Норма витрат умовного палива на гранулювання 1 тони комбікорму, кг	12
3. Річна потреба в умовному паливі, т	432,6
4. Вид натурального палива	газ
5. Коефіцієнт переводу умовного палива в натуральне	0,88
7. Річна потреба в натуральному паливі, т (або куб. м)	380,7
7. Вартість 1 тони (або 1 куб. м) натурального палива, грн	8200
8. Вартість річної потреби натурального палива, тис. грн	3121,7

Загальні витрати на паливо та енергію:

$$B_{\text{пе}} = 8565,2 + 3121,7 = 11686,9 \text{ тис. грн}$$

Загальні матеріальні витрати:

$$MB = B_{\text{сир}} + B_{\text{мат}} + B_{\text{пе}} \quad (7.3.2)$$

$$MB = 454839,8 + 515 + 11686,9 = \mathbf{467041,7} \text{ тис. грн}$$

Витрати на оплату праці

За проектом для роботи підприємства необхідно 2 виробничих зміни. У структурі персоналу додатковий та управлінський персонал складає 30 % від виробничого.

Таблиця 7.11 – 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	1840	61879,2
Оператор	1	5	32,17	1840	59192,8
Вантажник	3	2	27,58	1840	152241,6
Апаратник	2	4	30,57	1840	112497,6
Технолог	1	5	32,17	1840	59192,8
Електрик	1	3	29,11	1840	53562,4
Всього основна заробітна плата	9				498566,4
Додаткова заробітна плата (60 %)					299139,8
Всього основна і додаткова заробітна плата					797706,2

Витрати на оплату праці на одну зміну –	797706,2 грн
Кількість змін –	2
Загальні витрати на оплату праці виробничого персоналу –	1595412,5 грн

Чисельність виробничого персоналу: $9 \times 2 = 18$ осіб.

Чисельність невикробничого персоналу: $18 \times 0,3 \approx 6$ осіб.

Загальна чисельність персоналу – 24 особи.

При середній заробітній платі одного працівника невикробничого персоналу у 10000 грн, фонд оплати праці невикробничого персоналу складе:

$6 \text{ чол.} \times 10000 \text{ грн} \times 12 \text{ міс.} / 1000 = 720,00 \text{ тис. грн.}$

Загальні річні витрати на оплату праці складають:

$B_{\text{оп}} = 1595,4 + 720,0 = 2315,4 \text{ тис. грн}$

Витрати на оплату Єдиного соціально внеску

Витрати на оплату Єдиного соціально внеску необхідно визначити, використовуючи встановлені ставки відрахувань (22 %):

$B_{\text{сз}} = 2315,4 \times 0,22 = 509,39 \text{ тис. грн}$

Витрати з амортизації основних засобів, нематеріальних активів та інших позаоборотних активів

Амортизаційні відрахування будівель, споруд ($\Delta A_{\text{бюд}}$) та обладнання ($\Delta A_{\text{обл}}$) можна розрахувати за формулою:

$$\Delta A_{\text{бюд(обл)}} = (PB_{\text{бюд(обл)}} - BB_{\text{бюд(обл)}}) * H_a / 100, \quad (7.3.3)$$

де $PB_{\text{бюд}}$ та $PB_{\text{обл}}$ – первісна вартість встановлених будівель, споруд та впровадженого обладнання;

$BB_{\text{бюд}}$ 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 ($H_a = 20 \%$).

$A_{\text{обл.}} = 1412,9 * 0,2 = 282,58 \text{ тис. грн}$

$A_{\text{буд.}} = 21824,1 * 0,05 = 1091,2 \text{ тис. грн}$

$A_{\text{заг}} = 282,58 + 1091,2 = 1373,78 \text{ тис. грн}$

Відрахування на ремонт будівель, споруд ($PM_{\text{бюд}}$) та обладнання ($PM_{\text{обл}}$) необхідно визначити у розмірі 30 % від амортизаційних відрахувань будівель, споруд та обладнання відповідно:

$$\Delta PM_{\text{бюд(обл)}} = 0,3 \times \Delta A_{\text{бюд(обл)}}, \quad (7.3.4)$$

$PM_{\text{буд}} = 1091,2 \times 0,3 = 327,4 \text{ тис. грн.}$

$PM_{обл.} = 282,58 \times 0,3 = 84,77$ тис. грн.

$PM_{заг} = 327,4 + 84,77 = 412,2$ тис. грн.

Загальні витрати за статтею «Амортизація» складають:

$1373,78 + 412,2 = 1785,98$ тис. грн.

Додаткові інші витрати

Інші витрати приймаємо на рівні 2 % від матеріальних витрат

$B_{інші} = 467041,7 \times 0,02 = 9340,8$ тис. грн

Всі статті собівартості продукції нового комбікормового заводу необхідно показати в табл. 7.12.

Таблиця 7.12 – Розрахунок виробничих витрат підприємства

Елементи економічних витрат	Сума витрат, тис. грн	
	Всього, тис. грн	на 1 т, грн
1. Матеріальні витрати	467041,7	9068,77
в тому числі: сировина та матеріали	455354,8	8841,84
паливо та енергія	11686,9	226,93
2. Витрати на оплату праці	2315,4	44,96
3. Відрахування на соціальні заходи	509,39	9,89
4. Амортизація основних засобів, нематеріальних активів та інших позаоборотних активів	1785,98	34,68
5. Інші витрати	9340,8	181,37
Всього витрат (собівартість виробленої продукції)	480993,3	9339,68

Загальна величина виробничих витрат (окрім витрат на сировину) складає 26153,5 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 577191,9 тис. грн, а прибуток – 48099,3 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.

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).

Таблиця 7.13 – Вихідні дані для оцінки економічної ефективності інвестицій

Показники	Значення
1. Річний обсяг реалізованої продукції, тис. грн	577191,9
2. Повна собівартість річного обсягу реалізованої продукції, тис. грн	480993,3
3. Прибуток від реалізації продукції, тис. грн	48099,3
4. Чистий прибуток підприємства, тис. грн	39441,4
5. Амортизація основних засобів, нематеріальних активів та інших позаоборотних активів, тис.грн	1786,0
7. Сума інвестицій у будівництво, тис. грн	87369,4

Строк їх окупності можна розрахувати за формулою:

$$T = I / (ЧП + А) \quad (7.4.1)$$

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.

$$T = 87369,4 / (39441,4 + 1786,0) = 2,1 \text{ роки}$$

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

Показники	Значення
1. Річний обсяг виробництва комбікормів у натуральному виразі, тис. т	51,5
2. Реалізована (вироблена) продукція, тис. грн	577191,9
3. Повна собівартість продукції, тис. грн	480993,3
4. Прибуток від реалізації продукції, тис. грн	48099,3
5. Витрати на 1 грн виробленої продукції, грн	0,83
6. Середньооблікова чисельність персоналу за основною діяльністю, чол.	24
7. Продуктивність праці, тис. грн/чол	24049,7
8. Середньорічна вартість основних виробничих засобів, тис. грн	23237,0
9. Фондовіддача, грн/грн	24,8
10. Середньорічна вартість оборотних коштів, тис. грн	64132,4
11. Рентабельність, %	
- продукції	10
- виробництва	45,1
12. Річна виробнича потужність, тис.т	73,6
13. Коефіцієнт використання виробничої потужності	0,7
14. Середня оптова ціна за 1 тону комбікорму (без ПДВ), грн	10273,6
15. Строк окупності будівництва, років	2,1

Висновок: Проєкт будівництва комбикормового заводу у Закарпатській області має господарську значущість та є економічно ефективним. Він вирішує соціальну проблему, бо забезпечує 24 робочі місця, продукція є якісною і дешевою, про що свідчить рентабельність 10 % і ціна 10,3 тис. грн за 1 т продукції. Про ефективність підприємства свідчать витрати на 1 грн реалізованої продукції – 93 коп. та доволі висока рентабельність виробництва – 45 %, що дозволить окупити інвестиції в обсязі 87369,4 тис. грн. за 2,5 роки.

Висновки та технічні пропозиції

1. Проведено аналіз проблем розрахунку рецептів комбікормової продукції.

2. На основі аналізу технологічних проблем виробництва та сировинних ресурсів були оптимізовані рецепти повнораціональних комбікормів для сільськогосподарської птиці та свиней. Ці рецепти забезпечують мінімальну вартість, відповідають всім вимогам щодо норм годівлі та обмеженням на введення компонентів, і можуть бути використані для забезпечення повноцінної годівлі тварин.

3. Розроблено технологію виробництва комбікормів на основі циклічної, порційної технологічної схеми. Ця схема дозволяє уникнути самосортування попередніх сумішей і розсипних комбікормів, зменшити витрати сировини та питомі витрати на виробництво, що є характерною проблемою для заводів з традиційною технологією.

4. Проведено технологічні розрахунки для транспортного та технологічного обладнання, а також оперативних бункерів. На основі цих розрахунків було обрано технологічне обладнання з урахуванням енергоспоживання та ефективного коефіцієнта 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, та лопатевих змішувачів, які забезпечують однорідність отримуваних сумішей на рівні понад 95%.

6. Встановлення лінії луцення зерна ячменю дозволить розширити асортимент готової продукції та використовувати власний лущений ячмінь у складі комбікормів.

7. Впровадження технологічного процесу кондиціонування на лінії гранулювання перед прес-гранулятором дозволить виготовляти більш якісну готову продукцію з більшою поживною цінністю та знизити витрати при послідовному гранулюванні комбікормів.

8. Проведено розрахунок комунікації, встановлено що фактичні кути нахилу самопливів більше гранично допустимих, що забезпечує стабільну роботу технологічного і транспортного обладнання.

9. На основі розрахунків розроблено графічну частину кваліфікаційної

роботи відповідно до вимог креслень та технічної документації.

10. Проведено розрахунок вентиляційного обладнання. Розглянуті особливості проектування аспіраційних установок комбикормових заводів, основні принципи компонування аспіраційних установок, методів розрахунку аспіраційних мереж. Розраховано локальний фільтр та фільтр-циклон ZEO-FG і ZEO-FV, підбрано режими очистки. Розраховано аспіраційну мережу просіювача TRZ 1500-2 №3 і норії НМ-30 №10, аспірацію машин луцильно-шліфувальних АІ-ЗШН-3 №1 та АІ-ЗШН-3 №2, які входять до єдиної аспіраційної мережі.

11. Впроваджені заходи до компенсації реактивної потужності, зниження номінальної потужності силових трансформаторів та відключення одного з них в 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 $\Delta S_0 = 797528,8$ грн./рік, що складає $\Delta S\% = 6,4\%$ от річної вартості електроенергії, яка складає $S_0 = 12540000$ грн.

12. Оцінка економічної ефективності проекту будівництва комбикормового заводу показала, що необхідно інвестиції у розмірі 87369,4 тис. грн та є доцільною, оскільки термін окупності складає 2,1 років.

Список літератури

1. Агропромисловий комплекс України, огляд ніші та реалії сьогодення // YC.Market: [Веб-сайт]. Одеса, 2024. URL: <https://blog.youcontrol.market/aghropromislovii-komplieks-ukrayini-oghliad-nishi-ta-riealiyi-soghodiennia/> (дата звернення: 28.02.2024).
2. Вишницька С. В. Стан та тенденції розвитку вітчизняного ринку комбікормів та біологічних мінерально-вітамінних добавок / С. В. Вишницька, О. В. Зозульов // Економічний вісник НТУУ "Київський політехнічний інститут". - 2023. - № 26. - С. 102-108.
3. Подашевська О.І. Вирішення питання оптимізації раціону сільськогосподарських тварин / О.І. Подашевська, Н.Г. Серебрякова, Н.І. Болтянська // <https://rep.bsatu.by/bitstream/doc/14915/1/vir-shennya-pitannya-optim-zac-rac-onu-s-lskogospodarskih-tvarin.pdf>.
4. Alltech Agri-Food Outlook, 2024.
5. Науковці: ми справді велика аграрна держава // Голос України [Веб-сайт]. - Одеса, 2024. - URL: <http://www.golos.com.ua/article/346504> (дата звернення: 03.03.2024).
6. Наукова бібліотека Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного: [Інтернет-портал]. - Одеса, 2024. - URL: <http://www.tsatu.edu.ua/biblioteka/1044/#:~:text=%D0%A3%D0%9A%D0%A0%D0%90%D0%87%D0%9D%D0%90%20%E2%80%93%D0%B0%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%80%D0%BD%D0%B0%20%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%B6%D0%B0%D0%B2%D0%B0%20%D0%B7%20%D0%B4%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D1%96%D0%BC%D0%B8,%D1%86%D1%83%D0%BA%D1%80%D1%83%2C%20%D0%BC%D0%B5%D0%B4%D1%83%20%D1%96%20%D1%81%D0%BE%D0%BD%D1%8F%D1%88%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%97%20%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%97.> (дата звернення: 10.02.2024).
7. Тваринництво України, 2022. Статистичний збірник // Державна служба статистики України, 2023.
8. Закарпаття — особлива роль у час і після війни // Урядовий кур'єр [Веб-сайт]. - Одеса, 2024. - URL: <https://ukurier.gov.ua/uk/articles/zakarpattya-osobliva-rol-u-chas-i-pislya-vijni/> (дата звернення: 02.02.2024).
9. Попередні підсумки роботи агропромислового комплексу

Закарпаття у 2023 році підбили на брифінгу в ОВА // Закарпатська обласна військова адміністрація [Веб-сайт]. - Одеса, 2024. - URL: <https://carpathia.gov.ua/news/poperedni-pidsumky-roboty-ahropromyslovoho-kompleksu-zakarpattia-u-2023-rotsi-pidbyly-na-bryfinhu-v-ova> (дата звернення: 21.04.2024).

10. Тваринництво // Закарпатська обласна військова адміністрація [Веб-сайт]. - Одеса, 2024. - URL: <https://carpathia.gov.ua/diyalnist/agropromislovist/tvarinnictvo> (дата звернення: 21.04.2024).

11. Бізнес-Гід [Веб-сайт]. - Одеса, 2024. - URL: <https://business-guide.com.ua/enterprises?o=200&v=141> (дата звернення: 09.01.2024).

12. Виробництво комбікорму // Друкарня [Веб-сайт]. - Одеса, 2024. - URL: <https://drukarnia.com.ua/articles/virobnictvo-kombikormu-PA-1s#heading-3-412> (дата звернення: 11.02.2024).

13. Кощенко О. М., Неділько Т. М., Шейко К. В. Особливості використання спеціалізованих комп'ютерних програм для розрахунку оптимальної рецептури комбікормів // Науковий вісник / ЛНУВМБТ імені С.З. Ґжицького. Львів, 2008., вип. 1 Т. 10. С. 202-207.

14. Оптимізація раціонів корму для птиці з урахуванням ціни компонентів // Poultry Market Птахівництво України і світу | менеджмент, аналітика, реформи, стандарти: [Веб-сайт]. Одеса, 2024. URL: <http://market.avianua.com/?p=3767> (дата звернення: 15.04.2024).

15. Способи розрахунку складу рецептів та технологічні способи виготовлення комбікормів // Мегалодон Інформаційно-аналітична платформа розвитку рибного господарства: [Веб-сайт]. Одеса, 2024. URL: <https://fishindustry.com.ua/sposobi-rozrachunku-skladu-receptiv-ta-texnologichni-sposobi-vigotovlennya-kombikormiv-chastina-40/> (дата звернення: 15.04.2024).

16. Як створюється рецептура комбікорму // GRANULA GOLD: [Веб-сайт]. Одеса, 2024. URL: <https://granulagold.com/yak-stvoryuyetsya-retseptura-kombikormu/> (дата звернення: 10.03.2024).

17. <https://www.winmixsoft.com/ru/>.

18. 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: ОТІХП, 1992 – 88 с.

19. Єгоров Б. В. Технологія виробництва комбікормів. - Одеса: Друкарський дім, 2011. – 448 с.
20. Местные минеральные подкормки в рационах животных [Електронний ресурс]. // Режим доступу: <http://www.ideasandmoney.ru/Ntrr-/Details/128538>
21. Монокальций фосфат кормовой [Електронний ресурс]. // Режим доступу: <http://cherkassy.prom.ua/p5082069-monokaltsij-fosfat-kormovoj.html>
22. Єгоров Б.В., Шаповаленко О.І., Макаринська А.В. Технологія виробництва преміксів. Навчальний посібник. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 288с.
23. 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.
24. 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.
25. 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.
26. 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.
27. 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

28. Гапонюк О.І. Методичні 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.

29. https://xn--80aqy.com.ua/katalog_elektrovdigatelei_air/

30. https://www.eib.org/attachments/pipeline/20120184_nts_ua.pdf

31. <https://www.metallum.com.ua/ua/blog/rekomendaczii-po-raschetu-aspiraczionnyix-ustanovok/rekomendaczii-po-komponovke-i-raschetam-aspiraczionnyix-ustanovok>

32. 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

33. <https://agrotimes.ua/article/aspiracziya-na-elevatori-klyuchovyj-element-tehnologiyi/>

34. <https://simo.com.ua/ua/obladnannya/sitovozdushnyie-separatoryi/separator-bsh-150>

35. Вентиляционные установки зерноперерабатывающих предприятий (Изд. 3-е, доп.и перераб. Под ред. Д-ра техн. Наук, проф. А.И. Дзядзио, - М.: Колос, 1974. - 400с.

36. Монтик П.М. Електротехніка та електромеханіка. Навчальний посібник. Львів: «Новий світ – 2000», 2007. - 500 с.

37. Иванов А.А., Монтик П.Н. Электротехника и основы электроники. Учебное пособие. Под общей редакцией П.Н. Монтика. - Одесса: «Друк», 2000. - 448 с.

38. Иванов А. А. Электрооборудование пищевых предприятий.- 5-е изд.,

перераб. и доп.- К.: Вища школа, 1985. – 287 с.

39. Методичні вказівки до виконання розділу дипломного проекту «Електрозабезпечення та енергозбереження» для студентів професійного напрямку / Укладачі: Монтік, Є.П. Штепа. – Одеса : ОНАХТ, 2008. - 15 с.

40. НПАОП 15.0-1.01-17 Правила охорони праці для працівників, зайнятих на роботах зі зберігання та переробки зерна.

41. НПАОП 40.1–1.01–97 Правила безпечної експлуатації електроустановок.

42. ДБН В.2.5-28-2019 Природне і штучне освітлення.

43. ДСН 3.3.6.037–99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.

44. ДСН 3.3.6.039–99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.

45. НАПБ Б.01.057-2006/200. Правила пожежної безпеки в агропромисловому комплексі України.

46. НАПБ Б.01.008-2018. Правила експлуатації та типові норми належності вогнегасників.

47. НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні.

48. Методичні вказівки до виконання розділів «Техніко-економічне обґрунтування», «Техніко-економічні показники» дипломного проекту на тему: «Будівництво нового елеватора» для студентів освітнього рівня «бакалавр» і «магістр» спеціальності 181 «Харчові технології» галузі знань «Виробництво та технології» освітніх програм «Технології зберігання і переробки зерна», «Кормова біоінженерія» денної та заочної форм навчання. / Укл. Н.Й. Басюркіна, Дмитренко Л.Д., Т.В. Свистун. [за ред. д.т.н., проф. Г.М. Станкевича]. Одеса: ОНАХТ, 2019. 31 с.

49. Методи проведення спеціальних економічних розрахунків : підручник / Осіпов П.В., Басюркіна Н.Й., Дудка Т.В. та ін.; [під ред. д.е.н., проф. П.В. Осіпова]. Одеса : Друк, 2010. 262 с.