

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



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

на тему: Розробка проєкту будівництва комбікормового заводу з застосуванням волого-теплової обробки

Здобувачки Пряхіна Поліна Андріївна
IV курсу ТЗХ-42а групи

Керівник доцент Цюндик О.Г.

Консультанти: професор Басюркіна Н.Й.
доцент Гончарук Г.А.
доцент Штепа Є.П.

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

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

Завідувачка кафедри ТЗіК _____ Алла МАКАРИНСЬКА

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

Пряхіної Поліни Андріївни

1. Тема роботи Розробка проекту будівництва комбікормового заводу з застосуванням волого-теплової обробки

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 (особливості застосування волого-теплової обробки у виготовленні комбікормів, характеристика сировини і комбікормової продукції, розрахунок рецептів комбікормової продукції на ЕОМ, аналіз і обґрунтування схеми технологічного процесу з технічними пропозиціями, розрахунок обладнання приймально-відпускних пристроїв, ємності складів для зберігання сировини, комбікормової продукції, розрахунок технологічного, транспортного обладнання, ємності оперативних бункерів, проектування внутрішньоцехової комунікації, технохімічний та технологічний контроль виробництва), розрахунок вентиляційного обладнання, електропостачання та енергозбереження, охорона праці, техніко-економічні показники.

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

Схема технологічного процесу (б/м) – 1 аркуш

Плани поверхів (М 1:50) – 5 аркушів

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

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	Цюндик О.Г., доц. к.т.н.		

7. Дата видачі завдання 23 жовтня 2023 р.

Керівник _____ Цюндик О.Г.
Завдання прийняв до виконання _____ Пряхіна П.А.

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 _____ Пряхіна П.А.
Керівник роботи _____ Цюндик О.Г.

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 Пряхіна П.А. _____

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. Цюндика О.Г. про перевірку на академічну доброчесність кваліфікаційної роботи здобувача СВО «Бакалавр» Пряхіної Поліни Андріївни, тема: «Розробка проєкту будівництва комбікормового заводу з застосуванням волого-теплової обробки». 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 81 %.

УХВАЛИЛИ: звіт доц. Цюндика О.Г. про перевірку на академічну доброчесність кваліфікаційної роботи здобувача СВО «Бакалавр» Пряхіної Поліни Андріївни, тема: «Розробка проєкту будівництва комбікормового заводу з застосуванням волого-теплової обробки» 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

Анотація

Тема кваліфікаційної роботи: Розробка проєкту будівництва комбикормового заводу з застосуванням волого-теплової обробки.

Мета кваліфікаційної роботи: виробництво конкурентоспроможної комбикормової продукції за розробленими рецептами повнораціонних комбикормів.

Кваліфікаційна робота включає шість розділів. У першому розділі проведено техніко-економічне обґрунтування. У другому розділі розглянуто особливості застосування волого-теплової обробки у виготовленні комбикормів; розглянута характеристика сировини і готової продукції; представлено розрахунок рецептів комбикормів за допомогою ЕОМ; проведено аналіз схеми технологічного процесу і наведено технічні пропозиції; проведений розрахунок приймально-відпускних пристроїв, ємності складів для зберігання сировини, готової продукції, технологічного та транспортного обладнання, ємності оперативних бункерів; представлена внутрішньоцехова комунікація; розглянуто технохімічний та технологічний контроль виробництва.

У третьому розділі проведено розрахунок вентиляційного обладнання. У четвертому розділі розглянуто аспекти електропостачання та енергозабезпечення. У п'ятому розділі проаналізовано вимоги охорони праці. У шостому розділі розраховані техніко-економічні показники.

Кваліфікаційна робота оформлена в 2 частинах:

- пояснювальна записка, викладена на 136 аркушах друкованого тексту, містить 32 таблиць, 6 рисунків, список літератури включає 43 найменувань.
- графічна, представлена на восьми аркушах формату А1: схема технологічного процесу виробництва комбикормової продукції – 1 аркуш (б/м), плани поверхів – 5 аркушів (М 1:50), розрізи (поздовжній і поперечний) – 2 аркуші (М 1:50).

Зміст

Вступ.....	7
Розділ 1. Техніко-економічне обґрунтування.....	8
1.1 Мета і результати, які очікуються.....	12
Розділ 2. Науково-технологічна частина.....	14
2.1 Особливості застосуванням волого-теплової обробки у виготовленні комбікормів.....	14
2.2 Характеристика сировини і готової продукції.....	23
2.3 Розрахунок рецептів комбікормової продукції на ЕОМ.....	29
2.4 Аналіз і обґрунтування схеми технологічного процесу з технічними пропозиціями.....	31
2.5 Розрахунок обладнання приймально-відпускних пристроїв..	33
2.6 Розрахунок ємності складів для зберігання сировини, готової продукції.....	38
2.7 Розрахунок технологічного обладнання.....	44
2.8 Розрахунок ємності оперативних бункерів.....	55
2.9 Розрахунок транспортного обладнання.....	65
2.10 Проектування внутрішньоцехової комунікації.....	69
2.11 Технохімічний та технологічний контроль виробництва.....	77
Розділ 3 Розрахунок вентиляційного обладнання.....	79
3.1 Мета і задачі вентиляційних установок.....	79
3.2 Особливості проектування аспіраційних установок комбікормових заводів.....	80
3.3 Основні принципи компонування аспіраційних установок...	82
3.4 Проектування, підбір та установка локальних фільтрів за аеродинамічними показниками.....	84

					КРБ.ТЗіК.1.607-03.1.3						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка проєкту будівництва комбікормового заводу з застосуванням волого-теплової обробки			Літ.	Арк.	Аркуші	
Розроб.		Пряхіна П.А.									
Керівник		Цюндик О.Г.							5	136	
Консульт.								ОНТУ 2024			
Зав.каф.		Макаринська А.В.									
Н. контр.											

3.5. Аспірація мережі, до якої входять: ваги ВБ-1000 №1 та конвеєр КСТ-200 №7.....	84
3.6 Аспірація конвеєра КСТ-200 №11 і конвеєра КСТ-200 №13 які входять до аспіраційної мережі.....	87
3.7 Розрахунок аспіраційної мережі просіювача VZ 800 2000 №1 і норії Е-20 №4.....	90
Розділ 4 Електропостачання та енергозбереження.....	94
4.1 Мета та задачі проектування.....	94
4.2 Визначення розрахункової активної потужності підприємства.....	95
4.3 Розрахунок повної потужності трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності.....	95
4.4 Перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здатності.....	97
4.5 Техніко-економічне порівняння роботи силових трансформаторів.....	99
4.6 Вибір перерізу жил та марки кабелю.....	101
4.7 Річні витрати та економія електроенергії та їх вартість.....	102
Розділ 5 Охорона праці.....	105
5.1 Правила та норми умов праці на комбікормовому заводі.....	107
5.2 Техніка безпеки в лабораторії.....	110
Розділ 6 Техніко-економічні показники.....	112
6.1 Розрахунок необхідної суми інвестицій на будівництво.....	112
6.2 Розрахунок виробничої програми.....	115
6.3 Розрахунок собівартості продукції.....	116
6.4 Розрахунок річного обсягу реалізованої продукції та прибутку від реалізації продукції.....	123
6.5 Оцінка економічної ефективності.....	124
Висновки та технічні пропозиції.....	127
Список літератури.....	128
Додаток А.....	133

Вступ

Комбікормове виробництво має критичне значення для розвитку тваринництва, оскільки майже половина або навіть вісімдесят відсотків продуктивності сільськогосподарських тварин залежить від зовнішніх умов, а найголовнішим чинником серед них є якість годівлі. Якщо годівля не належно забезпечена, це негативно впливає на їхню продуктивність і якість продукції, що, в свою чергу, впливає на їхню здатність до відтворення та загальний розвиток галузі.

Сучасна аграрна галузь стикається з різноманітними викликами, серед яких одним з найважливіших є забезпечення високоякісного корму для тваринного виробництва. Розвиток технологій у сфері виробництва комбікормів набуває все більшого значення з метою оптимізації якості кормів та ефективності їх використання. Одним із перспективних напрямків в цьому відношенні є використання волого-теплової обробки сировини для отримання високоякісного комбінованого корму.

Волого-теплова обробка сировини є одним із ключових аспектів у виробництві кормів, що дозволяє покращити якість кінцевого продукту та забезпечити його високу поживність для тварин. У цьому контексті, розробка та будівництво комбікормового заводу з використанням сучасних технологій волого-теплової обробки стає актуальним завданням, спрямованим на підвищення якості кормів та ефективність виробництва.

Споживання комбікорму після ВТО для птиці має позитивний аспект у підвищенні яйценосності - збалансований і легко засвоюваний корм сприяє стабільній продуктивності курей-несучок та покращує якість м'яса - у бройлерів підвищується якість м'яса завдяки кращому засвоєнню білків та жирів з комбікорму. Для свині покращується здоров'я кишківника – ВТО зменшує ризик розвитку діареї у поросят, оскільки знищується велика частина патогенних мікроорганізмів та оптимізація росту - краща засвоюваність поживних речовин сприяє швидкому і здоровому росту свиней

Розділ 1. Техніко-економічне обґрунтування

Найвищий попит на вирощувану худобу в Україні спостерігається серед таких видів як велика рогата худоба, свинарство та птахівництво. Країна має великі можливості для розвитку промисловості та виробництва продукції, здатної конкурувати на міжнародному ринку.

Найголовніший фактор оцінки поголів'я за попереднім аналізом, під час війни в Україні вже втрачено 15-20% поголів'я великої рогатої худоби, свиней і птиці. Але попри складнощі, галузь в Одеській області продовжує нарощувати потенціал. Станом на 1 жовтня 2023 року кількість свиней та птахів в регіоні, у порівнянні з минулим роком (табл. 1.1.1) [1].

Таблиця 1.1.1 – Чисельність поголів'я птиці та свині порівняно з 2022-2023 року в Одеській області

№	Поголів'я	Кількість поголів'я у 2022 році, тис.	Кількість поголів'я у 2023 році, тис.
1	Свині	142,1	137,2
2	Птиця свійська	2139,7	2046

Проте останнім часом галузь тваринництва опинилася в кризовому стані через наступні фактори, які впливатимуть на ситуацію в останні роки:

- 1. Низькі ціни на продукцію: через перепродукцію та велику конкуренцію на внутрішньому ринку країни ціни на м'ясо, молоко та яйця низькі;
- 2. Нестабільна економічна ситуація: у зв'язку зі зміною внутрішньої та зовнішньої політики стабільність економічної ситуації в країні коливається;

					КРБ.ТЗіК.1.607-03.1.3							
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Пряхіна П.А.			Розробка проекту будівництва комбикормового заводу з застосуванням волого-теплової обробки			Літ.		Арк.	Аркушів	
Керівник										8	136	
Консульт.		Бастюркіна Н.Й.						ОНТУ 2024				
Зав.каф.		Макаринська А.В.										
Н. контр.												

3. Проблеми з експортом: через зміни та обмеження вимог міжнародного ринку, викликані епідемією та іншими факторами, експорт продукції тваринництва став ускладненим;
4. Неефективне управління: деякі підприємства в галузі мають проблеми з управлінням, низьку ефективність виробництва та низьку конкурентоспроможність;
5. Високі витрати на корми: на фоні зростання цін на сировину та енергоносії вартість кормів для тварин зросла, що призвело до зростання собівартості продукції;
6. Проблеми з якістю продукції: деякі проблеми з якістю та безпекою тваринницької продукції також впливають на репутацію галузі.

З урахуванням вищенаведених факторів, особливо того, що сучасні технології у розробці рецептів кормів та підвищення технологічного рівня є одним із ключових факторів у покращенні галузі тваринництва, яка безпосередньо впливає на виробництво комбікормів, я припускаю, що будівництво комбікормового заводу з використанням волого-теплової обробки є дуже вигідним рішенням. Ось деякі переваги комбікорму, виготовленого цим способом [2,3]:

1. Підвищена засвоюваність: вологотеплова обробка сприяє підвищенню біодоступності поживних речовин, що полегшує їх засвоєння та підтримує здоров'я та продуктивність тварин;
2. Оптимізація рецептури: сучасні технології дозволяють точно дозувати та комбінувати складові для отримання оптимального складу корму, що задовольняє потреби тварин у поживних речовинах;
3. Підвищення якості продукту: використання волого-теплової обробки дозволяє підтримувати високу якість комбікорму та покращує його властивості для оптимального споживання тваринами;
4. Ефективне використання сировини: цей метод дозволяє ефективно використовувати сировину, що допомагає знизити витрати на виробництво та підтримує стабільність виробництва;

Відсоткове зростання з 2022 до 2023 року відсоток комбікормів з волого-тепловою обробкою збільшився на 3% (табл. 1.1.2) [4].

Таблиця 1.1.2 – Кількість комбікормів з волого-тепловою обробкою в Україні дані за 2022 та 2023 роки

Рік	Кількість комбікормів з волого-тепловою обробкою, тонн	Відсоток від загальної кількості вироблених комбікормів, %
2022	520	25
2023	600	28

Це зростання вказує на підвищений інтерес до використання волого-теплової обробки у виробництві комбікормів, що може бути пов'язано з покращенням якості продукції та зменшенням ризику контамінації.

Загалом, волого-теплова обробка комбікорму разом із сучасними технологіями у розробці рецептів кормів відкриває широкі перспективи для покращення якості та ефективності виробництва кормів у тваринництві.

Розташування комбікормового заводу є важливим критерієм, оскільки воно може значно вплинути на ефективність виробництва та конкурентоспроможність продукції. Ось деякі фактори з відповідними цифрами і відсотками, що підтверджують доцільність розташування комбікормового заводу в Одеській області [5]:

1. Транспортна інфраструктура:

- Порти: Одеська область має доступ до портів Чорного моря, що забезпечує зручні шляхи для імпорту сировини та експорту готової продукції. Це може знизити транспортні витрати на 10-20%;
- Залізничне сполучення: область має розвинену залізничну мережу, що полегшує перевезення великих обсягів сировини та продукції;

2. Агрокліматичні умови:

- Виробництво зернових: Одеська область є одним з лідерів у виробництві зернових культур в Україні. У 2022 році область виробила близько 5 мільйонів тонн зернових, що становить приблизно 10% від загального

обсягу виробництва зернових в Україні. Це забезпечує доступ до якісної сировини для виробництва комбікормів;

3. Економічні фактори:

- Вартість землі та праці: вартість землі та витрати на оплату праці в Одеській області можуть бути нижчими в порівнянні з іншими регіонами України, що знижує загальні виробничі витрати.
- Державна підтримка: місцеві програми підтримки агропромислового комплексу можуть включати субсидії та податкові пільги, що сприятиме зниженню витрат на відкриття та функціонування заводу;

4. Логістичні переваги:

- Близькість до основних ринків збуту: розташування в Одеській області забезпечує доступ до внутрішнього ринку України та можливість експорту продукції до Європи та Азії;

Отже, всі ці чинники разом можуть зробити Одеську область ключовим місцем для успішного функціонування та розвитку комбікормового заводу.

Комбікорм для птиці та свиней може бути більш популярним в Україні порівняно з іншими видами комбікормів з кількох причин:

1. Великий попит: в Україні є великий попит на м'ясо птиці та свинину, що призводить до постійного попиту на комбікорм для цих тварин. Це створює стабільний та постійний ринок для виробників комбікормів;
2. Висока валентність продукції: м'ясо птиці та свинини має високу валентність і широке застосування в харчовій промисловості, що забезпечує стабільний попит на комбікорм для їх вирощування;
3. Економічна ефективність: комбікорм для птиці та свиней може бути економічно вигідним виробникам, оскільки його виробництво може бути більш ефективним і зручним для використання порівняно з іншими видами комбікормів. Це дозволяє зменшити витрати на кормлення та підвищити ефективність виробництва м'яса та яєць;

4. Підтримка виробників: Виробництво комбікорму для птиці та свиней може підтримувати внутрішніх виробників кормів, що сприяє розвитку місцевої агропромислової галузі та стимулює економічний розвиток сільського господарства.

Споживання свинини в Україні серед м'яса є 2 по кількості, поступаючись лише птиці, через її малу вартість (рис. 1.1.1). В середньому за рік середньостатистичний українець споживає 20 кілограмів свинини, 26 кілограмів птиці та 7 кілограмів яловичини [6].

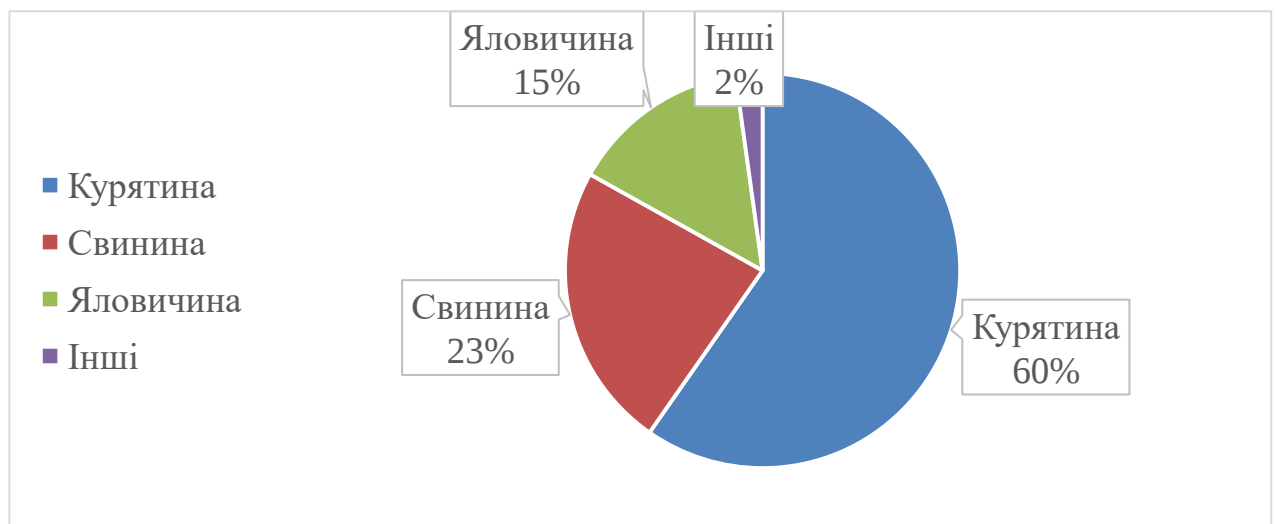


Рис. 1.1.1 – Ринок м'яса України в 2022 році, в натуральних показниках, %

1.1 Мета і результати, які очікуються

Завдяки власному виробництву комбікормів планується їх заготівля та відвантаження на ферми. Будівництво нового комбікормового заводу з застосуванням волого-теплової обробки потужністю 150 т/добу збільшить асортимент продукції, дасть робочі місця.

На комбікормовому заводі встановлюємо порційну технологію та плануємо річний обсяг виробництва комбікормової продукції у обсязі 31,4 тис.т.

Економічна мета проекту:

1. Ефективність виробництва — використання волого-теплової обробки підвищує якість комбікорму, зменшуючи ризики контамінації. Це робить комбікорм більш привабливим для фермерів та підприємств, що підвищує конкурентоспроможність продукції (виробництво конкурентоспроможної продукції за розробленими рецептами повнораціонних комбікормів);

2. Висока валентність продукції — комбікорми для птиці та свиней мають широкий спектр застосування, що дозволяє виробникам оперативно реагувати на зміни ринку та потреби споживачів (збільшення прибутку підприємства за рахунок зростання обсягів реалізації комбікормової продукції);

Очікуваний строк окупності – до 1,5 року, що свідчить про доцільність та економічну ефективність проекту.

Розділ 2. Науково-технологічна частина

2.1 Особливості застосуванням волого-теплової обробки у виготовлені комбікормів

Важливим і невід’ємним етапом у виробництві комбікормів є процес гранулювання комбікормової продукції, проте він є одним із найбільш енергоємних і витратних процесів [7].

Гранулювання забезпечує стабільну однорідність комбікорму, покращує гігієнічні показники, підвищує поживну цінність, подовжує термін зберігання кормів. Інгредієнти комбікорму не сортуються самостійно при гранулюванні, що зменшує втрати при транспортуванні та зберіганні. Це також підвищує ефективність використання зерносховищ, силосів і складів.

Щоб досягти високих показників ефективності процесу гранулювання, фахівці оперують цими факторами [7]:

- 1. Фізико-хімічні властивості розсипного комбікорму (дана група факторів об’єднує властивості компонентів комбікорму, які впливають на ефективність процесу). До першої групи факторів слід віднести масовий вміст вологи у комбікормовій продукції, об’ємну масу, її стан, хімічний склад, структуру, та інше.
- 2. Конструктивно-кінематичні фактори (обумовлені в основному особливостями технологічного і допоміжного обладнання). До другої групи відносять геометричну форму робочих органів, стан поверхні, зазор, частоту обертання та кількість шнека, тривалість обробки, тощо.
- 3. Технологічні чинники (обумовлені технологією підготовки компонентів і самою технологією гранулювання). До третьої групи факторів відносять об’єм виділеної вологи, спосіб її підведення (пара чи вода), температура обробки, надлишковий тиск в робочій зоні гранулятора, діаметри отвору

					КРБ.ТЗіК.1.607-03.1.3				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка проєкту будівництва комбікормового заводу з застосуванням волого-теплової обробки	Літ.		Арк.	Аркушів
Розроб.		Пряхіна П.А.							
Керівник		Цюндик О.Г.						14	136
Консульт.						ОНТУ 2024			
Зав.каф.		Макаринська А.В.							
Н. контр.									

матриці [8].

Стандартний процес приготування комбікормів включає такі технологічні етапи: очищення зернової та білкової сировини при прийманні, попереднє подрібнення компонентів, зважування та дозування, змішування готової суміші компонентів для отримання розсипного комбікорму. Потім розсипний комбікорм проходить зволоження, гранулювання, сушіння або охолодження гранул.

З метою підвищення ефективності протікання фізико-біологічних змін очищене зерно піддається волого-тепловій обробці (ВТО). Задача ВТО полягає в тому, щоб змінити міцність ендосперму і оболонки зерна [9].

Волого-теплова обробка комбікорму є важливим процесом, який здійснюється для покращення його якості, підвищення поживності та зниження вмісту шкідливих речовин. Цей процес включає декілька етапів, основними з яких є кондиціонування, екструдкування, гранулювання та охолодження.

Волого-теплова обробка комбікорму має кілька основних переваг у виробництві комбікормів та інших продуктів:

1. Збільшення поживності: обробка вологим теплом допомагає покращити засвоєння твариною поживних речовин. Вона руйнує клітинні стінки і допомагає отримати корисні речовини, такі як білки і вуглеводи;
2. Створює стерильність: волога-теплова обробка може знищити шкідливі мікроорганізми та мікотоксини, які можуть бути присутніми в сировині. Це допомагає підтримувати безпеку та якість продукції;
3. Покращена структура продукту: приготування на пару допомагає збільшити різноманітність текстур продукту, що сприяє смаку та привабливості для тварин;
4. Подовжений термін придатності: обробка вологим теплом може подовжити термін придатності продукту, особливо якщо разом із ним використовуються інші методи збереження, такі як сушіння або заморожування.

5. Підвищення продуктивності: процес може бути автоматизованим і швидким, що допомагає скоротити час обробки та збільшити врожайність.
6. Менша втрата поживних речовин: порівняно з іншими методами обробки, пропарювання у вологому теплі може зберегти більше поживних речовин.

Цей метод обробки особливо підходить для виробництва комбікормів для різноманітних сільськогосподарських тварин, включаючи свиней, велику рогату худобу, птицю та рибу. Покращуючи харчування та знижуючи ризик захворювання, оброблені комбікорми допомагають підвищити продуктивність і здоров'я тварин, зрештою покращуючи економіку ферми.

Кондиціонування комбікорма - це процес, під час якого комбікорм обробляється парою, щоб покращити його якість і властивості. Цей процес сприяє поліпшенню санітарних та гігієнічних параметрів комбікорма, підвищенню засвоєння поживних речовин тваринами, а також продовженню терміну зберігання продукту. Під час кондиціонування сировина зволожується і нагрівається парою для полегшення процесу гранулювання. Звичайно, вологість сировини підвищується до 15-17%, а температура до 80-85°C [10].

Кондиціонування також сприяє пом'якшенню структури корму та знищенню шкідливих мікроорганізмів.

Процес кондиціонування є найважливішим процесом у переробці курячих кормових продуктів. Вологість кондиціонування, температура кондиціонування та час кондиціонування є ключовими факторами контролю кінцевого ефекту кондиціонування матеріалу. У процесі кондиціонування парою носієм теплової енергії є волога. Кількість кондиціонуючої води впливає на температуру відпуску. Вологість кондиціонування регулюється шляхом контролю кількості доданої пари, а час кондиціонування визначає кількість пари. Використання води та теплової енергії [11].

Кондиціонування комбікорма включає кілька фаз:

1. Підготовка сировини: очищення сировини від бруду та інших домішок вимагає попереднього подрібнення інгредієнтів для полегшення подальшої обробки.

2. Зволоження: зволоження сировини шляхом додаванням вологи допоможе покращити властивості та якість комбікорму.
3. Паровий нагрів: обробка паром – це нагрівання вологої сировини до заданих температурних параметрів, що сприяє зміцненню структури та покращенню засвоєння поживних речовин.
4. Гранулювання: після кондиціонування відбувається процес гранулювання, під час якого сировина перетворюється на гранули або палети для зручного годування та споживання тваринами.
5. Сушіння або охолодження: гранули комбікорму можуть пройти додаткову обробку, таку як сушіння або охолодження, щоб забезпечити тривалий термін служби та зберігання продукту без втрати якості.

Кожен етап важливий для забезпечення якості та ефективності комбікорму під час виробництва.

Кондиціонування комбікорму має наступні переваги:

1. Підвищена поживна цінність: під час процесу кондиціонування підвищується біодоступність поживних речовин, які краще засвоюються тваринами та покращують поживну цінність комбікорму;
2. Зниження ризику захворювань: обробка паром покращує стандарти гігієни та зменшує кількість шкідливих мікроорганізмів у комбікормі, тим самим знижуючи ризик захворювання тварин;
3. Покращення текстури: кондиціонування допомагає зробити текстуру комбікорму більш однорідною та стабільною, що сприяє його подальшій переробці та використанню в годівлі тварин;
4. Подовжений термін придатності: кондиціонування допомагає покращити якість комбікормів при тривалому зберіганні, зменшуючи втрати та покращуючи стабільність інгредієнтів;
5. Покращена ефективність корму: кондиціоновані корми забезпечують кращий ріст і здоров'я тварин, тим самим підвищуючи ефективність кормів і знижуючи витрати на обробку.

Усі ці переваги роблять кондиціонування важливим етапом у виробництві комбікормів, що сприяє підвищенню якості продукції та її ефективності при годівлі тварин.

Експандування комбікорму — це процес, який передбачає обробку корму високою температурою та тиском із наступним раптовим зниженням тиску. Цей спосіб використовують для поліпшення поживних властивостей корму, підвищення його перетравності та збереження [12]. Експандування стає все більш популярним у тваринницькій галузі завдяки численним перевагам.

Процес експандування складається з кількох основних етапів:

1. Попереднє змішування: повністю змішати інгредієнти комбікорму до досягнення однорідності.
2. Екструдкування: вплив на суміш високої температури та тиску. Зазвичай температура досягає 90-140°C, а тиск 40-50 бар.
3. Раптове падіння тиску: після екструзії суміш швидко викидається в атмосферу, спричиняючи розширення та охолодження гранул комбікорму.

Експандування є важливим технологічним процесом виробництва комбікорму, що полягає в обробці сировини під дією високого тиску і температури у спеціальних експандерах.

Експандер виявилися особливо ефективним для зміцнення гранул і зменшення їх крихкості. Завдяки його використанню ступінь клейстеризації крохмалю є високим навіть при додаванні великої кількості жиру, патоки та інших рідких добавок.

Інтенсивна термічна обробка або «варіння» в експандері перед гранулюванням замінює або доповнює традиційне кондиціонування парою. Тоді стандартний прес-гранулятор починає виконувати функцію формувального пристрою, тим самим зменшуючи споживання енергії під час [12].

Експандований структурований корм можна отримати з будь-якого окремого компонента чи зернової культури, концентрату з високим вмістом

обмінної енергії, готового до вживання комбікорму, або білкового концентрату.

Технологічна схема виробництва експандованих комбікормів, що рекомендується, включає наступні операції [12]:

1. подача розсипної кормосуміші з бункера-накопичувача дозуючим шнеком;
2. попереднє кондиціювання за допомогою пари, води та інших рідин у змішувачі-кондиціонері, яке здійснюється при температурі 80-90°C та вологості близько 18%. Час кондиціювання становить від кількох секунд до 2 хв;
3. В окремих випадках додаткове кондиціювання для більш глибокої обробки продукту у спеціальному пристрої з подачею пари (близько 10 хв, температура до 100 ° C);
4. Гідробаротермічна обробка комбікорму в експандері за температури 100-140°C, тиску 20-40 бар (1,96-3,92 МПа), вологості близько 18-20%;
5. Подрібнення корму в сгруктураторі для отримання однорідного продукту;
6. При необхідності одержання гранульованого комбікорму – пресування в грануляторі за стандартних параметрів виробництва;
7. Охолодження гранульованого чи розсипного експандату, зниження вологості до 10-12%. Охолоджені гранули можуть прямувати на вальцевий верстат (кришитель) для отримання стартових кормів у вигляді різнорозмірної крупки при подальшому просіюванні на віброситах.

Експандування дає змогу досягти однакового або більш високого ступеню модифікації крохмалю в порівнянні з попереднім запарюванням, що позитивно впливає на процес перетравлювання комбікорму [13].

Експандування має низку переваг:

1. Покращує засвоюваність: високі температури та тиск розщеплюють антипоживні речовини, такі як інгібітори протеази та фітати, тим самим покращуючи засвоюваність і засвоєння поживних речовин;
2. Поліпшення якості здоров'я: експандування знищує патогенних мікроорганізмів і паразитів, що підвищує безпеку комбікормів для тварин.
3. Покращене засвоєння поживних речовин: експандування підвищує біодоступність важливих амінокислот, вітамінів і мінералів, тим самим сприяючи кращому росту та здоров'ю тварин.
4. Зменшення втрат під час зберігання: експандований комбікорм менш сприйнятливий до утворення пилу та вологи, тому зберігання можна продовжити без втрати якості.

У результаті експандування перетравність птицею протеїну зростає в середньому на 4,4%, крохмалю – на 0,6%, жиру – на 12,3%, клітковини – на 9,3%, засвоєння птицею метаболічної енергії – більше ніж на 100 ккал/кг [14].

Експандування кормової сировини вважається одним з найефективніших методів для покращення поживних властивостей і забезпечення санітарної безпеки кормів для птиці.

Використання експандерів дає змогу отримувати готовий продукт у вигляді комбікормової крупки без гранулювання розсипного комбікорму. В цьому випадку суттєво зростає продуктивність технологічного процесу отримання комбікормової крупки і зменшуються питомі витрати.

Аналіз тенденцій розвитку виробництва кормових продуктів показує, що в найближчому майбутньому виробити такого вигляду займуть важливе місце під час створення комбінованих продуктів [15].

Охолодження комбікорму є важливим етапом виробництва після гранулювання. Після обробки комбікорму при високих температурах його необхідно охолодити до оптимальної температури, перш ніж його можна буде пакувати та зберігати. Основне призначення охолоджувального комбікорму –

забезпечення стабільності, запобігання утворенню конденсату та збереження його якості.

Процес охолодження комбікорму може здійснюватися в спеціальних охолоджуючих барабанах або бункерах-охолоджувачах, де використовується система циркуляції повітря або інші методи зниження температури. Охолодження важливо для того, щоб комбікорм залишався захищеним від вологи та не втрачав своїх поживних властивостей.

Призначення цього процесу забезпечити охолодження гарячих гранул або знизити їх температуру до температури, що перевищує температуру навколишнього повітря на 10...15 °C [16].

Технологічний процес в охолоджувальній колонці полягає в наступному. Підготовлені у прес-грануляторі гранули одночасно при виході з матриці направляють у колонку. Потік гранул має бути відрегульований так, щоб кількість включень приводу розвантажувального пристрою від нижнього датчика було мінімальним [16].

Охолодження комбікорму після обробки є одним із ключових етапів у процесі виробництва комбікорму, що допомагає забезпечити якість, довговічність та безпеку споживання тваринами.

Охолодження комбікорму після гранулювання або іншої технічної обробки має свої етапи і режими, які впливають на якість і характеристики кінцевого продукту.

На процес охолодження гранул після пресування, в основному, впливають такі параметри [17]:

1. температура повітря, використовуваного для охолодження;
2. вміст жиру в гранулах;
3. вологість охолоджуваного повітря.

При цьому, температура гранул після охолодження залежить від температури охолоджуючого повітря, що забирається з приміщення, в якому встановлений охолоджувач [17].

Температура гранул після охолодження не повинна перевищувати температуру оточуючого середовища більше, ніж на 10°C, а вологість повинна бути не вищою, ніж 14,5% [18].

При охолодженні важливо забезпечити швидкість повітряного потоку в межах 0,4...0,5 м/с при витратах повітря 1500 м³ /т. Тривалість охолодження гранул діаметром менше 4,5 мм становить 300...600 с, діаметром 7,7...8 мм – 600...900 с. Збільшення швидкості повітряного потоку прискорює процес охолодження гранул, проте при цьому поверхневий шар гранул твердіє, що уповільнює дифузію вологи від центра до зовнішньої поверхні. Такі гранули під час зберігання швидко пліснявіють. Таке явище часто спостерігається при охолодженні гранул холодним повітрям, особливо в зимовий період. У такому разі доцільно використовувати підготовлене повітря [18].

До основних етапів і режимів охолодження можна віднести:

1. Попереднє охолодження: це початковий етап, який передбачає швидке зниження температури комбікорму після виходу з екструдера або іншого технічного обладнання. На цьому етапі температуру можна швидко знизити за допомогою системи вентиляції або спеціальних охолоджуючих пристроїв.
2. Остаточне охолодження: після попереднього охолодження комбікорм додатково охолоджується до необхідної температури для забезпечення стабільності та відновлення його структури та якості. При переробці великих партій комбікорму ця фаза може включати більш тривалий період охолодження.
3. Контроль температури: під час процесу охолодження важливо контролювати температуру подачі, щоб уникнути перегріву або недоохолодження. Оптимальна температура охолодження може змінюватися в залежності від типу комбікорму, його складу та призначення.
4. Метод охолодження: метод охолодження можна регулювати відповідно до вимог процесу та властивостей комбікорму. Це може включати регулювання швидкості подачі, параметрів вентиляції, температурних зон та інших параметрів для оптимального охолодження.

Процес охолодження комбікорму має ряд переваг, особливо щодо його виробництва та зберігання:

1. Охолодження: після термічної обробки (наприклад, екструзії або гранулювання) охолодження може швидко знизити температуру комбікорму. Це дуже важливо для збереження якості та стабільності поживних речовин у комбікормах;
2. Гарантія якості: швидке охолодження допомагає уникнути деградації поживних речовин у комбікормах, зберігаючи їх високу поживну цінність і якість;
3. Зменшення втрат: процес охолодження допомагає уникнути накопичення вологи, що може призвести до погіршення якості та навколишнього середовища, особливо під час зберігання корму.
4. Підготовка упаковки: Заморожений комбікорм має стабільніші фізичні властивості, не деформується під час транспортування, його легше упаковувати та транспортувати.
5. Вища ефективність виробництва: охолодження завершує процес виробництва комбікорму швидше, тим самим підвищуючи загальну продуктивність обладнання та подовжуючи термін його служби.

У кожному виробничому процесі режим охолодження може бути різним і встановлюватися відповідно до конкретних вимог до якості та характеристик кінцевого продукту. Оптимальне охолодження забезпечує високу якість комбікорму та його стабільність під час зберігання та використання.

Для базового циклу виробництва комбікорму виділено три критичних температурних ділянки – обробка парою, прес-грануляція та охолодження. Порушення коректної роботи обладнання на будь-якій з цих ділянок призводить до втрат активностей ферментних препаратів [19].

2.2 Характеристика сировини і готової продукції

Пшениця (ДСТУ 3768:2019 «Пшениця. Технічні умови»)

Пшениця – одна з основних продовольчих культур світу. Щороку у світі збирають понад 400 мільйонів тонн пшениці. До найбільших країн-виробників

пшениці належать Україна, Китай, Казахстан, США (пшеничний пояс), Індія, Франція, Канада, Австралія та Аргентина. Порівняно з іншими зерновими культурами зерно фуражної пшениці має добрі смакові якості та підвищений вміст сирого протеїну (до 15%). Білок пшениці за амінокислотним складом близький до білків ячменю та вівса. Однак кормову цінність пшениці знижує наявність клейковини (що складається з глютеніну та гліадину) і невеликої кількості (до 5%) крохмалю. Ця сполука практично не розчиняється у воді та сольових розчинах, але здатна поглинати велику кількість води, утворюючи гумоподібну масу, без якої неможливо випікати хліб. У шлунку тварин пшениця утворює гелеподібну клейковину, яка знижує доступність поживних речовин для ферментів травної системи та збільшує енерговитрати процесу травлення.

Проте слід враховувати, що пшениця тонкого помелу створює несприятливу структуру кормової маси у травному тракті, що ускладнює її перетравлення [20].

Кукурудза (ДСТУ 4525:2006 «Кукурудза. Технічні умови»)

Світове виробництво кукурудзи перевищує 320 мільйонів тонн на рік. Найбільшими виробниками цього кормового інгредієнта є США, Аргентина, Україна, ПАР, Румунія, Бразилія, Китай, Югославія та Франція. Кукурудза має добрі смакові властивості і є найбільш калорійною зерновою культурою (загальна поживність 1,33 корм.од.). Вміст крохмалю в зернах кукурудзи досягає 70%. Зерно кукурудзи містить велику кількість каротиноїдів, які покращують колір яєчних жовтків, і ліноленову кислоту, яка збільшує розмір яєць. Жовті кукурудзяні пігменти (лютеїн і зеаксантин) роблять тушки бройлерів більш привабливими. Відносно низька розчинність білка робить кукурудзу важливим компонентом комбікормів для жуйних тварин, а висока енергетична цінність зумовлює її використання як основного зернового компонента комбікормів для сільськогосподарської птиці. Частка кукурудзи в кормах для птиці може досягати 60%. Для свиней вміст кукурудзи має бути

меншим, оскільки вона погіршує органолептичні та технологічні властивості свинини, роблячи сало м'яким і без бажаної зернистості [18,20].

Ячмінь (ДСТУ 3769-98 "Ячмінь. Технічні умови")

Протеїн ячменю багатий на амінокислоти - вміст лізину становить 4,1 г/кг, метіоніну – 3,6 г/кг. Ячмінь містить в середньому в 1 кг: 11,8-13,2 МДж обмінної енергії, 1,21 ЕКО, 111-122 г перетравного протеїну. Безазотисті екстрактивні речовини представлені в основному крохмалем (95 %) і різними цукрами (5 %), вміст жиру становить всього 2,2 %. Перетравність органічних речовин висока – 89 %. У золі ячменю багато фосфору (4 г/кг). Вміст сирової клітковини вищий, порівняно з кукурудзою і пшеницею, і становить 4,5–5,0 % за масою [21].

Ячмінь - найкращий зерновий кормом для свиней. При м'ясній відгодівлі свиней його можна згодовувати як єдиний корм, збагативши лізином, вітамінами і мінеральними добавками. А при беконній відгодівлі частка ячменю в комбікормах може сягати 60-70% [21].

Ячмінь може бути корисним додатком до раціону поросят, але велика кількість сирової клітковини може стати перешкодою. Для рішення цієї проблеми комбікормові заводи використовують технологічні лінії для відділення плівок. Це допомагає зменшити вміст клітковини у кормі, що робить його більш придатним для використання в раціоні поросят і птиці.

Висівки пшеничні (ДСТУ 3016-95 «Висівки кормові пшеничні і житні»)

Висівки пшеничні є побічним продуктом переробки борошномельного виробництва і являють собою тверду оболонку зерен пшениці. Поживність 1 кілограма висівок невисока, 0,7-0,8 кормових одиниць. Пшеничні висівки широко використовують для годування тварин і птиці. Їх використовують для годівлі великої рогатої худоби, але висівки недоцільні для відгодівлі свиней через високий вміст клітковини і відносно низьку перетравність (50-55%), тому вони придатні тільки для племінних свиней, що рахується використанням для птиці висівки додають в комбікорми як інгредієнт, багатий протеїном, фосфором і клітковиною [22].

Харчова цінність висівок залежить від вмісту частинок борошна. Вони містять 15,1% білка, 8,5-12% клітковини, 4,5-5,5% жиру, 48-50% безазотистих екстрактів (цукру і крохмалю) і близько 6% золи. Висівки бідні кальцієм, але багаті фосфором, значна частина якого поєднується з вітамінами групи В [23].

Шрот соняшниковий (ДСТУ 4638:2006 «Шрот соняшниковий. Технічні умови»)

Шрот насіння соняшнику – побічний продукт, отриманий шляхом попереднього пресування та екстрагування насіння соняшнику за допомогою волого-теплової обробки під час виробництва рослинної олії. Україна є одним з найбільших виробників насіння соняшнику, тому соняшниковий шрот є основним джерелом рослинного білка в раціонах тварин. Якість шроту залежить від способу обробки насіння соняшнику: чим менше в комбікормі оболонки, тим вище вміст протеїну та енергії.

Шрот насіння соняшнику містить до 46% білка, 20-25% клітковини і 8-10% лігніну, що знижує харчову цінність білка. Завдяки високому вмісту сирої клітковини соняшниковий шрот використовують переважно для виробництва комбікормів для дорослих тварин: великої рогатої худоби — до 25 %, птиці — до 20 %, свиней — до 10 % [24].

Шрот соєвий (ДСТУ 4593:2006. Технічні умови)

Соєвий шрот отримують шляхом екстракції олії з соєвих бобів і подальшої волого-термічної обробки. Існує два типи соєвого шроту: звичайний соєвий шрот і тостований соєвий шрот (оброблений додатковим зволоженням і теплом). Антипоживні речовини, що містяться у зерні сої, частково зберігаються у шроті. Ефективність теплової обробки шроту оцінюють за уреазним індексом (зміна рН водної витяжки за 1800 с), який не повинен перевищувати 0,1. Термічно оброблений соєвий шрот називають тостований соєвий шротом. Різнять шроти за рівнем теплової обробки, що визначається вмістом уреазини.

У виробництві комбікормів використовується соєвий шрот: для великої рогатої худоби – до 25%, для птиці – до 25%, для свиней – до 15% [25].

М'ясо-кісткове борошно (ГОСТ 17536-82)

М'ясо-кісткове борошно - кормовий продукт, який виготовляють з перероблених відходів забійної худоби. Ця добавка має високу поживну білкову цінність і широко використовується у виробництві комбікормів для птиці, бройлерів і худоби з вмістом протеїну не менше 50%. Основними перевагами використання м'ясо-кісткового борошна є забезпечення високого приросту молодняку, комбікорми, багаті білком і корисними амінокислотами, висока перетравність протеїну, що перевищує 93%.

М'ясо-кісткове борошно є багатим джерелом амінокислот, а також містить 6,5-11,6% кальцію і 3,3-5,9% фосфору. Дозування м'ясо-кісткового борошна зазвичай залежить від маси тварини або птиці: велика рогата худоба - 2-4%, свині - до 15%, птиця - до 10% [26].

Дріжджі кормові

Кормові дріжджі - екологічно чиста, високопротеїнова кормова добавка, яку отримують з натуральної сировини на основі продуктів зернопереробки. До складу кормових дріжджів входить увесь спектр життєво необхідних амінокислот, по складу яких дріжджі близькі до білків тваринницького походження. Загальна поживність 1 кг дріжджів містить 1,03 - 1,16 енергетичних кормових одиниць. При цьому показники поживності по протеїну відповідають 46,7 - 48% [27].

Сучасні біотехнології дозволяють отримувати високобілкові кормові продукти шляхом культивування низькоактивних автотрофних мікроорганізмів. Це робиться за допомогою різноманітної сировини, такої як солома, залишки качанів кукурудзи, лущиння соняшнику, гідролізати деревини крохмале-патокових виробництв та інші відходи. Найбільш масове виробництво кормових дріжджів здійснюється на підприємствах, що спеціалізуються на виробництві целюлози та гідролізних установках.

Однак у виробництві комбікормів не можна використовувати дріжджі з живими клітинами, оскільки клітини дріжджів є гетеротрофними для деяких

вітамінів (особливо біотину та тіаміну) і можуть спричиняти захворювання шлунково-кишкового тракту.

Сіль кухонна (ДСТУ 3583:2015 «Сіль кухонна. Загальні технічні умови»)

Кухонна сіль необхідна в раціоні всіх сільськогосподарських тварин, тому що в більшості рослинних кормів мало натрію і хлориду. Кормова кухонна сіль складається переважно з хлориду натрію, де близько 95% це саме хлорид натрію, в тому числі 39% натрію і 57% хлору, а також містить домішки магнію і сірки [28].

Натрій і хлорид відіграють ключову роль у регулюванні кислотно-лужного балансу. Сіль корисна для курей, особливо якщо вони мають обмежений доступ до вільного вигулу. Корисна вона і свиням, сприяючи поліпшенню травлення і прискоренню азотистого обміну, завдяки чому збільшується жива маса.

Монокальційфосфат (ГОСТ 23999-80)

Обезфторений фосфат, який містить понад 22% фосфору і 16% кальцію, застосовується в складі комбікормів для збагачення та балансування раціонів сільськогосподарських тварин за фосфором і кальцієм [29].

Крейда кормова (ДСТУ Б А.1.1-20-94)

Крейда є найбільш економічно ефективною та екобезпечною натуральною кормовою добавкою, що збагачує організм кальцієм. Його застосування дозволяє нормалізувати та балансувати мінеральне харчування ВРХ, свиней, курей, та будь-яких інших сільськогосподарських видів тварин. Крейда містить 0,18% фосфору, 0,5% калію, 0,3% натрію і не більше 5% кремнію та інших елементів, але найголовніший кальцій якого 37,4%. Кальцій відіграє основну роль у підтримці здоров'я опорно-рухового апарату, формуванні та зміцненні кісткової тканини, надаючи їй міцність, твердість і еластичність. Цей мінерал є ключовим будівельним матеріалом для кісток і зубів. Крім того, він оптимізує процеси росту та розвитку молодняка, сприяє відновленню тканин, підтримує правильне функціонування м'язової системи та зміцнює м'язи [30]. Кальцій також є важливим фактором у профілактиці

багатьох захворювань, таких як рахіт, остеопороз, дистрофія та деформація кісток.

Премікс (ДСТУ 4482:2005 «Премікси. Технічні умови»)

Головною функцією преміксів є оптимізація ефективності комбікормів для тварин. До складу харчової добавки входять вітамінно-мінеральний комплекс, а також антиоксиданти. Дозування продуктів цієї категорії визначається сталлю розвитку особин. Продукт впливає на різні системи організму: на виділений, гормональну, імунну. Завдяки цьому своєчасно виводяться токсини та інші шкідливі речовини, що сприяє оздоровленню та зміцненню [31].

Використання преміксів має певні особливості, тому що премікс - це суміш біологічно цінних субстанцій: вітамінів, мінералів, амінокислот, у високій концентрації. Відсоток введення преміксів у комбікорм може бути від 0,5 до 10%. Чим менший відсоток введення тим більша концентрація БАР. Такі премікси вимагають дво- чи триступеневого ретельного змішування [32].

2.3 Розрахунок рецептів комбікормової продукції на ЕОМ

Комбікорм — це складна однорідна суміш очищених і подрібнених до необхідної крупності різних кормових засобів і мікродобавок, що виробляється за науково обґрунтованими рецептами і забезпечує повноцінну годівлю тварин і птиці. За призначенням і складом комбікорми поділяють на повнораціонні, концентрати, балансуєчі добавки і премікси [33].

У сфері виробництва комбікормів рецепт визначає склад та пропорції компонентів. На етапі виробництва рецепт повинен містити дані про енергетичну цінність, поживність і вміст біологічно активних речовин. Під час реалізації рецепт може обмежитися переліком компонентів, але завжди містить інформацію про дату виробництва, термін придатності та правила використання.

Застосування електронно-обчислювальної техніки для розрахунку рецептур кормів є важливим етапом виробництва. ЕОМ дозволяє точно

визначити оптимальний склад комбікорму для задоволення потреби тварин в основних поживних і біоактивних речовинах. За допомогою комп'ютера можна ввести дані про потреби тварини та наявність сировини, а програма автоматично розрахує оптимальний склад комбікорму з урахуванням різних факторів, таких як вартість та якість сировини, ефективність травлення і засвоєння поживних речовин. Також можна виконати кілька розрахунків, використовуючи різні параметри, щоб знайти найкращий баланс між якістю комбікорму та вартістю.

За допомогою комп'ютерів розрахунок рецептур комбікормів став більш точним та ефективним, що сприяє підвищенню продуктивності тварин та економії в аграрному секторі. Розрахунок рецептур комбікормів вимагає врахування комплексу показників, систем обмеження та точних даних про хімічний склад кормового продукту.

У країнах СНД та в Україні використовується номер рецепту для ідентифікації типу комбікорму та виду тварин. Рецепт складається залежно від віку, статі, призначення тварини, умов її утримання та методів годівлі. Розрахунок рецепту вимагає врахування багатьох параметрів, включаючи хімічний склад кормових речовин і обмеження використання. Від правильності розрахунку рецепту залежить ефективність комбікорму та його економічна доцільність.

Розрахунок рецепту комбікорму базується на трьох основних складах:

- Урахування переліку показників, які використовують для розрахунку рецепта комбікорму та системи обмежень.
- Наявність точних даних про хімічний склад кормових засобів, з яких вимагається виготовлення комбікорму.
- Використання високоефективної програми розрахунку рецепту комбікорму на ЕОМ.

Рецепт комбікорму нумерують двома числами, із яких перше означає вид та виробничу групу тварин або птиці, друге – порядковий номер рецепту комбікорму [18].

Розраховані рецепти комбікормів наведені в додатку А.

2.4 Аналіз і обґрунтування схеми технологічного процесу з технічними пропозиціями

Продуктивність комбікормового заводу складає 150 т/добу. Технологічний процес організовано за технологією четвертого покоління і включає наступні лінії:

- лінію підготовки порції зернової, мучнистої сировини та шротів;
- лінію підготовки порції білкової, мінеральної сировини та преміксу;
- лінію змішування;
- лінію гранулювання.

Склад силосного типу

Зернова сировина з приймальних пристроїв подається в склад силосного типу за допомогою скребкових конвеєрів марки КСТ-200 №1-№2 та норії марки Е-10 №1. Мучниста сировина з приймальних пристроїв подається в склад силосного типу за допомогою скребкових конвеєрів марки КСТ-200 №3-№4 та норії марки Е-10 №2. Шроти з приймальних пристроїв подається в склад силосного типу за допомогою скребкових конвеєрів марки КСТ-200 №5-№6 та норії марки Е-10 №3.

З силосів сировина за допомогою шнекових живильників ПШ-320 №1-№8 подається в ваги марки ВБ-1000 №1. Після зважування перша порція за допомогою скребкового конвеєру марки КСТ-200 №7 подається на лінію підготовки порції зернової, мучнистої сировини та шротів.

Лінія підготовки порції зернової, мучнистої сировини та шротів

Зважена порція за допомогою норії марки Е-20 №4 подається в оперативний бункер №14. З оперативного бункера порція подається в просіювач марки VZ 800 2000 №1, для розділення на крупну та дрібну фракції встановлюють полотно решітне №30-40. Дрібна фракція подається в магнітний сепаратор марки УЗ-ДКМ-00 №1 для відділення металоманітних домішок. Далі через оперативний бункер №15 подається в піддобрарний бункер №17.

Крупна фракція подається в магнітний сепаратор марки УЗ-ДКМ-00 №2 для відділення металоманітних домішок, далі через оперативний бункер №16 подається в молоткову дробарку марки Р1-БДК-10-М. Подрібнена фракція подається в піддробарний бункер №17. Підготовлена порція за допомогою гвинтового конвеєру КВТ-250 №8 та норії марки Е-20 №5 подається в магнітний сепаратор марки УЗ-ДКМ-01 №3. Далі через оперативний бункер №17 та скребковий конвеєр марки КСТ-200 №9 подається на лінію змішування.

Лінія підготовки порції білкової, мінеральної сировини та премексів

Білкова сировина зі складу підлогового типу за допомогою скребкових конвеєрів марки КСТ-200 №10-№11 та норії марки Е-5 №6 подається в наддозаторні бункера №15-18. Мінеральна сировина зі складу підлогового типу за допомогою скребкових конвеєрів марки КСТ-200 №12-№13 та норії марки Е-5 №7 подається в наддозаторні бункера №19-20. Премікси розтарюють за допомогою мішкорозтарочної шафи марки УЗ-П та подають у наддозаторні бункери №21-22. Далі сировина за допомогою роторних живильників марки Б9-ДПК №1-8 подається в ваги марки ВБ-250 №2 та дозується згідно рецепту. Зважену порцію подають на лінію змішування за допомогою скребкового конвеєру марки КСТ-200 №14.

Лінія змішування

Підготовлені порції компонентів подають у змішувач марки УЗ-ДСП-1,0 та змішують до отримання однорідної суміші. Далі однорідний розсипний комбікорм за допомогою скребкового конвеєру марки КСТ-200 №15 та норії марки Е-20 №8 подають на лінію гранулювання.

Лінія гранулювання

Однорідний розсипний комбікорм подають в магнітний сепаратор марки УЗ-ДКМ-01 №4 для відділення металоманітних домішок. Далі через оперативний бункер №25 подається в кондиціонер марки СМ 6/12, де піддають волого-тепловій обробці, в результаті чого підвищується санітарна якість і

ефективність технологічного процесу гранулювання комбікормів. Далі порція розсипного комбікорму надходить до експандеру марки FEX 34, потім підготовлений розсипний комбікорм подають в прес-гранулятор марки PMV. Після отриманий гранулювання комбікорм охолоджують в охолоджувачі марки VK19X28R. Для отримання гранульованої крупки гранули направляють в валковий подрібнювач марки ИГТ 250/1000. Потім за допомогою скребкового конвеєру марки КСТ-200 №16 та норії марки Е-20 №9 подають в просіювальну машину марки Е-101 №2. В якій встановлено полотно решітне №30-40 та полотно решітне №10. Дрібна фракція подається на норію марки Е-20 №8 на повторне гранулювання. Крупна фракція подається у валковий подрібнювач марки ИГТ 250/1000 для подрібнення. Схід нижнього сита – комбікормову крупку, за допомогою норії марки Е-20 №10 направляють в склад готової продукції. Звідки готова продукція за допомогою скребкового конвеєру марки КСТ-200 №17,18 направляється на відпуск автотранспортом.

2.5 Розрахунок обладнання приймально-відпускних пристроїв

Приймаємо приймання сировини з автотранспорту у кількості 100%, відпуск готової продукції на автотранспорт – 100%.

Таблиця 2.5.1 – Опосереднені витрати сировини у відсотках від добової продуктивності підприємства

Сировина	Для виробництва комбікормів, а, %	Перерахунок за рецептами, а, %
Зернова	60	70,31
Мучниста (висівки, мучки)	16	22,52
Шроти	11	24,6
Мінеральна	2,5	4,34
Кормові продукти харчових виробництв	8	13,62
Премікси	1	1

Таблиця 2.5.2 – Опосереднені значення об'ємних мас сировини, готової продукції

Сировина, готова продукція	Опосереднені значення об'ємних мас, γ_c , т/м ³
Зернова	0,65
Мучниста (висівки, мучки)	0,30
Шроти	0,50
Кормові продукти харчових виробництв	0,50
Мінеральна	1,20
Премікси (наповнювач-висівки), БАР	0,30

Розрахункова продуктивність пристрою для приймання сировини із автомобільного транспорту $G_{\text{пр}}$, т/добу:

$$G_{\text{пр}} = \frac{Q_z \times a \times A_n \times K_d}{100 \times 100}, \quad (2.5.1)$$

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

Q_z – продуктивність заводу, т/добу;

a – опосереднені витрати сировини, %;

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

K_d – коефіцієнт добової нерівномірності надходження сировини автомобільним транспортом.

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

$$q_{\text{год}} = \frac{G_{\text{пр}}}{\tau_{\text{заг}}}, \quad (2.5.2)$$

де $q_{\text{год}}$ – продуктивність пристроїв для різних видів сировини, т/год;

$G_{\text{пр}}$ – фактична продуктивність приймального пристрою для кожного виду сировини, т/добу;

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

Розрахункова продуктивність відпускнуго пристрою для відвантаження на

автомобільний транспорт, т/добу:

$$G_{вр} = \frac{Q_z \times A_v \times K_d}{100 \times 100}, \quad (2.5.3)$$

де $G_{вр}$ – 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 $K_d = 1,0$;

Експлуатаційна продуктивність транспортного обладнання, т/год:

$$q_{енм} = \frac{q_{пт} \times \gamma_c \times K_{вм}}{0,75}, \quad (2.5.4)$$

де $q_{енм}$ – експлуатаційна продуктивність транспортного обладнання для різних видів сировини, т/год;

$q_{пт}$ – паспортна продуктивність транспортного обладнання, т/год;

γ_c – об'ємна маса сировини, т/м³;

$K_{вм}$ – коефіцієнт використання транспортного обладнання.

Таблиця 2.5.3 – Коефіцієнти використання транспортного обладнання приймально-відпускнух пристроїв

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

Фактичні витрати часу на розвантаження сировини, год:

$$\tau_{\phi} = \frac{G_{пф}}{q_c}, \quad (2.5.5)$$

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

$G_{\text{нф}}$ – фактична продуктивність приймального пристрою, т/добу;

q_e – експлуатаційна продуктивність розвантажувача для різних видів сировини, т/год.

Продуктивність пристрою для приймання сировини із автомобільного транспорту розраховують за формулою (2.5.1):

$$G_{\text{пр з/с}} = \frac{150 \times 70,31 \times 100 \times 1,45}{100 \times 100} = 153 \text{ (т/добу)}$$

$$G_{\text{пр м/с}} = \frac{150 \times 22,52 \times 100 \times 1,45}{100 \times 100} = 49 \text{ (т/добу)}$$

$$G_{\text{пр шр}} = \frac{150 \times 24,6 \times 100 \times 1,45}{100 \times 100} = 54 \text{ (т/добу)}$$

В затареному виді на підприємство надходять КПХВ, мінеральна сировина та премікси:

$$G_{\text{пр КПХВ}} = \frac{150 \times 13,62 \times 100 \times 1,45}{100 \times 100} = 30 \text{ (т/добу)}$$

$$G_{\text{пр мін}} = \frac{150 \times 4,34 \times 100 \times 1,45}{100 \times 100} = 10 \text{ (т/добу)}$$

$$G_{\text{пр пр}} = \frac{150 \times 1 \times 100 \times 1,45}{100 \times 100} = 2 \text{ (т/добу)}$$

Для приймання сировини встановлюємо скребковий конвеєр марки КВТ-400, паспортною продуктивністю до 100 т/год.

Експлуатаційну продуктивність транспортного обладнання для сировини розраховують за формулою (2.5.4):

$$q_{\text{енм з/с}} = \frac{100 \times 0,65 \times 0,85}{0,75} = 74 \text{ (т/год)}$$

$$q_{\text{енм м/с}} = \frac{100 \times 0,30 \times 0,85}{0,75} = 34 \text{ (т/год)}$$

$$q_{\text{енм шр}} = \frac{100 \times 0,50 \times 0,85}{0,75} = 57 \text{ (т/год)}$$

Для приймання сировини встановлюємо норію марки Е-100, паспортною продуктивністю 100 т/год.

Експлуатаційну продуктивність транспортного обладнання для сировини

розраховують за формулою (2.5.4):

$$q_{\text{енм з/с}} = \frac{100 \times 0,65 \times 0,85}{0,75} = 74 (\text{т/год})$$

$$q_{\text{енм м/с}} = \frac{100 \times 0,30 \times 0,85}{0,75} = 34 (\text{т/год})$$

$$q_{\text{енм шр}} = \frac{100 \times 0,50 \times 0,85}{0,75} = 57 (\text{т/год})$$

Для розвантаження сировини в тарі приймаємо навантажувач МГУ.

Розраховуємо експлуатаційну продуктивність для МГУ за формулою (2.5.4):

$$q_{\text{енм КПХВ}} = \frac{36 \times 0,50 \times 0,85}{0,75} = 20,4 (\text{т/год})$$

$$q_{\text{енм м/с}} = \frac{36 \times 1,2 \times 0,85}{0,75} = 49 (\text{т/год})$$

$$q_{\text{енм пр.}} = \frac{36 \times 0,30 \times 0,85}{0,75} = 12,2 (\text{т/год})$$

Фактичні витрати часу на розвантаження сировини розраховуємо за формулою (2.5.5):

$$\tau_{\text{КПХВ}} = \frac{30}{20,4} = 1,5 (\text{год})$$

$$\tau_{\text{м/с}} = \frac{10}{49} = 0,2 (\text{год})$$

$$\tau_{\text{пр}} = \frac{2}{12,2} = 0,2 (\text{год})$$

Загальний час на розвантаження:

$$\tau_3 = 1,5 + 0,2 + 0,2 = 1,9 (\text{год})$$

$$1,9 < 24 (\text{розрахунок часу виконано вірно})$$

Висновок: Продуктивність приймально-відпускних пристроїв забезпечує безперебійну подачу всіх видів сировини та відпуск готової продукції.

2.6 Розрахунок ємності складів для зберігання сировини, готової продукції

Необхідну складську ємність для різних видів сировини і готової продукції розраховуємо виходячи з опосереднених витрат сировини на виробництво комбікормів, згідно табл. 2.5.1.

При визначенні ємності складів для сировини та готової продукції приймаємо опосереднені значення об'ємних мас, згідно табл.2.5.2

Запаси сировини Z (діб) для комбікормових заводів продуктивністю до 500 т/добу наведено в табл. 2.6.1.

Таблиця 2.6.1 – Запаси сировини для комбікормових підприємств продуктивністю менше, ніж 500 т/добу

Сировина	Тривалість зберігання, діб
Зернова	27
Мучниста (висівки, мучки)	16
Шроти	31
Кормові продукти харчових виробництв	27
Мінеральна сировина	43
Премікси (наповнювач-висівки), БАР	28

Розрахункова маса сировини різних видів, що зберігається в силосах, K_{cp} , т:

$$K_{cp} = \frac{Q_z \times \alpha \times Z}{100}, \quad (2.6.1)$$

де K_{cp} – розрахункова маса кожного виду сировини, т;

Q_z – продуктивність підприємства, т/добу;

α – опосереднені витрати сировини, готової продукції $\alpha = 100$, %;

Z – запаси сировини, діб.

Об'єм силосів для зберігання сировини і готової продукції, U, м³:

$$U = \frac{K_{cp}}{\gamma \times \eta}, \quad (2.6.2)$$

де $K_{\text{ср}}$ – маса сировини, т;

γ – об’ємна маса сировини, т/м³;

η – коефіцієнт використання об’єму (0,85 для зернової і гранульованої сировини; 0,80 – для інших видів сировини).

Необхідна кількість силосів n , шт.:

$$n = \frac{U}{U_1}, \quad (2.6.3)$$

де U_1 – об’єм одного силоса, м³;

U – об’єм силосів для зберігання сировини і готової продукції, м³.

Об’єм одного силоса, U_1 , м³:

$$U_1 = \pi \times r^2 \times h, \quad (2.6.4)$$

де r – радіус круга, м²;

h – висота силоса, м.

Фактична ємність для кожного виду сировини і готової продукції, яка зберігається в силосах, $K_{\text{сф}}$, т:

$$K_{\text{сф}} = n_{\text{ф}} \times U_1 \times \gamma \times \eta, \quad (2.6.5)$$

де γ – об’ємна маса сировини.

Розрахунок фактичного часу витрат запасів, $Z_{\text{ф}}$, діб:

$$Z_{\text{ф}} = \frac{K_{\text{сф}} \times 100}{Q \times a}, \quad (2.6.6)$$

де Q – продуктивність заводу т/добу,

a – усереднені витрати сировини.

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

$$F_p = \frac{K_{\text{ср}}}{K_m}, \quad (2.6.7)$$

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

Загальна нормативна площа складу, $F_{\text{ф}}$, м²:

$$F_{\phi} = L \times B, \quad (2.6.8)$$

де L – довжина;

B – ширина.

Загальна площа складу підлогового зберігання сировини в тарі,
 $\sum F_{\text{заг.р.}}, \text{м}^2$:

$$\sum F_{\text{заг.р.}} = F_{\text{КПХВ}} + F_{\text{мін}} + F_{\text{пр.}} \quad (2.6.9)$$

Корисна площа складу підлогового зберігання сировини в тарі, (20% на побутові приміщення), $F_{\text{кор.}}, \text{м}^2$:

$$F_{\text{кор.}} = \sum F_{\text{заг.р.}},$$

$$\sum F_{\text{заг.р.}} = \sum F_{\text{заг.р.кор.}} + 0,2 \times \sum F_{\text{заг.р.кор.}} \quad (2.6.10)$$

Фактична ємність для сировини, яку розміщують в складі сировини підлогового зберігання в тарі, $K_{\text{сф}}, \text{т}$:

$$K_{\text{сф}} = F_{\phi} \times K_{\text{м}}, \quad (2.6.11)$$

Розрахункова маса сировини різних видів, що зберігається в складі силосного типу розраховуємо за формулою (2.6.1):

Зернова сировина $K_{\text{ср}} = \frac{150 \times 70,31 \times 27}{100} = 2848 \text{ (т)}$

Мучниста сировина $K_{\text{ср}} = \frac{150 \times 22,52 \times 16}{100} = 541 \text{ (т)}$

Шроти $K_{\text{ср}} = \frac{150 \times 24,6 \times 31}{100} = 1144 \text{ (т)}$

Розрахункову масу сировини різних видів, що зберігається в складі підлогового типу розраховуємо за формулою (2.6.1):

КПХВ $K_{\text{ср}} = \frac{150 \times 13,62 \times 27}{100} = 552 \text{ (т)}$

Мінеральна сировина $K_{\text{ср}} = \frac{150 \times 4,34 \times 43}{100} = 280 \text{ (т)}$

Премікс, БАР $K_{\text{ср}} = \frac{150 \times 1 \times 28}{100} = 42 \text{ (т)}$

Розрахункову масу готової продукції розраховуємо за формулою (2.6.1):

$$\text{Готова продукція} \quad K_{\text{ср}} = \frac{150 \times 100 \times 5}{100} = 750 \text{ (т)}$$

Розрахунок об'єму одного силоса круглої форми перерізу для сировини розраховують за формулою (2.6.4):

$$U_1 = 3,14 \times 6^2 \times 15,9 = 1797 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розрахунок об'єму одного силоса круглої форми перерізу для готової продукції розраховують за формулою (2.6.4):

$$U_1 = 3,14 \times 4^2 \times 10,6 = 535 \text{ (м}^3\text{)}$$

Необхідні об'єми силосів для зберігання сировини і готової продукції розраховуємо за формулою (2.6.2):

$$\text{Зернова сировина} \quad U = \frac{2848}{0,65 \times 0,85} = 5155 \text{ (м}^3\text{)}$$

$$\text{Мучниста сировина} \quad U = \frac{541}{0,3 \times 0,8} = 2254 \text{ (м}^3\text{)}$$

$$\text{Шроти} \quad U = \frac{1144}{0,5 \times 0,8} = 2860 \text{ (м}^3\text{)}$$

$$\text{Готова продукція} \quad U = \frac{750}{0,63 \times 0,85} = 1401 \text{ (м}^3\text{)}$$

Тоді кількість силосів буде розрахована за наступною формулою (2.6.3):

$$\text{Зернова сировина} \quad n = \frac{5155}{1797} = 2,9 \text{ (шт.)}$$

$$\text{Мучниста сировина} \quad n = \frac{2254}{1797} = 1,3 \text{ (шт.)}$$

$$\text{Шроти} \quad n = \frac{2860}{1797} = 1,6 \text{ (шт.)}$$

$$\text{Готова продукція} \quad n = \frac{1401}{535} = 2,6 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо 4 силоси для зберігання зернової сировини, 2 – для мучнистої сировини, 2 – для шротів, для готової продукції – 3 шт. силосів.

Площу складу для підлогового зберігання сировини в тарі (КПХВ, мінеральна сировина, премікс, БАР) розраховуємо за формулою (2.6.7):

$$\text{КПХВ} \quad F_p = \frac{552}{0,8} = 690 \text{ (м}^2\text{)}$$

Мінеральна сировина

$$F_p = \frac{280}{0,8} = 350 \text{ (м}^2\text{)}$$

Премікси, БАР

$$F_p = \frac{42}{0,8} = 53 \text{ (м}^2\text{)}$$

Загальну площу складу підлогового зберігання сировини в тарі розраховуємо за формулою (2.6.9):

$$\sum F_{\text{заг.р.}} = 690 + 350 + 53 = 1093 \text{ (м}^2\text{)}$$

Приймаємо склад підлогового типу з шириною 18 м і довжиною 60 м.

Загальну нормативну площу складу розраховуємо за формулою (2.6.8):

$$F_{\phi} = 24 \times 60 = 1440 \text{ (м}^2\text{)}$$

КПХВ:

Мінеральна сировина:

Премікси, БАР:

$$x = \frac{690 \times 100}{1093} = 63\%$$

$$x = \frac{350 \times 100}{1093} = 32\%$$

$$x = \frac{53 \times 100}{1093} = 5\%$$

Загальна фактична корисна площа складу підлогового типу, в яких зберігають сировину, готову продукцію (без врахування площі складу для допоміжних, побутових приміщень):

$$\sum F_{\text{зфкор}} = 1440 \times 0,8 = 1152 \text{ (м}^2\text{)}$$

Виконуємо перерасподіл площі для зберігання сировини:

$$F_{\text{ф.КПХВ}} = \frac{63 \times 1152}{100} = 726 \text{ (м}^3\text{)}$$

$$F_{\text{ф.мін}} = \frac{32 \times 1152}{100} = 369 \text{ (м}^3\text{)}$$

$$F_{\text{ф.прем,БАР}} = \frac{5 \times 1152}{100} = 58 \text{ (м}^3\text{)}$$

Фактичну місткість для кожного виду сировини і готової продукції, яка зберігається в силосах розраховуємо за формулою (2.6.5):

Зернова сировина

$$K_{\text{сф}} = 4 \times 1797 \times 0,65 \times 0,85 = 3971 \text{ (т)}$$

Мучниста сировина

$$K_{\text{сф}} = 2 \times 1797 \times 0,30 \times 0,80 = 863 \text{ (т)}$$

Шроти

$$K_{\text{сф}} = 2 \times 1797 \times 0,50 \times 0,80 = 1438 \text{ (т)}$$

Готова продукція

$$K_{\text{сф}} = 3 \times 535 \times 0,63 \times 0,85 = 860 \text{ (т)}$$

Фактичну площу для сировини, яку розміщують в складі підлогового зберігання в тарі розраховуємо за формулою (2.6.11):

КПХВ

$$K_{\text{сф}} = 726 \times 0,8 = 581 \text{ (т)}$$

Мінеральна сировина

$$K_{\text{сф}} = 369 \times 0,8 = 295 \text{ (т)}$$

Премікси, БАР

$$K_{\text{сф}} = 58 \times 0,8 = 46 \text{ (т)}$$

Фактичний час витрат запасів розраховуємо за формулами (2.6.6):

Зернова сировина

$$Z_{\text{ф}} = \frac{3971 \times 100}{150 \times 70,31} = 37,7 \text{ (діб)}$$

Мучниста сировина

$$Z_{\text{ф}} = \frac{863 \times 100}{150 \times 22,52} = 25,6 \text{ (діб)}$$

Шроти

$$Z_{\text{ф}} = \frac{1438 \times 100}{150 \times 24,6} = 39 \text{ (діб)}$$

КПХВ

$$Z_{\text{ф}} = \frac{581 \times 100}{150 \times 13,62} = 28,4 \text{ (діб)}$$

Мінеральна сировина

$$Z_{\text{ф}} = \frac{295 \times 100}{150 \times 4,34} = 45,3 \text{ (діб)}$$

Премікси, БАР

$$Z_{\text{ф}} = \frac{46 \times 100}{150 \times 1} = 30,6 \text{ (діб)}$$

Готова продукція

$$Z_{\text{ф}} = \frac{860 \times 100}{150 \times 100} = 5,7 \text{ (діб)}$$

Таблиця 2.6.2 – Дані розрахунку місткості складів для зберігання сировини, готової продукції

Сировина	Опосередні витрати сировини, а, %	Запас сировини, Zн, діб	Об'ємна маса сировини, γс, т/м³	Коефіцієнт використання об'єму силоса або площі складів, Kв	Розрахована ємність силосів (корисної площі складів), Kср, т	Фактична ємність силосів (корисної площі складів) на підприємстві, Kпр.ф, т	Фактичні запаси сировини після реконструкції, Zф, діб
1	2	3	4	5	6	7	8
Склад силосного типу для зберігання сировини							
Зернова	70,31	27	0,65	0,85	2848	3971	37,7

Продовження табл. 2.6.2

Склад силосного типу для зберігання сировини							
Мучниста	22,52	16	0,30	0,80	541	863	25,6
Шпроти	24,6	31	0,50	0,80	1144	1438	39
Склад підлогового типу для зберігання сировини							
КПХВ	13,62	27	0,50	0,80	552	581	28,4
Мінеральна	4,34	43	1,20	0,80	280	295	45,3
Премікси, БАР	1	28	0,30	0,80	42	46	30,6
Склад силосного типу для зберігання готової продукції							
Комбікор- мова продукція у гранульова- ному вигляді	100	5	0,63	0,85	750	860	5,7

Висновок: Так як фактична ємність складів більша ніж розрахункова, це свідчить про те, що їх кількість буде забезпечувати задану продуктивність заводу із запасом.

2.7 Розрахунок технологічного обладнання

Продуктивність лінії, q_L , т/год:

$$q_L = \frac{Q_Z}{t}, \quad (2.7.1)$$

де q_L – продуктивність лінії дозування і змішування, т/год;

Q_Z – продуктивність заводу, т/добу;

t – тривалість роботи лінії, год.

Розрахункова ємність ванни змішувача, E_p , кг:

$$E_p = \frac{q_L \times 1000}{n \times K_B}, \quad (2.7.2)$$

де E_p – розрахункова ємність ванни змішувача, кг;

q_L – продуктивність технологічної лінії дозування та змішування компонентів продукції, т/год;

K_B – коефіцієнт використання технологічного обладнання;

$K_B = 0,7$ – технологічного обладнання, яке застосовують для технологічних процесів подрібнення сировини;

$K_B = 0,8$ – технологічного обладнання, яке застосовують для технологічних процесів водно-теплової обробки продуктів, пресування, (гранулювання, брикетування, екструдуювання, експандування) продукції;

$K_B = 0,9$ – технологічного обладнання, яке застосовують для технологічних процесів дозування, змішування компонентів продукції;

$K_B = 1,0$ – технологічного обладнання, призначеного для технологічних процесів сепарування та інших технологічних процесів підготовки сировини.

n – кількість циклів змішування компонентів продукції за годину.

$$n = \frac{60}{\tau_{\text{ц}}}, \quad (2.7.3)$$

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:

$$\tau_{\text{ц}} = 6 \text{ хв}; \tau_{\text{зав}} = 1 \text{ хв}, \tau_{\text{роз}} = 1 \text{ хв}, \tau_{\text{зм}} = 4 \text{ хв}.$$

Коефіцієнт завантаження ванни змішувача, $K_{3.3M}$, %:

$$K_{3.3M} = \frac{E_{p.3M} \times 100}{E_{ф.3M} \times K_B}, \quad (2.7.4)$$

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

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

K_B – коефіцієнт використання змішувача;

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

Продуктивність лінії підготовки порції, $q_{\text{лп}}$, т/год:

$$q_{\text{лн}} = \frac{Q_z \times b_{\text{пор}}}{t \times 100}, \quad (2.7.5)$$

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

Q_z – продуктивність заводу, т/добу;

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

t – тривалість роботи лінії, год;

Розрахунок маси порції, M_n , кг:

$$M_n = E_{\text{р.пор.}} = \frac{q_{\text{л}} \times 1000}{n \times K_B}, \quad (2.7.6)$$

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

n – кількість циклів змішування компонентів продукції за годину;

K_B – коефіцієнт використання технологічного обладнання.

Розрахунок ємності вагів, $E_{\text{р.д.}}$, кг:

$$E_{\text{р.д.}} = \frac{q_{\text{л}} \times 1000}{n \times K_B}, \quad (2.7.7)$$

де $E_{\text{р.д.}}$ – розрахункова ємність вагів, кг.

Коефіцієнт завантаження вагів, $K_{\text{з.д.}}$:

$$K_{\text{з.д.}} = \frac{E_{\text{р.д.}}}{E_{\text{ф.д.}} \times K_B}, \quad (2.7.8)$$

де $K_{\text{з.д.}}$ – коефіцієнт завантаження вагів;

$E_{\text{р.д.}}$ – розрахункова ємність вагів, кг;

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

K_B – коефіцієнт використання технологічного обладнання.

Розрахункова кількість технологічного обладнання, n_p , шт.:

$$n_p = \frac{q_{\text{л}}}{q_{\text{п}} \times K_B}, \quad (2.7.9)$$

де n_p – розрахункова кількість обладнання, шт.;

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

K_B – коефіцієнт використання технологічного обладнання;

q_n – паспортна продуктивність обладнання, т/год.

Розрахунок коефіцієнта завантаження технологічного обладнання, K_3 :

$$K_3 = \frac{q_n}{q_{\text{п}} \times n_{\text{ф}} \times K_{\text{в}}}, \quad (2.7.10)$$

де K_3 – коефіцієнта завантаження технологічного обладнання; $n_{\text{ф}}$ – фактична кількість технологічного обладнання, шт;

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

$K_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання технологічного обладнання.

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

$$q_m = q_n \times \frac{b_{\text{ф}}}{100}, \quad (2.7.11)$$

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

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

$b_{\text{ф}}$ – масова частка фракції продукту, %.

Таблиця 2.7.1 – Дані результатів аналізу рецептів комбікормової продукції

Компоненті в рецептах	Масові частки компонентів в рецептах, %				Макси мальні масові частки компо нентів, b , %	Прийняті розрахунк ові масові частки сировини від добової продуктивн ості підприємст ва $br_{\text{сум}}$, %
	ПК-1-1	ПК-1-2	ПК-50-1	ПК-50-2		
Пшениця	33	27,5	30	26,6		
Кукурудза	33,8	34,9	18,5	29,9		
Ячмінь	-	-	9,22	13,7		
Σ зернової сировини	66,8	62,4	57,7	70,3	70,31	70,31
Вісівки пшеничні	-	22,5	4,55	-		

Продовження табл. 2.7.1

Σ мучнистої сировини	-	22,5	4,55	-	22,52	22,52
Шрот соняшниковий	1,88	9,75	15,7	10		
Шрот соєвий	15,2 7	-	8,9	11,8		
Σ шротів	17,2	9,75	24,6	11,8	24,6	24,6
М'ясо-кісткове борошно	8,42	-	8,15	-		
Дріжджі кормові	5,2	-	2,08	3,16		
Σ КПХВ	13,6 2	-	10,23	3,16	13,62	13,62
Сіль кухонна	0,1	0,26	0,3	0,26		
Крейда кормова	-	3,4	1,59	1,68		
Монокальційфосфа	1,3	0,68	-	1,8		
Σ мінеральної сировини	1,4	4,34	1,62	3,74	4,34	4,34
Премікс	1	1	1	-		
П51-1 поросята до 4-мес.возраста	-	-	-	1		
Σ преміксів, БАР	1	1	1	1	1	1

Лінія змішування

Продуктивність лінії змішування розраховуємо за формулою (2.7.1)

$$q_{\text{л}} = \frac{150}{24} = 6,3 \text{ (т/год)}$$

Кількість циклів змішування компонентів продукції за годину розраховуємо за формулою (2.7.3)

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

Розрахункова ємність ванни змішувача змішування розраховуємо за формулою (2.7.2)

$$E_p = \frac{6,3 \times 1000}{10 \times 0,9} = 700 \text{ (кг)}$$

Обираємо змішувач марки УЗ-ДСП-1,0 з ємністю ванни 1000 кг (виробник ВАТ «ВНДІ КП»).

Коефіцієнт завантаження змішувача розраховуємо за формулою (2.7.4)

$$K_{з.зм.} = \frac{700 \times 100}{1000 \times 0,9} = 78 (\%)$$

Лінія підготовки порції зернової, мучнистої сировини та шротів

Продуктивність лінії розраховуємо за формулою (2.7.5)

$$q_{лн} = \frac{150 \times 94,91}{24 \times 100} = 6 (\text{т/год})$$

Масу порції розраховуємо за формулою (2.7.6)

$$M_n = E_{р.пор.} = \frac{6 \times 1000}{10 \times 0,9} = 667 (\text{кг})$$

Ємність вагів розраховуємо за формулою (2.7.7)

$$E_{р.д.} = \frac{6 \times 1000}{10 \times 0,9} = 667 (\text{кг})$$

Обираємо ваги порційні тензометричні марки ВБ-1000 з ємністю 1000кг (виробник ВАТ «Технекс»).

Коефіцієнт завантаження вагів розраховуємо за формулою (2.7.8)

$$K_{з.д.} = \frac{667}{1000 \times 0,9} = 0,7$$

Кількість просіювальних машин розраховуємо за формулою (2.7.9)

$$n_p = \frac{6}{20 \times 1} = 0,3 (\text{т/год})$$

Приймаємо 1шт.

Обираємо просіювальну машину марки VZ 800 2000 з паспортною продуктивністю 20 т/год (виробник Van Aarsen).

Коефіцієнт завантаження розраховуємо за формулою (2.7.10)

$$K_z = \frac{6}{20 \times 1 \times 1} = 0,3$$

Після просіювання отримуємо дрібну фракцію у кількості 30 %, крупну фракцію – 70 %.

Продуктивність лінії розраховують за формулою (2.7.11)

$$q_m = 6 \times \frac{30}{100} = 1,8 (\text{т/год})$$

Кількість магнітних сепараторів розраховують за формулою (2.7.9)

$$n_p = \frac{1,8}{6 \times 1} = 0,3 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо 1 шт.

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

Коефіцієнт завантаження магнітного сепаратору розраховують за формулою (2.7.10)

$$K_3 = \frac{1,8}{6 \times 1 \times 1} = 0,3$$

Продуктивність лінії для крупної фракції розраховують за формулою (2.7.11)

$$q_m = 6 \times \frac{70}{100} = 4,2 \text{ (т/год)}$$

Кількість магнітних сепараторів розраховують за формулою (2.7.9)

$$n_p = \frac{4,2}{12 \times 1} = 0,4 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо 1 шт.

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

Коефіцієнт завантаження магнітного сепаратору розраховують за формулою (2.7.10)

$$K_3 = \frac{4,2}{12 \times 1 \times 1} = 0,4$$

Кількість молоткових дробарок розраховуємо за формулою (2.7.9)

$$n_p = \frac{4,2}{8 \times 0,7} = 0,8 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо 1 шт.

Обираємо молоткову дробарку марки Р1-БДК-10-М з паспортною продуктивністю 8 т/год (виробник ВАТ «Мельінвест»).

Коефіцієнт завантаження молоткової дробарки розраховують за формулою (2.7.10)

$$K_3 = \frac{4,2}{8 \times 1 \times 0,7} = 0,8$$

Кількість магнітних сепараторів розраховують за формулою (2.7.9)

$$n_p = \frac{6}{20 \times 1} = 0,3 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо 1 шт.

Обираємо магнітний сепаратор марки УЗ-ДКМ-02 з паспортною продуктивністю 20 т/год (виробник ВАТ «ВНДІ КП»).

Коефіцієнт завантаження магнітного сепаратору розраховують за формулою (2.7.10)

$$K_3 = \frac{6}{20 \times 1 \times 1} = 0,3$$

Лінія підготовки порції білкової, мінеральної сировини та преміксів

Продуктивність лінії розраховуємо за формулою (2.7.5)

$$q_{\text{лп}} = \frac{150 \times 18,96}{24 \times 100} = 1,2 \text{ (т/год)}$$

Масу порції розраховуємо за формулою (2.7.6)

$$M_n = E_{\text{р.пор.}} = \frac{1,2 \times 1000}{10 \times 0,9} = 133 \text{ (кг)}$$

Ємність вагів розраховуємо за формулою (2.7.7)

$$E_{\text{р.пор.}} = \frac{1,2 \times 1000}{10 \times 0,9} = 133 \text{ (кг)}$$

Обираємо ваги порційні тензометричні марки ВБ-250 з ємністю 250кг (виробник ВАТ «Технекс»).

Коефіцієнт завантаження вагів розраховуємо за формулою (2.7.8)

$$K_{\text{з.д.}} = \frac{133}{250 \times 0,9} = 0,6$$

Лінія гранулювання

Продуктивність лінії гранулювання розраховують за формулою (2.7.1)

$$q_{\text{л}} = \frac{150}{24} = 6,3 \text{ (т/год)}$$

Враховуючи 20% дрібної фракції, яка йде на повторне гранулювання

продуктивність лінії після просіювання розраховують:

$$q_m = 6,3 + (6,3 \times \frac{20}{100}) = 8 \text{ (т/год)}$$

Кількість магнітних сепараторів розраховують за формулою (2.7.9)

$$n_p = \frac{8}{20 \times 1} = 0,4 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо 1 шт.

Обираємо магнітний сепаратор марки УЗ-ДКМ-02 з паспортною продуктивністю 20 т/год (виробник ВАТ «ВНДІ КП»).

Коефіцієнт завантаження магнітного сепаратора розраховуємо за формулою (2.7.10)

$$K_3 = \frac{8}{20 \times 1 \times 1} = 0,4$$

Кількість кондиціонерів розраховують за формулою (2.7.9)

$$n_p = \frac{8}{14 \times 0,8} = 0,7 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо 1 шт.

Обираємо кондиціонер марки СМ 6К/12 з паспортною продуктивністю 14 т/год (виробник Andritz Sprout).

Коефіцієнт завантаження кондиціонера розраховуємо за формулою (2.7.10)

$$K_3 = \frac{8}{14 \times 1 \times 0,8} = 0,7$$

Кількість експандерів розраховують за формулою (2.7.9)

$$n_p = \frac{8}{14 \times 0,8} = 0,7 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо 1 шт.

Обираємо експандер марки FEX 34 з паспортною продуктивністю 14 т/год (виробник Andritz Sprout).

Коефіцієнт завантаження експандера розраховуємо за формулою (2.7.10)

$$K_3 = \frac{8}{14 \times 1 \times 0,8} = 0,7$$

Кількість пресів-грануляторів розраховують за формулою (2.7.9)

$$n_p = \frac{8}{14 \times 0,8} = 0,7 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо 1 шт.

Обираємо прес-гранулятор марки РМV з паспортною продуктивністю 14 т/год (виробник Andritz Sprout).

Коефіцієнт завантаження пресів-гранулятору розраховуємо за формулою (2.7.10)

$$K_3 = \frac{8}{14 \times 1 \times 0,8} = 0,7$$

Кількість охолоджувальних колонок розраховують за формулою (2.7.9)

$$n_p = \frac{8}{14 \times 1} = 0,6 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо 1 шт.

Обираємо охолоджувач марки VK19X28R з паспортною продуктивністю 14 т/год (виробник Andritz Sprout).

Коефіцієнт завантаження розраховуємо за формулою (2.7.10)

$$K_3 = \frac{8}{14 \times 1 \times 1} = 0,6$$

Продуктивність лінії після охолодження гранул розраховують за формулою (2.7.11)

$$q_m = 8 + \left(8 \times \frac{10}{100} \right) = 9 \text{ (т/год)}$$

Кількість подрібнювачів розраховують за формулою (2.7.9)

$$n_p = \frac{9}{20 \times 0,7} = 0,6 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо 1 шт.

Обираємо валковий подрібнювач марки ИГТ 250/1000 з паспортною продуктивністю 20 т/год (виробник Andritz Sprout).

Коефіцієнт завантаження розраховуємо за формулою (2.7.10)

$$K_3 = \frac{9}{10 \times 1 \times 0,7} = 0,6$$

Кількість просіювачів розраховують за формулою (2.7.9)

$$n_p = \frac{9}{20 \times 1} = 0,5 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо 1 шт.

Обираємо просіювальну машину марки Е-101 з паспортною продуктивністю 20 т/год (виробник Mogensen).

Коефіцієнт завантаження просіювальної машини розраховують за формулою (2.7.10)

$$K_3 = \frac{9}{20 \times 1 \times 1} = 0,5$$

Таблиця 2.7.2 – Дані розрахунку технологічного обладнання

Назва та номер машини	Марка машини	Кіл. n_ϕ , шт.	Продуктивність		Коефі- цієнт викори- стання машин, K_ϕ	Коефі- цієнт заван- таже- ння машин K_3
			Паспо- ртна, q_n , т/год	Експ- луа- тацій- на, q_e , т/год		
1	2	3	4	5	6	7
Лінія підготовки порції зернової, мучнистої сировини та шротів						
Ваги №1	ВБ-1000	1	1	0,9	0,9	0,7
Просіювальна машина №1	VZ 800 2000	1	20	20	1	0,3
Магнітний сепаратор №1	УЗ-ДКМ-00	1	6	6	1	0,3
Магнітний сепаратор №2	УЗ-ДКМ-01	1	12	12	1	0,4
Молоткова дробарка	Р1-БДК-10-М	1	8	5,6	0,7	0,8
Магнітний сепаратор №3	УЗ-ДКМ-02	1	20	20	1	0,3
Лінія підготовки порції білкової, мінеральної сировини та премексів						
Ваги №2	ВБ-250	1	0,25	0,225	0,9	0,6

Продовження табл. 2.7.2

Лінія змішування						
Змішувач	УЗ-ДСП-1,0	1	1	0,9	0,9	0,9
Лінія гранулювання						
Магнітний сепаратор №4	УЗ-ДКМ-02	1	20	20	1	0,4
Кондиціонер	СМ 6К/12	1	14	11,2	0,8	0,7
Експандер	FEX 34	1	14	11,2	0,8	0,7
Прес-гранулятор	PMV	1	14	11,2	0,8	0,7
Охолоджувач	VK19X28R	1	14	14	1	0,6
Валковий подрібнювач	ИГТ 250/1000	1	20	14	0,7	0,6
Просіювальна машина №2	E-101	1	20	20	1	0,5

2.8 Розрахунок ємності оперативних бункерів

Масу сировини, яку розміщують в оперативних бункерах над обладнанням для фракціонування, подрібнення, пресування, E_m , т:

$$E_m = q_m \times \tau, \quad (2.8.1)$$

q_m – продуктивність лінії на якій розташовані оперативні бункера або експлуатаційна продуктивність технологічного обладнання ($q_m = q_l$), т/год;

τ – тривалість зберігання сировини в оперативному бункері, год.

Маса сировини, яку розміщують в наддозаторних бункерах, т:

$$E_p = \frac{Q_z \times \alpha \times \tau}{t \times 100}, \quad (2.8.2)$$

де E_p — ємність наддозаторного бункера, т;

Q_z – продуктивність підприємства, т/добу;

α – опосереднені витрати сировини;

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

t – тривалість роботи лінії змішування, год.

Розрахункова ємність оперативних бункерів, V_b , м³:

$$V_6 = \frac{E_p}{\gamma \times \eta}, \quad (2.8.4)$$

де V_6 — ємність оперативного бункера, м^3 ;

E_p — ємність налловаторного бункера, т;

γ — об'ємна маса сировини, т/м^3 ;

η — коефіцієнт використання об'єму:

$\eta = 0,85$ — для зернової і гранульованої сировини;

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

Ємність одного оперативного бункера, V_1 , м^3 :

$$V_1 = a \times b \times h, \quad (2.8.5)$$

де V_1 — ємність одного оперативного бункера, м^3 ;

a, b — розміри бункера, м;

h — висота бункера, м.

Розрахунок кількості бункерів, n_6 , шт:

$$n_6 = \frac{V_6}{V_1}, \quad (2.8.6)$$

де n_6 — кількість бункерів, шт;

V_6 — ємність оперативного бункера, м^3 ;

V_1 — ємність одного оперативного бункера, м^3 .

Фактична ємність бункерів, V_ϕ , м^3 :

$$V_\phi = n_\phi \times V_1, \quad (2.8.7)$$

де V_ϕ — фактична ємність бункерів, м^3 ;

n_ϕ — фактична кількість технологічного обладнання, шт.;

V_1 — ємність одного оперативного бункера, м^3 .

Фактична ємність бункера, E_ϕ , т:

$$E_\phi = n_\phi \times V_1 \times \gamma \times \eta, \quad (2.8.8)$$

де E_ϕ — фактична ємність оперативних бункерів, т;

n_ϕ — фактична кількість технологічного обладнання, шт.;

V_1 — об'єм одного бункера, м^3 ;

γ – об’ємна маса сировини, т/м³;

η – коефіцієнт використання об’єму.

Фактична тривалість зберігання сировини в оперативних бункерах, τ_{ϕ} , год:

$$\tau_{\phi} = \frac{E_{\phi}}{q_m}, \quad (2.8.9)$$

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

q_m – продуктивність лінії на якій розташовані оперативні бункера або експлуатаційна продуктивність технологічного обладнання, т/год.

Лінія підготовки порції зернової, мучнистої сировини та шротів

Встановлюємо оперативний бункер під вагами марки ВБ-1000 №1 ємністю на одну порцію – 1 т.

Розрахунковий об’єм бункера розраховуємо за формулою (2.8.3)

$$V_6 = \frac{1}{0,48 \times 0,8} = 2,6 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розміри бункера в плані приймаємо $a = 1,3\text{м}$, $b = 1,3\text{м}$, $h = 1,5\text{м}$.

Ємність одного бункера розраховують за формулою (2.8.4)

$$V_1 = 1,3 \times 1,3 \times 1,5 = 2,5 \text{ (м}^3\text{)}$$

Фактичну ємність бункера розраховуємо за формулою (2.8.7)

$$V_{\phi} = 1 \times 2,5 = 2,5 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розраховуємо фактичну ємність бункерів за формулою (2.8.8)

$$E_{\phi} = 1 \times 2,5 \times 0,48 \times 0,8 = 1 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання сировини в бункерах за формулою (2.8.9)

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

Встановлюємо оперативний бункер над просіювачем VZ 800 2000 №1 ємністю на одну порцію – 1 т.

Розрахунковий об’єм бункера розраховуємо за формулою (2.8.3)

$$V_6 = \frac{1}{0,48 \times 0,8} = 2,6 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розміри бункера в плані приймаємо $a = 1,3\text{м}$, $b = 1,3\text{м}$, $h = 1,5\text{м}$.

Ємність одного бункера розраховують за формулою (2.8.4)

$$V_1 = 1,3 \times 1,3 \times 1,5 = 2,5 (\text{м}^3)$$

Фактичну ємність бункера розраховуємо за формулою (2.8.7)

$$V_{\phi} = 1 \times 2,5 = 2,5 (\text{м}^3)$$

Розраховуємо фактичну ємність бункерів за формулою (2.8.8)

$$E_{\phi} = 1 \times 2,5 \times 0,48 \times 0,8 = 1 (\text{т})$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання сировини в бункерах за формулою (2.8.9)

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

Встановлюємо оперативний бункер під магнітним сепаратором УЗ-ДКМ-00 №1 ємністю на одну порцію розраховуємо за формулою (2.8.1):

$$E_p = 1 \times \frac{30}{100} = 0,3 (\text{т})$$

Розрахунковий об'єм бункера розраховуємо за формулою (2.8.3)

$$V_6 = \frac{0,3}{0,48 \times 0,8} = 0,8 (\text{м}^3)$$

Розміри бункера в плані приймаємо $a = 1,2 \text{ м}$, $b = 1,2 \text{ м}$, $h = 1,2 \text{ м}$.

Ємність одного бункера розраховують за формулою (2.8.4)

$$V_1 = 1,2 \times 1,2 \times 1,2 = 1,7 (\text{м}^3)$$

Фактичну ємність бункера розраховуємо за формулою (2.8.7)

$$V_{\phi} = 1 \times 1,7 = 1,7 (\text{м}^3)$$

Розраховуємо фактичну ємність бункерів за формулою (2.8.8)

$$E_{\phi} = 1 \times 1,7 \times 0,48 \times 0,8 = 0,7 (\text{т})$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання сировини в бункерах за формулою (2.8.9)

$$\tau_{\phi} = \frac{0,7}{0,3} = 2,3 (\text{год})$$

Встановлюємо оперативний бункер під магнітним сепаратором УЗ-ДКМ-00 №2 ємністю на одну порцію розраховуємо за формулою (2.8.1):

$$E_p = 1 \times \frac{70}{100} = 0,7 \text{ (т)}$$

Розрахунковий об'єм бункера розраховуємо за формулою (2.8.3)

$$V_6 = \frac{0,7}{0,48 \times 0,8} = 1,8 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розміри бункера в плані приймаємо $a = 1,2\text{м}$, $b = 1,2\text{м}$, $h = 1,2\text{м}$.

Ємність одного бункера розраховують за формулою (2.8.4)

$$V_1 = 1,2 \times 1,2 \times 1,2 = 1,7 \text{ (м}^3\text{)}$$

Фактичну ємність бункера розраховуємо за формулою (2.8.7)

$$V_\phi = 1 \times 1,7 = 1,7 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розраховуємо фактичну ємність бункерів за формулою (2.8.8)

$$E_\phi = 1 \times 1,7 \times 0,48 \times 0,8 = 0,7 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання сировини в бункерах за формулою (2.8.9)

$$\tau_\phi = \frac{0,7}{0,7} = 1 \text{ (год)}$$

Встановлюємо оперативний бункер під дробаркою Р1-БДК-10-М ємністю на одну порцію – 1 т.

Розрахунковий об'єм бункера розраховуємо за формулою (2.8.3)

$$V_6 = \frac{1}{0,48 \times 0,8} = 2,6 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розміри бункера в плані приймаємо $a = 1,6\text{м}$, $b = 2,3\text{м}$, $h = 1,5\text{м}$.

Ємність одного бункера розраховують за формулою (2.8.4)

$$V_1 = 1,6 \times 2,3 \times 1,5 = 5,5 \text{ (м}^3\text{)}$$

Фактичну ємність бункера розраховуємо за формулою (2.8.7)

$$V_\phi = 1 \times 5,5 = 5,5 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розраховуємо фактичну ємність бункерів за формулою (2.8.8)

$$E_\phi = 1 \times 5,5 \times 0,48 \times 0,8 = 2,1 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання сировини в бункерах за формулою (2.8.9)

$$\tau_{\phi} = \frac{2,1}{1} = 2,1 \text{ (год)}$$

Встановлюємо оперативний бункер під магнітним сепаратором УЗ-ДКМ-01 №3 ємністю на одну порцію – 1 т.

Розрахунковий об'єм бункера розраховуємо за формулою (2.8.3)

$$V_{\phi} = \frac{1}{0,48 \times 0,8} = 2,6 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розміри бункера в плані приймаємо $a = 1,3\text{м}$, $b = 1,3\text{м}$, $h = 1,5\text{м}$.

Ємність одного бункера розраховують за формулою (2.8.4)

$$V_1 = 1,3 \times 1,3 \times 1,5 = 2,5 \text{ (м}^3\text{)}$$

Фактичну ємність бункера розраховуємо за формулою (2.8.7)

$$V_{\phi} = 1 \times 2,5 = 2,5 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розраховуємо фактичну ємність бункерів за формулою (2.8.8)

$$E_{\phi} = 1 \times 2,5 \times 0,48 \times 0,8 = 1 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання сировини в бункерах за формулою (2.8.9)

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

Лінія підготовки порції білкової, мінеральної сировини та премексів

Масу білкової сировини, яку розміщують в наддозаторних бункерах розраховують за формулою (2.8.2)

$$E_p = \frac{150 \times 13,62 \times 8}{24 \times 100} = 6,8 \text{ (т)}$$

Ємність бункера розраховують за формулою (2.8.3)

$$V_{\phi} = \frac{6,8}{0,5 \times 0,8} = 17 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розміри бункера в плані приймаємо $a = 1\text{м}$, $b = 1\text{м}$, $h = 6\text{м}$.

Об'єм одного бункера розраховують за формулою (2.8.4)

$$V_1 = 1 \times 1 \times 6 = 6 \text{ (м}^3\text{)}$$

Кількість бункерів розраховують за формулою (2.8.5)

$$n_{\phi} = \frac{17}{6} = 3,5 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо 4 бункера для білкової сировини.

Розраховуємо фактичну ємність бункерів за формулою (2.8.6)

$$E_{\phi} = 4 \times 6 \times 0,50 \times 0,80 = 9,6(\text{т})$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання сировини в наддозаторних бункерах за формулою (2.8.9)

$$\tau_{\phi} = \frac{100 \times 9,6 \times 24}{150 \times 14,26} = 10,7(\text{год})$$

Масу мінеральної сировини, яку розміщують в наддозаторних бункерах розраховують за формулою (2.8.2)

$$E_p = \frac{150 \times 4,34 \times 8}{24 \times 100} = 2,2(\text{т})$$

Ємність бункера розраховують за формулою (2.8.3)

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

Розміри бункера в плані приймаємо $a = 1 \text{ м}$, $b = 1 \text{ м}$, $h = 6 \text{ м}$.

Об'єм одного бункера розраховують за формулою (2.8.4)

$$V_1 = 1 \times 1 \times 6 = 6(\text{м}^3)$$

Кількість бункерів розраховують за формулою (2.8.5)

$$n_6 = \frac{2,3}{6} = 0,4(\text{шт.})$$

Приймаємо 2 бункера для мінеральної сировини.

Розраховуємо фактичну ємність бункерів за формулою (2.8.8)

$$E_{\phi} = 2 \times 6 \times 1,2 \times 0,80 = 11,5(\text{т})$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання сировини в наддозаторних бункерах за формулою (2.8.9)

$$\tau_{\phi} = \frac{100 \times 11,5 \times 24}{150 \times 4,34} = 42,4(\text{год})$$

Масу премексів, які розміщують в наддозаторних бункерах розраховують за формулою (2.8.2)

$$E_p = \frac{150 \times 1 \times 8}{24 \times 100} = 0,5(\text{т})$$

Ємність бункера розраховують за формулою (2.8.3)

$$V_6 = \frac{0,5}{0,3 \times 0,8} = 2,1(\text{м}^3)$$

Об'єм одного бункера розраховують за формулою (2.8.4)

$$V_1 = 1 \times 1 \times 6 = 6(\text{м}^3)$$

Кількість бункерів розраховують за формулою (2.8.5)

$$n_6 = \frac{2,1}{6} = 0,4(\text{шт.})$$

Приймаємо 2 бункера для преміксу.

Розраховуємо фактичну ємність бункерів за формулою (2.8.8)

$$E_\phi = 2 \times 6 \times 0,3 \times 0,8 = 2,9(\text{т})$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання сировини в наддозаторних бункерах за формулою (2.8.9)

$$\tau_\phi = \frac{100 \times 2,9 \times 24}{150 \times 1} = 46,4(\text{год})$$

Встановлюємо оперативний бункер під вагами ВБ-250 №2 ємністю на одну порцію – 0,25 т.

Розрахунковий об'єм бункера розраховуємо за формулою (2.8.3)

$$V_6 = \frac{0,25}{0,85 \times 0,8} = 0,4(\text{м}^3)$$

Розміри бункера в плані приймаємо $a = 0,8\text{м}$, $b = 0,8\text{м}$, $h = 1\text{м}$.

Ємність одного бункера розраховують за формулою (2.8.4)

$$V_1 = 0,8 \times 0,8 \times 1 = 0,6(\text{м}^3)$$

Фактичну ємність бункера розраховуємо за формулою (2.8.7)

$$V_\phi = 1 \times 0,6 = 0,6(\text{м}^3)$$

Розраховуємо фактичну ємність бункерів за формулою (2.8.8)

$$E_\phi = 1 \times 0,6 \times 0,85 \times 0,8 = 0,4(\text{т})$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання сировини в бункерах за формулою (2.8.9)

$$\tau_\phi = \frac{0,4}{0,25} = 1,6(\text{год})$$

Лінія змішування

Масу сировини під змішувачем марки УЗ-ДСП-1,0 №1 ємністю на одну порцію – 1,3 т.

Розрахунковий об'єм бункера розраховуємо за формулою (2.8.3)

$$V_6 = \frac{1,3}{0,5 \times 0,8} = 3,3 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розміри бункера в плані приймаємо $a = 3,2 \text{ м}$, $b = 1,7 \text{ м}$, $h = 1 \text{ м}$.

Ємність одного бункера розраховують за формулою (2.8.4)

$$V_1 = 3,1 \times 1,6 \times 1 = 5 \text{ (м}^3\text{)}$$

Фактичну ємність бункера розраховуємо за формулою (2.8.7)

$$V_{\phi} = 1 \times 5 = 5 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розраховуємо фактичну ємність бункерів за формулою (2.8.8)

$$E_{\phi} = 1 \times 5 \times 0,5 \times 0,8 = 2 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання сировини в бункерах за формулою (2.8.9)

$$\tau_{\phi} = \frac{2}{1,3} = 1,5 \text{ (год)}$$

Лінія гранулювання

Встановлюємо оперативний бункер під магнітним сепаратором УЗ-ДКМ-01 №4 масу на одну порцію розраховуємо за формулою (2.8.1):

$$E_m = 7,2 \times 1 = 7,2 \text{ (т)}$$

Розрахунковий об'єм бункера розраховуємо за формулою (2.8.3)

$$V_6 = \frac{7,2}{0,5 \times 0,8} = 18 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розміри бункера в плані приймаємо $a = 1,8 \text{ м}$, $b = 1,8 \text{ м}$, $h = 1,5 \text{ м}$.

Ємність одного бункера розраховують за формулою (2.8.4)

$$V_1 = 1,8 \times 1,8 \times 1,5 = 5 \text{ (м}^3\text{)}$$

Фактичну ємність бункера розраховуємо за формулою (2.8.7)

$$V_{\phi} = 1 \times 5 = 5 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розраховуємо фактичну ємність бункерів за формулою (2.8.8)

$$E_{\phi}=1\times5\times0,5\times0,8=2\text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання сировини в бункерах за формулою (2.8.9)

$$\tau_{\phi}=\frac{2}{7,2}=0,3\text{ (год)}$$

Таблиця 2.8.1 – Дані розрахунку ємності оперативних бункерів

Бункери	Об'ємна маса сировини, продукту, γ_c , т/м ³	Коефіцієнт використання об'єму бункерів, K_{ϕ}	Фактична ємність бункерів E_{ϕ} , т	Запаси сиров. T_p , год	Фактичні запаси сировини, продукту τ_{ϕ} , год,
1	2	3	4	5	6
Лінія підготовки порції зернової, мучнистої сировини та шротів					
під вагами ВБ-1000 №1	0,48	0,80	1	1	1
над просіювальною машиною VZ 800 2000 №1	0,48	0,80	1	1	1
під магнітним сепаратором УЗ-ДКМ-00 №1	0,48	0,80	0,7	1	2,3
під магнітним сепаратором УЗ-ДКМ-01 №2	0,48	0,80	0,7	1	1
під молотковою дробаркою Р1-БДК-10-М	0,48	0,80	2,1	1	2,1
під магнітним сепаратором УЗ-ДКМ-01 №3	0,48	0,80	1	1	1
Лінія підготовки порції білкової та мінеральної сировини					
для білкової сировини	0,50	0,80	9,6	8	10,7
для мінеральної сировини	1,20	0,80	11,5	8	42,4
для премексів	0,30	0,80	2,9	8	46,4

Продовження табл. 2.8.1

під вагами ВБ-250 №2	0,85	0,80	0,4	1	1,6
Лінія змішування					
під змішувачем УЗ- ДСП-1,0 №1	0,50	0,80	3,8	1	1,5
Лінія гранулювання					
під магнітним сепаратором УЗ-ДКМ-01 №4	0,50	0,80	2	1	0,3

2.9 Розрахунок транспортного обладнання

Експлуатаційна продуктивність транспортного обладнання, т/год:

$$q_e = \frac{q_{\Pi} \times \gamma_c \times K_B}{0,75}, \quad (2.9.1)$$

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

q_{Π} – паспортна продуктивністю 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_B – коефіцієнт використання транспортного обладнання ($K_B = 0,85$ для транспортного обладнання продуктивністю $q_e \leq 50$ т/год).

Лінія підготовки порції зернової, мучнистої сировина та шротів

Розраховуємо продуктивність скребкового конвеєру №1 та №2 за формулою (2.9.1)

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

Приймаємо скребковий конвеєр КСТ-200 (виробник ВАТ «Технекс»), з паспортною продуктивністю 10 т/год.

Розраховуємо продуктивність норії №1 за формулою (2.9.1)

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

Приймаємо норію марки Е-10 (виробник ВАТ «Технекс»), з паспортною

продуктивністю 10 т/год.

Розраховуємо продуктивність скребкового конвеєру №3 та №4 за формулою (2.9.1)

$$q_{\epsilon} = \frac{10 \times 0,3 \times 0,85}{0,75} = 3,4 \text{ (т/год)}$$

Приймаємо скребковий конвеєр КСТ-200 (виробник ВАТ «Технекс»), з паспортною продуктивністю 10 т/год.

Розраховуємо продуктивність норії №2 за формулою (2.9.1)

$$q_{\epsilon} = \frac{10 \times 0,3 \times 0,85}{0,75} = 3,4 \text{ (т/год)}$$

Приймаємо норію марки Е-10 (виробник ВАТ «Технекс»), з паспортною продуктивністю 10 т/год.

Розраховуємо продуктивність скребкового конвеєру №5 та №6 за формулою (2.9.1)

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

Приймаємо скребковий конвеєр КСТ-200 (виробник ВАТ «Технекс»), з паспортною продуктивністю 10 т/год.

Розраховуємо продуктивність норії №3 за формулою (2.9.1)

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

Приймаємо норію марки Е-10 (виробник ВАТ «Технекс»), з паспортною продуктивністю 10 т/год.

Розраховуємо продуктивність конвеєрів №7 за формулою (2.9.1)

$$q_{\epsilon} = \frac{20 \times 0,48 \times 0,85}{0,75} = 10,9 \text{ (т/год)}$$

Приймаємо скребковий конвеєр КСТ-200 (виробник ВАТ «Технекс»), з паспортною продуктивністю 20 т/год.

Розраховуємо продуктивність норії №4 за формулою (2.9.1)

$$q_{\epsilon} = \frac{20 \times 0,48 \times 0,85}{0,75} = 10,9 \text{ (т/год)}$$

Приймаємо норію марки Е-20 (виробник ВАТ «Технекс»), з паспортною

продуктивністю 20 т/год.

Розраховуємо продуктивність конвеєрів №8 за формулою (2.9.1)

$$q_{\epsilon} = \frac{20 \times 0,48 \times 0,85}{0,75} = 10,9 \text{ (т/год)}$$

Приймаємо гвинтовий конвеєр КВТ-320 (виробник ВАТ «Технекс»), з паспортною продуктивністю 20 т/год.

Розраховуємо продуктивність норії №5 за формулою (2.9.1)

$$q_{\epsilon} = \frac{20 \times 0,48 \times 0,85}{0,75} = 10,9 \text{ (т/год)}$$

Приймаємо норію марки Е-20 (виробник ВАТ «Технекс»), з паспортною продуктивністю 20 т/год.

Розраховуємо продуктивність конвеєрів №9 за формулою (2.9.1)

$$q_{\epsilon} = \frac{20 \times 0,48 \times 0,85}{0,75} = 10,9 \text{ (т/год)}$$

Приймаємо скребковий конвеєр КСТ-200 (виробник ВАТ «Технекс»), з паспортною продуктивністю 20 т/год.

Лінія підготовки порції білкової, мінеральної сировини та премексів

Розраховуємо продуктивність скребкового конвеєру №10 та №11 за формулою (2.9.1)

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

Приймаємо скребковий конвеєр КСТ-200 (виробник ВАТ «Технекс»), з паспортною продуктивністю 5 т/год.

Розраховуємо продуктивність норії №6 за формулою (2.9.1)

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

Приймаємо норію марки Е-5 (виробник ВАТ «Технекс»), з паспортною продуктивністю 5 т/год.

Для мінеральної сировини приймаємо скребковий конвеєр марки КСТ-200 №12 (виробник ВАТ «Технекс»), з паспортною продуктивністю 5 т/год.

Для мінеральної сировини приймаємо норію марки Е-10 (виробник ВАТ

«Технекс»), з паспортною продуктивністю 5 т/год.

Розраховуємо продуктивність конвеєра №14 за формулою (2.9.1)

$$q_{\epsilon} = \frac{20 \times 0,4 \times 0,85}{0,75} = 9 \text{ (т/год)}$$

Приймаємо скребковий конвеєр КСТ-200 (виробник ВАТ «Технекс»), з паспортною продуктивністю 5 т/год.

Лінія змішування

Розраховуємо продуктивність скребкового конвеєру №15 за формулою (2.9.1)

$$q_{\epsilon} = \frac{20 \times 0,5 \times 0,85}{0,75} = 11,3 \text{ (т/год)}$$

Приймаємо скребковий конвеєр КСТ-200 (виробник ВАТ «Технекс»), з паспортною продуктивністю 20 т/год.

Розраховуємо продуктивність норії №8 за формулою (2.9.1)

$$q_{\epsilon} = \frac{20 \times 0,5 \times 0,85}{0,75} = 11,3 \text{ (т/год)}$$

Приймаємо норію марки Е-20 (виробник ВАТ «Технекс»), з паспортною продуктивністю 20 т/год.

Лінія гранулювання

Розраховуємо продуктивність норії №9 та №10 за формулою (2.9.1)

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

Приймаємо норію марки Е-20 (виробник ВАТ «Технекс»), з паспортною продуктивністю 20 т/год.

Розраховуємо продуктивність конвеєру №16 за формулою (2.9.1)

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

Приймаємо скребковий конвеєр КСТ-200 (виробник ВАТ «Технекс»), з паспортною продуктивністю 20 т/год.

Розраховуємо продуктивність скребкового конвеєру №17 та №18 за формулою (2.9.1)

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

Приймаємо скребковий конвеєр КСТ-200 (виробник ВАТ «Технекс»), з паспортною продуктивністю 20 т/год.

2.10 Проектування внутрішньоцехової комунікації

Таблиця 2.10.1 – 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 виробництва	50
Сировина мінерального походження	50
Гранули на виходу із прес-гранулятора	70
Комбікорми в розсипному вигляді	47...60
Комбікорми у вигляді гранульованої крупки	45...47
Комбікорми у вигляді гранул	40...47

Таблиця 2.10.2 – Діаметри самопливних труб, мм

Призначення самопливного трубопроводу	Діаметри самопливних труб при продуктивності лінії, q _л , т/год			
	до 5	до 10	до 20	більше 20
Приймання сировини (приймальні пристрої корпусу сировини) і відпуску готової продукції (відпускні пристрої корпусу готової продукції), Ø, мм	220	220	220	300

Продовження табл. 2.10.2

Для зернової сировини (виробничий корпус), Ø, мм	140	140	180	220
Для інших видів сировини, проміжних продуктів, готової продукції (виробничий корпус), Ø, мм	140	180	180	220
Для відходів, Ø, мм	140	140	140	180

Висновок: Фактичні кути нахилу самопливів більші гранично допустимих, що забезпечує вільний рух продукту та стабільну роботу технологічного та транспортного обладнання.

Таблиця 2.10.3 – Відомість руху продуктів

Назва, марка технологічного обладнання (ТО), силосів, бункерів	Кількість ТО, шт.	Продукти, які		Назва, марка ТО, на яке подається продукт	Кут нахилу самопливу, α, град							Діаметр самопливу, мм	Поверх перевірки кута нахилу самопливу
		надходять до ТО (до підготовки)	виходять з ТО (після підготовки)		Номер самопливу	Марка і номер норії	Марка і номер конвеєра	В повздовжньому розрізі	В поперечному розрізі	фактичний	Гранично допустимий		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Лінія підготовки порції зернової, мучнистої сировини та шротів													
Ваги ВБ-1000 №1	1	Зернова, мучниста сировина і шроти	Порція компонентів	Оперативний бункер №10	1	Е-20 №4	КСТ-200 №7	90	90	90	50	180	1
					2			44	90	55			5
Оперативний бункер №10	1	Порція компонентів	Порція компонентів	Просіювач VZ800 2000 №1	3	-	-	90	90	90			4
Просіювач VZ800 2000 №1	1	Порція компонентів	Дрібна фракція	Магнітний сепаратор УЗ-ДКМ-00 №1	4	-	-	85	90	85			3
Магнітний сепаратор УЗ-ДКМ-00 №1	1	Дрібна фракція	Дрібна фракція очищена від ММД	Оперативний бункер №11	-	-	-	-	-	-			3
Оперативний бункер №11	1	Дрібна фракція очищена від ММД	Дрібна фракція	Піддробарний бункер №13	5	-	-	90	88	88			2
Просіювач VZ800 2000 №1	1	Порція компонентів	Крупна фракція	Магнітний сепаратор УЗ-ДКМ-00 №2	6	-	-	89	90	89			3

КРБ.ТЗІК.1.607-03.1.3

Продовження табл. 2.10.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Лінія підготовки порції зернової, мучнистої сировини та шротів													
Магнітний сепаратор УЗ-ДКМ-00 №3	1	Крупна фракція	Крупна фракція очищена від ММД	Оперативний бункер №12	-	-	-	-	-	-	50	180	3
Оперативний бункер №12	1	Крупна фракція очищена від ММД	Крупна фракція	Молоткова дробарка Р1-БДК-10-М	7	-	-	90	70	70			2
Молоткова дробарка Р1-БДК-10-М	1	Крупна фракція	Подрібнена фракція	Піддробарний бункер №13	-	-	-	-	-	-	47		2
Піддробарний бункер №13	1	Подрібнена фракція	Підготовлен а порція	Магнітний сепаратор УЗ-ДКМ-02 №3	8	Е-20 №5	КВТ-250 №8	71	90	71			1
					9			90	90	90			4
					10			68	90	68			3
Магнітний сепаратор УЗ-ДКМ-02 №3	1	Підготовлен а порція	Порція очищена від ММД	Оперативний бункер №14	-	-	-	-	-	-	50	180	3
Оперативний бункер №14	1	Порція очищена від ММД	Підготовлен а порція	Змішувач УЗ-ДСП-1,0	11	-	КСТ-200 №9	60	55	51			2
Лінія підготовки порції білкової, мінеральної сировини та преміксів													
Склад підлогового типу	-	Білкова сировина	Білкова сировина	Наддозаторні бункери №15-18	12	Е-5 №6	КСТ-200 №10, №11	90	90	90	50	140	1
					13			90	64	64			5

КРБ.ТЗІК.1.607-03.1.3

Арк.

72

Продовження табл. 2.10.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Лінія підготовки порції білкової, мінеральної сировини та преміксів													
Склад підлогового типу	-	Мінеральна сировина	Мінеральна сировина	Наддозаторні бункери №19-20	14	Е-5 №7	-	90	90	90	50	140	1
					15			90	70	70			5
					16			63	70	60			5
	Премікси	Премікси	Наддозаторні бункери №21-22	-	-	-	-	-	-	5			
Наддозаторні бункери №15-22	8	Білкова, мінеральна сировина, премікси	Білкова, мінеральна сировина, премікси	Ваги ВБ-250 №2	17	-	ПШ-200 №1-№4 Б6-ДПК №1-№4	72	90	72			3
					18			72	90	72			3
					19			90	90	90			3
					20			90	90	90			3
					21			90	90	90			3
					22			90	90	90			3
					23			72	90	72			3
					24			72	90	72			3
					Ваги ВБ-250 №2			1	Білкова, мінеральна сировина, премікси	Здозована порція			Змішувач УЗ-ДСП-1,0

Продовження табл. 2.10.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Лінія змішування													
Змішувач УЗ-ДСП-1,0	1	Підготовлені порції компонентів	Однорідний комбікорм	Бункер під змішувачем №24	-	-	-	-	-	-	50	180	2
Бункер під змішувачем №24	1	Однорідний комбікорм	Однорідний комбікорм	Магнітний сепаратор УЗ-ДКМ-02 №4	26	Е-20 №8	КСТ-200 №15	54	90	54			1
					27			90	90	дах			
					28			55	90	55			5
Лінія гранулювання													
Магнітний сепаратор УЗ-ДКМ-02 №4	1	Однорідний комбікорм	Однорідний комбікорм очищений від ММД	Оперативний бункер №25	-	-	-	-	-	-	50	180	5
Оперативний бункер №25	1	Однорідний комбікорм очищений від ММД	Однорідний комбікорм	Кондиціонер СМ 6К/12	29	-	-	90	90	90	70	180	4
Кондиціонер СМ 6К/12	1	Однорідний комбікорм	Зволожений комбікорм	Експандер FEX 34	30	-	-	90	90	90			4
Експандер FEX 34	1	Зволожений комбікорм	Зволожений комбікорм	Прес-гранулятор РМV	31	-	-	90	90	90			3

КРБ.ТЗІК.1.607-03.1.3

Продовження табл. 2.10.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Лінія гранулювання													
Прес-гранулятор РМV	1	Зволожений комбікорм	Гранульований комбікорм	Охолоджувач VK19X28R	32	-	-	90	90	90	70	180	2
Охолоджувач VK19X28R	1	Гранульований комбікорм	Охолоджені гранули	Подрібнювач ИГТ 250/1000	33	-	-	90	90	90	47		1
Подрібнювач ИГТ 250/1000	1	Охолоджені гранули	Подрібнені гранули	Просіювач Е-101	34	Е-20 №9	КСТ-200 №16	90	90	90			1
					35			90	55	55			1
					36			90	90	90			дах
					37			90	77	77			5
Просіювач Е-101	1	Подрібнені гранули	Дрібна фракція	Магнітний сепаратор УЗ-ДКМ-02 №4	38	Е-20 №8	-	79	60	56			4
					39			90	90	90			3
					40			90	90	90			2
					41			90	69	69			1
					27			90	90	90			дах
					28			55	90	55			5

КРБ.ТЗіК.1.607-03.1.3

Продовження табл. 2.10.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Лінія гранулювання													
Просіювач Е-101	1	Подрібнені гранули	Крупна фракція	Подрібнювач ИГТ 250/1000	42	-	-	83	58	58	47	180	4
					43			90	84	84			3
					44			85	90	85			2
					45			77	55	51			1
			Крупка	Склад готової продукції	46	Е-20 №10	КСТ-200 №17	82	90	82			4
					47			90	90	90			3
					48			90	90	90			5

2.11 Технохімічний та технологічний контроль виробництва

На кожному комбікормовому підприємстві, для забезпечення стабільної якості продукції, її безпеки та конкурентоспроможності, важливо організувати активний контроль якості. Цей контроль починається з моменту закупівлі сировини і завершується випуском готової продукції та наданням споживачеві посвідчення якості ветеринарного свідоцтва, яке підтверджує відповідність якості і ціни.

На великих підприємствах, КХП поряд із центральною лабораторією є лабораторії на окремих підприємствах і в цехах. Кожну лабораторію очолює заступник начальника ВТЛ, зав.лабораторією або технік-лаборант в залежності від обсягу роботи [34].

Виробничо-технологічна лабораторія періодично здійснює [35]:

- контроль роботи очищувальних машин (відбір проб на робочих місцях і визначення вмісту смітної домішки у зерновій сировині до і після очищення)
- один раз за зміну;
- контроль роботи об'ємних дозаторів – не менше двох разів за зміну;
- контроль роботи розмелювальних машин – один раз за зміну;
- контроль роботи магнітних установок – один раз за квартал;
- контроль висушування сировини мінерального походження – не менше одного разу за зміну;
- контроль процесу гранулювання: через 2 год роботи преса визначають температуру гранул на виході з охолоджувальної колонки, їх довжину, проход через сито з отворами діаметром 2 мм, крихкість і набухання гранул (в комбікормах для риби) – не менше двох разів за зміну;
- контроль виробітку крупки за величиною залишку на ситі і проходу через сито – через кожних 2 год роботи.

На комбікормовому підприємстві організовується вибірковий контроль кожної партії, що випускається за показниками згідно з розробленою і затвердженою схемою технохімічного контролю [36].

Для всіх видів комбікормів також враховуються показники поживності:

- Вміст сирого протеїну
- Вміст сирого жиру
- Вміст сирої клітковини
- Вміст фосфору

У кожній партії сировини, що надходить, визначають органолептичні показники (колір, запах, зовнішній вигляд), рівень засміченості, вміст зернових та металомагнітних домішок, вологість, температуру сировини, стан тари та упаковки, а також терміни придатності. Вологість комбікормів під час зберігання перевіряють щонайменше раз на 15 днів.

Ці всі стандарти забезпечують стабільну якість продукції, її безпеку та конкурентоспроможність на ринку.

Розділ 3. Розрахунок вентиляційного обладнання

3.1 Мета і задачі вентиляційних установок

Основна мета вентиляційних установок на комбикормових підприємствах – забезпечення безпечних та комфортних умов праці, збереження якості продукції та підвищення ефективності виробничих процесів. Це досягається шляхом підтримання оптимальних параметрів повітряного середовища та запобігання виділенню пилу та шкідливих речовин у робочу зону.

Загалом, аспіраційні системи відіграють важливу роль у різних виробничих процесах. Вони забезпечують видалення пилу, диму, шкідливих газів та інших забруднень з повітря, що позитивно впливає на умови праці, безпеку та якість продукції.

Основні переваги ефективної аспіраційної системи:

- 1. Покращення умов праці:
 - Зниження рівня пилу та шкідливих речовин у повітрі, що сприяє кращому здоров'ю працівників та зменшує ризики професійних захворювань;
 - Забезпечення комфортнішого мікроклімату на робочому місці;
- 2. Підвищення пожежо- і вибухобезпечності:
 - Видалення вибухонебезпечних пилових частинок з повітря;
 - Зниження ризику займання та вибухів, що можуть бути спричинені накопиченням пилу;
- 3. Покращення якості продукції:
 - Видалення пилу та забруднень з виробничих ліній, що може впливати на якість кінцевої продукції;

					КРБ.ТЗіК.1.607-03.1.3			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Пряхіна П.А.			Розробка проекту будівництва комбикормового заводу з застосуванням волого-теплової обробки	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Цюндик О.Г.					79	136
Консульт.		Гончарук Г.А.				ОНТУ 2024		
Зав.каф.		Макаринська А.В.						
Н. контр.								

- Зменшення відходів та дефектів у продукції;
- 4. Збільшення виходу продукції:
 - Підвищення ефективності виробничих процесів за рахунок кращих умов праці та зниження простоїв обладнання через забруднення;
- 5. Охорона навколишнього середовища:
 - Зменшення викидів пилу та шкідливих речовин в атмосферу.
 - Відповідність екологічним стандартам та нормам.

Ефективно працююча аспіраційна система є важливою складовою будь-якого сучасного виробництва, яка сприяє не лише безпеці та здоров'ю працівників, а й загальній продуктивності та якості продукції.

3.2 Особливості проектування аспіраційних установок комбікормових заводів

Проектування аспіраційних установок для комбікормових заводів має свої специфічні особливості, зумовлені специфікою виробництва, вимогами до чистоти повітря, безпеки та ефективності. Нижче наведено основні особливості проектування таких установок [37,38]:

Особливості проектування аспіраційних установок

1. Аналіз технологічних процесів та джерел пилу:
 - Визначення основних технологічних процесів, які супроводжуються виділенням пилу;
 - Ідентифікація основних джерел пилу (наприклад, дробарки, змішувачі, транспортні системи) і характеристика пилу за розміром частинок та хімічним складом;
2. Розробка схем аспірації:
 - Проектування локальних витяжних систем, що безпосередньо відводять пил від джерел його утворення;
 - Визначення оптимальних точок відбору повітря та розташування аспіраційних точок для максимально ефективного захоплення пилу;

3. Розрахунок повітряного потоку:
 - Визначення необхідної витрати повітря для видалення пилу з кожного джерела відповідно до технологічних вимог;
 - Розрахунок загальної витрати повітря для системи аспірації з урахуванням кількості джерел пилу та їхньої інтенсивності;
4. Вибір обладнання:
 - Вибір фільтраційного обладнання для очищення аспіраційного повітря від пилу (циклони, рукавні фільтри, електростатичні фільтри);
 - Вибір вентиляторів та повітроводів, що забезпечують необхідний об'єм повітря та створюють необхідний рівень розрідження;
5. Конструктивні особливості:
 - Проектування повітроводів з урахуванням мінімізації втрат тиску та забезпечення рівномірного розподілу повітря;
 - Вибір матеріалів для повітроводів та фільтраційного обладнання, що забезпечують стійкість до абразивного впливу пилу;
6. Енергозбереження та ефективність:
 - Використання енергоефективних вентиляторів та двигунів для зниження витрат енергії;
 - Оптимізація системи управління вентиляцією для регулювання потужності в залежності від фактичної потреби у видаленні пилу;
7. Автоматизація та моніторинг:
 - Впровадження автоматизованих систем управління, що дозволяють контролювати роботу аспіраційних установок у реальному часі;
 - Використання сенсорів та датчиків для моніторингу рівня пилу та стану фільтраційного обладнання;
8. Безпека та екологічні вимоги:
 - Врахування вимог пожежної та вибухобезпеки при проектуванні систем аспірації (наприклад, встановлення іскрогасників);
 - Забезпечення відповідності проекту екологічним стандартам та нормам з охорони навколишнього середовища;

3.3 Основні принципи компоновання аспіраційних установок

Компоновка аспіраційних установок на комбикормових заводах повинна базуватися на певних принципах, що забезпечують ефективність системи, зменшення втрат пилу і безпеку виробництва. Основні принципи компоновання включають [39,40]:

1. Локалізація джерел пилу

Важливо локалізувати місця утворення пилу і максимально близько встановити витяжні пристрої:

- Місцеві витяжки: встановлення витяжних зондів і кожухів безпосередньо на джерелах пилу (дробарки, змішувачі, дозатори);
- Закриті системи: використання закритих конвеєрів і транспортерів для мінімізації утворення пилу;

2. Роздільне аспірування технологічних ліній

Важливо розділити аспіраційні системи для різних технологічних ліній, щоб уникнути змішування пилу з різних процесів:

- Окремі витяжні системи: для розвантаження і складування сировини, очищення і подрібнення, дозування і змішування, завантаження продукції;

3. Правильний вибір і розташування фільтраційного обладнання

Фільтраційне обладнання повинно забезпечувати високий ступінь очищення повітря:

- Типи фільтрів: використання циклонів, рукавних фільтрів, електростатичних фільтрів в залежності від типу пилу;
- Розташування фільтрів: встановлення фільтрів на кожній технологічній лінії для забезпечення локальної очистки повітря;

4. Мінімізація втрат тиску

Правильне проектування повітроводів для зменшення втрат тиску:

- Прямі повітроводи: використання максимально прямих повітроводів для зменшення опору повітряного потоку;

- Оптимальні діаметри: підбір оптимального діаметру повітроводів для забезпечення необхідної швидкості повітряного потоку;

5. Повернення аспіраційного пилу до виробничої лінії

Аспіраційний пил повертається до виробничої лінії для повторного використання:

- Системи повернення пилу: використання пневмотранспортних систем для повернення зібраного пилу до відповідних технологічних процесів;

- Дозування пилу: автоматизоване дозування повернутого пилу для забезпечення його рівномірного змішування з сировиною;

6. Автоматизація та контроль

Впровадження автоматизованих систем для контролю і управління аспіраційними установками:

- Сенсори та датчики: використання сенсорів для моніторингу рівня пилу, температури, вологості та стану фільтрів;

- Автоматизоване управління: системи автоматичного керування для регулювання роботи аспіраційних установок в залежності від навантаження та технологічних потреб;

7. Забезпечення безпеки

Врахування пожежної та вибухобезпеки при проектуванні аспіраційних систем:

- Іскрогасники: встановлення іскрогасників на повітроводах для запобігання виникненню пожеж;

- Вибухові клапани: використання вибухових клапанів для зниження ризику вибуху в системі аспірації;

8. Енергоефективність

Застосування енергоефективних рішень для зниження витрат на експлуатацію аспіраційних систем:

- Енергоефективні вентилятори: використання вентиляторів з високим ККД;

– Оптимізація роботи: автоматичне регулювання роботи системи залежно від навантаження для зниження енергоспоживання.

3.4 Проектування, підбір та установка локальних фільтрів за аеродинамічними показниками

Для очищення обладнання використовуються фільтри-циклони ZEO-FC, а також місцеві фільтри ZEO-FV та ZEO-FG. Це дає можливість забезпечити додаткове збереження маси кормового продукту шляхом зменшення викидів виробничих відходів у приміщення і атмосферу завдяки високому рівню очищення повітря в системі пиловідділення та поверненню продукту у потік матеріалу. На рис. 3.1 у джерелі [41] представлені основні схеми роботи фільтра-циклона ZEO-FC і місцевих фільтрів горизонтального та вертикального типу.

3.5. Аспірація мережі, до якої входять: ваги ВБ-1000 №1 та конвеєр КСТ-200 №7

Для аспірації вибираємо значення втрат повітря для обладнання: $Q_v=600\text{ м}^3/\text{год}$, $Q_k=500\text{ м}^3/\text{год}$; $H_v=2\text{ Па}$, $H_k=50\text{ Па}$ – опір обладнання.

Величину підсосів повітря $Q_{\text{п}}$ в обладнанні і фільтрі, а також загальні витрати повітря, яке повинен знепилити фільтр ZEO-FC розраховуємо за виразом. Аспіраційне повітря відбирається одночасно від вагів, конвеєра і норії ($\Sigma Q_{\text{обл}}$) визначаємо за формулою:

$$Q_{\text{ф}} = \Sigma Q_{\text{обл}} + Q_{\text{п}} = Q_v + Q_k + Q_{\text{п}} \text{ м}^3/\text{год}, \quad (3.5.1)$$

Кількість підсмоктуваного повітря приймаємо 5% від $\Sigma Q_{\text{обл}}$.

$$Q_{\text{ф}} = 1,05 \times (600 + 500) = 1155 \text{ м}^3/\text{год} = 0,32 \text{ м}^3/\text{с}$$

За витратами повітря вибираємо модульний фільтр ZEO-FC-1000.

Втрати тиску у фільтрі визначаємо за напруженістю тканини фільтра визначаємо за формулою:

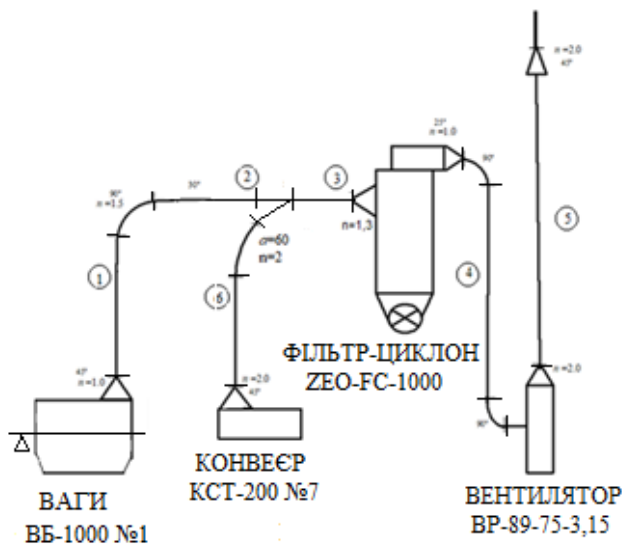
$$q = \frac{Q_{\text{ф}}}{F_{\text{ф.р}}}, \quad (3.5.2)$$

$$q = \frac{0,32}{4} = 0,08 \text{ м}^3/\text{с} \cdot \text{м}^2$$

За графіком $H_{\phi}=f(q)$ визначаємо опір фільтра $H_{\phi}=930\text{Па}$.

Розраховуємо опір мережі визначаємо за формулою, для чого складаємо площинну схему (рис.3.1)

$$H_{\text{мер}} = H_{\text{м}} + H_{\text{пов}} + H_{\phi} + H_{\text{уд}}, \text{ Па.}$$



де $H_{\text{м}}$ – гідравлічний опір найбільш віддаленої машини за магістральним напрямком $H_{\text{к}}=50$ Па;

$H_{\text{пов}}$ – опір матеріало-проводу за магістральним напрямком, Па;

H_{ϕ} – опір фільтра;

$H_{\text{уд}}$ – втрати тиску на удар, або вихід повітря в атмосферу, Па.

Рис.3.1 – Площинна схема аспіраційної мережі

Розраховуємо опір повітро-проводу за визначаємо за формулою:

$$H_{\text{пов}} = \left(\lambda \frac{l}{D} + \sum \xi \right) \frac{\rho v^2}{2}, \text{ Па,} \quad (3.5.3)$$

де λ – коефіцієнт опору по довжині повітропроводу;

l – довжина прямолінійних ділянок повітропроводів, м ($l=22\text{м}$);

ξ – коефіцієнт місцевого опору;

D – діаметр повітропроводу, м;

v – середня швидкість повітря в перерізі повітропроводу, м/с.

За номограмою Панченко [42].

Знаходимо за витратами повітря і рекомендованою швидкістю його – (10...12 м/с) – λ/D , D , v , $H_{\text{дин}}$.

$\lambda/D=0,097$; $D=180\text{мм}$; $v=12,5\text{м/с}$; $H_{\text{дин}}=110$ Па.

Величину кожного місцевого опору в мережі за магістральним напрямком приймаємо $\xi=0,2$.

Так, як у нас за магістраллю 12 місцевих опорів, то
 $\Sigma\xi=12\cdot0,2=2,4$,

Тому $H_{нов} = (0,097 \cdot 22 + 2,4) \cdot 110 = 499$ Па.

Розраховуємо витрати тиску на удар.

Так, як на виході з фільтру встановлюємо факельний викид – втрати тиску на удар визначаємо за формулою:

$$H_{y\partial} = \frac{\rho v_{вих}^2}{2}, \quad (3.5.4)$$

де $v_{вих}$ – швидкість повітря на виході з конфузора, приймаємо $v=20\dots22$ м/с;

ρ – густина повітря, яка для стандартного стану повітря складає 1,2 кг/м³.

$$H_{y\partial} = \frac{1,2 \cdot 22^2}{2} = 290 \text{ Па.}$$

Розраховуємо опір мережі

$$H_{мер}=50+499+930+290=1769 \text{ Па.}$$

Тиск, який повинен розвивати вентилятор треба збільшити на 10 %

$$H_в=1,1 \cdot H_{мер} = 1,1 \cdot 1769 = 1946 \text{ Па.}$$

Витрати повітря, яке повинен переміщувати вентилятор

$$Q_в = Q_{\phi}=1155 \text{ м}^3/\text{год}$$

Вибираємо вентилятор за параметрами $Q_в$ і $H_в$, використовуючи аеродинамічні характеристики вентилятора $H_в=f(Q_в)$: вентилятор вітчизняного виробництва ВР-89-75-3,15. Число обертів робочого колеса вентилятора та його ККД визначають за точкою перетину характеристик вентилятора і мережі, а необхідну потужність на валу електродвигуна визначаємо за формулою:

$$N_{вент} = \frac{Q \cdot H}{1000 \cdot \eta_{\phi} \cdot \eta_{пер} \cdot \eta_{П}}, \text{ кВт}, \quad (3.5.5)$$

де $\eta_в$ – ККД вентилятора (0,72);

$\eta_{\text{пер}}$ – ККД передачі (0,98);

$\eta_{\text{п}}$ – ККД, що враховує опір у підшипниках (0,98).

$$N_{\text{вент}} = \frac{930 \times 1946}{1000 \times 0,72 \times 0,98 \times 0,98 \times 3600} = 0,73 \text{ кВт}$$

Фактичну потужність електродвигуна N_{ϕ} визначаємо за формулою:

$$N_{\phi} = K_3 \cdot N_{\text{ел.дв.}}, \text{ кВт}, \quad (3.5.6)$$

де враховують коефіцієнт запасу потужності електродвигуна K_3 . Для електродвигунів потужністю до 5 кВт $K_3=1,15$.

$$N_{\phi} = 1,15 \times 0,73 = 0,8 \text{ Вт.}$$

Остаточну потужність електродвигуна приймаємо $N=1,5$ кВт з числом обертів $n=2850$ об/хв за комплектацією заводу-виробника.

3.6 Аспірація конвеєра КСТ-200 №11 і конвеєра КСТ-200 №13 які входять до аспіраційної мережі

Для аспірації вибираємо значення втрат повітря для аспірації конвеєра і норії: $Q_{\kappa}=500 \text{ м}^3/\text{год}$, $Q_{\kappa}=500 \text{ м}^3/\text{год}$; $H_{\kappa}=50 \text{ Па}$ і $H_{\kappa}=50 \text{ Па}$ – опір обладнання.

Величину підсосів повітря $Q_{\text{п}}$ в конвеєрі, норії і фільтрі, а також загальні витрати повітря, яке повинен знепилити фільтр ZEO-FC розраховуємо за виразом. Фільтр встановлюють на башмаку норії. Аспіраційне повітря відбирається одночасно від конвеєра і норії $\Sigma Q_{\text{обл}}$ визначаємо за формулою:

$$Q_{\phi} = \Sigma Q_{\text{обл}} + Q_{\text{п}} = Q_{\kappa} + Q_{\kappa} + Q_{\text{п}}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (3.6.1)$$

Кількість підсмоктуваного повітря приймаємо 5% від $\Sigma Q_{\text{обл}}$.

$$Q_{\text{п}} = 0,05(Q_{\text{н}} + Q_{\kappa}) = 0,05(500 + 500) = 50 \text{ м}^3/\text{год.}$$

$$Q_{\phi} = 500 + 500 + 50 = 1050 \text{ м}^3/\text{год} = 0,292 \text{ м}^3/\text{с}$$

За витратами повітря вибираємо модульний фільтр ZEO-FC-1000, який має 9 фільтрувальних рукавів загальною площею тканини – 4 м^2 .

Втрати тиску у фільтрі розраховуємо за узагальненою формулою:

$$H_{\phi} = A + B \cdot Q_{\phi}^2, \quad (3.6.2)$$

де A і B – коефіцієнти заводу виробника: $A=670$, $B=360$.

Таким чином $H_{\phi} = 670 + 360 \cdot 0,292^2 = 701$ Па.

Розрахувати опір аспіраційної мережі за визначаємо за формулою:

$$H_{\text{мер}} = H_{\text{н}} + H_{\text{нов}} + H_{\phi} + H_{\text{уд}}, \text{ Па}, \quad (3.6.3)$$

де $H_{\text{к}}$ – гідравлічний опір найбільш віддаленої машини за магістральним напрямком $H_{\text{к}}=50$ Па;

$H_{\text{нов}}$ – опір матеріалопроводу за магістральним напрямком, Па;

H_{ϕ} – опір фільтра;

$H_{\text{уд}}$ – втрати тиску на удар, або вихід повітря в атмосферу, Па.

Розраховуємо опір повітропроводу за визначаємо за формулою:

$$H_{\text{нов}} = \left(\lambda \frac{l}{D} + \sum \xi \right) \frac{\rho v^2}{2}, \text{ Па}, \quad (3.6.4)$$

де λ – коефіцієнт опору по довжині повітропроводу;

l – довжина прямолінійних ділянок повітропроводів, м ($l=15$ м);

D – діаметр повітропроводу, м;

ξ – коефіцієнт місцевого опору;

v – середня швидкість повітря в перерізі повітропроводу, м/с.

За номограмою Панченко [42].

Знаходимо за витратами повітря і рекомендованою його швидкістю – (13...14 м/с) – λ/D , D , v , $H_{\text{дин}}$.

$\lambda/D=0,112$; $D=170$ мм; $v=14$ м/с; $H_{\text{дин}}=110$ Па.

Величину кожного місцевого опору в мережі за магістральним напрямком приймаємо $\xi=0,2$.

Так, як у нас за магістраллю 16 місцевих опорів, то

$\Sigma \xi = 16 \cdot 0,2 = 3,2$,

Тому $H_{\text{нов}} = (0,112 \cdot 15 + 3,2) \cdot 110 = 536,8$ Па.

Розраховуємо витрати тиску на удар.

Так, як на виході з фільтра встановлюємо вихідний дифузор – втрати тиску на удар визначаємо за формулою:

$$H_{y\partial} = H_{\partial ин} \left(\frac{1}{n} \right)^2, \quad (3.6.5)$$

де $H_{\partial ин}$ – динамічний тиск на ділянці перед дифузorzом, Па;
 n – відношення площі перерізу дифузorzа на виході, до площі перерізу на ділянці перед дифузorzом, яке приймаємо $n = 2,0$.

$$H_{\partial ин} = \frac{\rho v_{вих}^2}{2}, \text{ Па}, \quad (3.6.6)$$

де ρ – густина повітря, яка для стандартного стану повітря складає 1,2 кг/м³;

$v_{вих}$ – швидкість повітря в повітропроводі перед дифузorzом, яку визначаємо за номограмою О.В. Панченко.

$$H_{\partial ин} = \frac{1,2 \cdot 14^2}{2} = 118 \text{ Па}.$$

$$\text{Тоді } H_{y\partial} = 118 \cdot \left(\frac{1}{2} \right)^2 = 29,5 \text{ Па}.$$

Розраховуємо опір мережі

$$H_{мер} = 50 + 536,8 + 701 + 29,5 = 1317 \text{ Па}.$$

Тиск, який повинен розвивати вентилятор треба збільшити на 10 %

$$H_{\epsilon} = 1,1 \cdot H_{мер} = 1,1 \cdot 1317 = 1449 \text{ Па}.$$

Витрати повітря, яке повинен переміщувати вентилятор

$$Q_v = Q_{\phi} = 1050 \text{ м}^3/\text{год}$$

Вибираємо вентилятор за параметрами Q_v і H_v , використовуючи аеродинамічні характеристики вентилятора $H_v = f(Q_v)$: вентилятор вітчизняного виробництва ВР-89-75-3,15. Число обертів робочого колеса вентилятора та його ККД визначають за точкою перетину характеристик вентилятора і мережі, а необхідну потужність на валу електродвигуна визначаємо за формулою:

$$N_{вент} = \frac{Q_{\epsilon} \cdot H_{\epsilon}}{1000 \cdot \eta_{\epsilon} \cdot \eta_{пер} \cdot \eta_{п}}, \text{ кВт}, \quad (3.6.7)$$

де η_v – ККД вентилятора (0,72);

$\eta_{пер}$ – ККД передачі (0,98);

$\eta_{п}$ – ККД, що враховує опір у підшипниках (0,98).

$$N_{вент} = \frac{0,292 \cdot 1449}{1000 \cdot 0,72 \cdot 0,98 \cdot 0,98} = 0,61 \text{ кВт}$$

Фактичну потужність електродвигуна N_{ϕ} визначають за формулою::

$$N_{\phi} = K_z \cdot N_{ел.дв.}, \text{ кВт}, \quad (3.6.8)$$

де враховують коефіцієнт запасу потужності електродвигуна K_z . Для електродвигунів потужністю до 5 кВт $K_z=1,15$.

$$N_{\phi} = 1,15 \cdot 0,61 = 0,7 \text{ кВт}.$$

Остаточну потужність електродвигуна приймаємо $N=1,5$ кВт з числом обертів $n=2850$ об/хв за комплектацією заводу-виробника.

3.7 Розрахунок аспіраційної мережі просіювача VZ 800 2000 №1 і норії Е-20 №4

Гідравлічний опір машин $N_{прос}=30$ Па і $N_{нор}=50$ Па.

Вибираємо значення втрат повітря на аспірацію обладнання:

$$Q_{прос}=400 \text{ м}^3/\text{год} \text{ і } Q_{нор}=500 \text{ м}^3/\text{год}.$$

При виборі фільтра враховуємо підсоси повітря у мережу, включаючи обладнання і фільтр і загальні витрати повітря, яке повинен знепилити фільтр визначаємо за формулою:

$$Q_{\phi} = \Sigma Q_{обл} + Q_n, \text{ м}^3/\text{год} \quad (3.7.1)$$

де $\Sigma Q_{обл}$ – сумарна кількість повітря, яке необхідно відібрати від норії і просіювача;

Q_n – підсоси повітря у розмірі 5% від $\Sigma Q_{обл}$.

$$Q_n = 0,05(Q_{нор} + Q_{прос}) = 0,05(500 + 400) = 44 \text{ м}^3/\text{год}.$$

$$Q_{\phi} = 500 + 400 + 44 = 924 \text{ м}^3/\text{год} = 0,25 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Вибираємо фільтр-циклон ZEO-FC-1000. Площа фільтруючої поверхні рукавів $F_{ф.р}=4 \text{ м}^2$.

Втрати тиску у фільтрі визначаємо за формулою напруженістю тканини фільтра:

$$q = \frac{Q_{\phi}}{F_{\phi.p}} = \frac{0,25}{4} = 0,06 \text{ м}^3/\text{с} \cdot \text{м}^2, \quad (3.7.2)$$

За графіком $H_{\phi}=f(q)$ (рис. 4 метод. вказівок) визначаємо опір фільтра $H_{\phi}=920$ Па.

Розраховуємо опір мережі

$$H_{мер} = H_{м} + H_{нов} + H_{\phi} + H_{уд}, \text{ Па.}$$

де $H_{нор}$ – гідравлічний опір найбільш віддаленої машини за магістральним напрямком $H_{нор}=50$ Па;

$H_{нов}$ – опір матеріалопроводу за магістральним напрямком, Па; H_{ϕ} – опір фільтра;

$H_{уд}$ – втрати тиску на удар, або вихід повітря в атмосферу, Па.

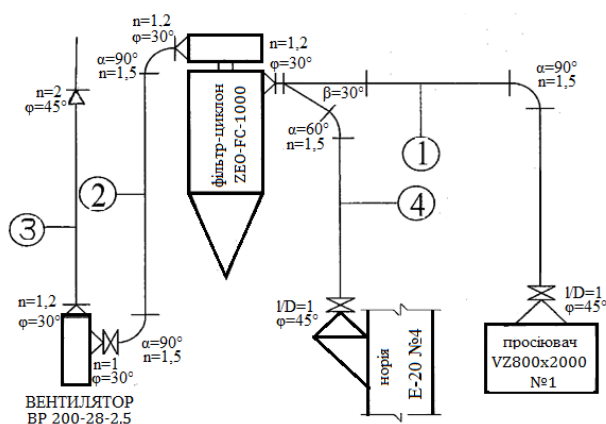


Рис. 3.2 – Площинна схема аспіраційної мережі

Розраховуємо опір повітропровода за формулою (3.7.3):

$$H_{нов} = \left(\lambda \frac{l}{D} + \sum \xi \right) \frac{\rho v^2}{2}, \text{ Па,}$$

де λ – коефіцієнт опору по довжині повітропровода;

l – довжина прямолінійних ділянок повітропроводів, м ($l=22$ м);

D – діаметр повітропровода, м;

ξ – коефіцієнт місцевого опору;

v – середня швидкість повітря в перерізі повітропровода, м/с.

За номограмою Панченко [42].

Знаходимо за витратами повітря і рекомендованою швидкістю його – (13...14 м/с) – λ/D , D , v , $H_{дин}$.

$\lambda/D=0,097$; $D=180\text{мм}$; $v=13,5\text{м/с}$; $H_{\text{дин}}=110\text{ Па}$.

Величину кожного місцевого опору в мережі за магістральним напрямком приймаємо $\xi=0,2$.

Так, як у нас за магістраллю 12 місцевих опорів, то
 $\Sigma\xi=12\cdot0,2=2,4$,

Тому $H_{\text{нов}} = (0,097 \cdot 22 + 2,4) \cdot 110 = 499\text{ Па}$.

Розраховуємо витрати тиску на удар.

При факельному викиді визначаємо за формулою:

$$H_{\text{уд}} = \frac{\rho v_{\text{вих}}^2}{2}, \text{ Па}, \quad (3.7.4)$$

де $v_{\text{вих}}$ – швидкість повітря на виході з конфузора, приймаємо $v=20\dots22\text{м/с}$;

ρ – густина повітря, яка для стандартного стану повітря складає $1,2\text{ кг/м}^3$.

$$H_{\text{уд}} = \frac{1,2 \cdot 22^2}{2} = 290\text{ Па}.$$

$$H_{\text{мер}} = 50 + 920 + 499 + 290 = 1759\text{ Па}.$$

Тиск, який повинен утворити вентилятор збільшуємо на 10% і визначаємо за формулою:

$$H_{\text{в}} = 1,1 \cdot H_{\text{мер}} = 1,1 \cdot 1759 = 1935\text{ Па}, \quad (3.7.5)$$

Витрати повітря, яке буде переміщувати вентилятор

$$Q_{\text{в}} = Q_{\text{ф}}.$$

За аеродинамічними характеристиками $H_{\text{в}}=f(Q_{\text{в}})$ вибираємо вентилятор виробництва ВЦП-3. Число обертів вала $n=3100\text{ об/хв}$, ККД – $\eta=0,51$. Визначаємо необхідну потужність за точкою перетину характеристик вентилятора і мережі, а необхідну потужність на валу вентилятора за формулою:

$$N_{\text{вент}} = \frac{Q_{\text{в}} \cdot H_{\text{в}}}{1000 \cdot 3600 \cdot \eta_{\text{в}} \cdot \eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{п}}}, \text{ кВт}, \quad (3.7.6)$$

де $\eta_{\text{в}}$ – ККД вентилятора (0,51);

$\eta_{\text{пер}}$ – ККД передачі (0,98);

$\eta_{\text{п}}$ – ККД, що враховує опір у підшипниках (0,98).

$$N_{\text{вент}} = \frac{924 \cdot 1935}{1000 \cdot 3600 \cdot 0,51 \cdot 0,98 \cdot 0,98} = 1,1 \text{ кВт}$$

Фактичну потужність електродвигуна N_y визначають за формулою::

$$N_y = K_3 \cdot N_{\text{вент}}, \text{ кВт}, \quad (3.7.7)$$

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.

Розділ 4. Електропостачання та енергозбереження

4.1 Мета та задачі проектування

Електропостачання підприємства здійснюватиметься від районної енергосистеми з напругою 10 кВ.

Електрообладнання електроустановок зернопереробних підприємств і окремих цехів відносять до приймачів другої категорії, для яких перерва в електропостачанні допустима не більше 1,0 год, оскільки перерва більшої тривалості пов'язана з масовим недовипуском готової продукції, простоем технологічного устаткування.

В схемі електропостачання повинні бути передбачені резервні кабельні лінії і двохтрансформаторна підстанція. Живлення силових установок і електроприводів машин здійснюється напругою 380 В, а мереж освітлення - 220 В.

Економія електроенергії і енергозбереження може бути досягнуто за рахунок:

- правильного вибору потужності трансформаторів і компенсуючих пристроїв;
- визначення потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності;
- узгодження режиму роботи трансформаторів з добовим графіком електричних навантажень підприємства;
- зменшення втрати в лініях живлення за рахунок компенсації реактивної потужності;
- зменшення втрати електроенергії в трансформаторах за рахунок відключення одного із них відповідно до графіка навантаження;

					КРБ.ТЗіК.1.607-03.1.3						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка проекту будівництва комбікормового заводу з застосуванням волого-теплової обробки			Лім.	Арк.	Аркушіє	
Розроб.		Пряхіна П.А.									
Керівник		Цюндик О.Г.								94	136
Консульт.		Штепа Є.П.						ОНТУ 2024			
Зав.каф.		Макаринська А.В.									
Н. контр.											

– зменшення втрати електроенергії на освітлення за рахунок заміни ламп розжарювання люмінесцентними лампами.

4.2 Визначення розрахункової активної потужності підприємства

Розрахункову активну потужність електричної трансформаторної підстанції приймачів підприємства визначаємо методом питомого споживання електроенергії за формулою:

$$P_p = \frac{W_{\text{пит}} M_{\text{річ}}}{T_{\text{max}}}, \quad (4.2.1)$$

де P_p – розрахункова активна потужність підприємства, кВт;

$W_{\text{пит}}$ – питома витрата електроенергії для вироблення 1 т комбікорму;

$W_{\text{пит}} = 10$ кВт.год/т - нормована питома витрата електричної енергії;

$M_{\text{річ}}$ – річна продуктивність підприємства $150 \cdot 300 = 45000$ т;

$T_{\text{max}} = 3000$ год - число годин використання розрахункової активної потужності.

$$P_p = \frac{10 \cdot 45000}{3000} = 150 \text{ кВт}$$

Визначимо розрахункову активну потужність на освітлення приміщень лампами розжарювання:

$$P_{\text{осв}} = 0,1 \times P_p, \quad (4.2.2)$$

$$P_p = 0,1 \cdot 150 = 15 \text{ кВт}$$

4.3 Розрахунок повної потужності трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності

Повну потужність трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності визначають за формулою:

$$S_{\text{ТП}} = \sqrt{(P_p + P_{\text{осв}})^2 + (Q_p - Q_{\text{кном}})^2} \quad (4.3.1)$$

де Q_p – розрахункова реактивна потужність приймачів:

$$Q_p = P_p \operatorname{tg} \varphi, \quad (4.3.2)$$

де $\operatorname{tg} \varphi$ – коефіцієнт реактивної потужності, який знаходять по середньозваженому коефіцієнту потужності $\cos \varphi$ підприємства.

$$\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg}(\arccos \varphi), \quad (4.3.3)$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg}(\arccos 0,8)$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg}(\arccos 0,8) = 0,75$$

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg} \varphi = 150 \cdot 0,75 = 112 \text{ квар}$$

Потужність пристроїв для компенсації реактивної потужності визначають за формулою:

$$Q_K = Q_P - Q_E, \quad (4.3.4)$$

де Q_E – оптимальна реактивна потужність підприємства, яка задається енергосистемою РЕС та звичайно складає:

$$Q_E = 0,3 \times (P_P + P_{\text{осв}}) \quad (4.3.5)$$

Тоді оптимальна реактивна потужність підприємства Q_K що проектується:

$$Q_E = 0,3 \cdot (150 + 15) = 50 \text{ квар},$$

$$Q_K = Q_P - Q_E = 112 - 50 = 62 \text{ квар}.$$

Вибираємо потужність, тип та кількість пристроїв для компенсації реактивної потужності за умовою:

$$Q_{\text{Кном}} = n \times Q_{\text{ном}} \geq Q_K, \quad (4.3.6)$$

де $Q_{\text{Кном}}$ – сумарна потужність пристроїв для компенсації реактивної потужності;

n – кількість пристроїв для компенсації реактивної потужності, $n = 1$;

$Q_{\text{ном}}$ – номінальна потужність кожного пристрою, $Q_{\text{ном}} = 50$ квар.

Повна потужність трансформаторної підстанції складає:

$$S_{\text{ТП}} = \sqrt{(P_P + P_{\text{осв}})^2 + (Q_P - Q_{\text{Кном}})^2} = \sqrt{(150 + 15)^2 + (112 - 50)^2} = 176 \text{ кВ} \cdot \text{А}$$

Потужність одного трансформатора $S_{\text{ТР}}$ повинна забезпечувати навантаження не менше 60...80% повної потужності ТП $S_{\text{ТП}}$ і складає:

$$S_{\text{ТР}} = (0,6 \dots 0,8) \cdot S_{\text{ТП}}, \quad (4.3.7)$$

тоді:

$$S_{\text{ТР}} = 0,8 \cdot 176 = 146 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

Вибираємо тип та потужність силового трансформатора з умови:

$$S_{\text{ном}} \geq S_{\text{ТР}}, \quad (4.3.8)$$

де $S_{\text{ном}}$ – номінальна повна потужність трансформатора, кВ·А.

Таблиця 4.3.1 – Технічні дані силових трансформаторів

Тип	Номінальна потужність $S_{\text{ном}}$, кВ·А	Номінальна напруга, кВ		Струм холостого ходу I_x , %	Втрати потужності, кВт		Напруга короткого замикання u_k , %
		первинна $U_{1\text{ном}}$	вторинна $U_{2\text{ном}}$		Холостого ходу P_X	Короткого замикання P_K	
ТМ160/10	160	10	0,4	2,4	0,56	2,65	4,5

4.4 Перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здатності

Суть економічного режиму роботи трансформаторів полягає в тому, що при наявності на підстанції двох паралельно працюючих трансформаторів, навантаження, при якому один трансформатор доцільно відключити, визначається мінімумом електричних втрат в них при заданому графіку навантаження.

Потужність трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності в визначають за формулою:

$$S_T \geq \frac{S_{\text{ТП}}}{2k_{\text{ДП}}}, \quad (4.4.1)$$

де $S_{\text{ТП}}$ – розрахункова потужність трансформаторної підстанції;

$k_{\text{ДП}}$ – коефіцієнт допустимих перевантажень трансформатора, що визначається за графіком залежності тривалості максимального навантаження $t_{\text{тм}}$ від $k_{\text{ЗГ}}$ – коефіцієнта заповнення графіка добового навантаження підприємства (рис.4.1)

$$k_{\text{ЗГ}} = \frac{S_1 t_1 + S_2 t_2 + \dots + S_i t_i}{24 \cdot 100\%}, \quad (4.4.2)$$

де S_i , – навантаження в відсотках за відрізок часу t_i .

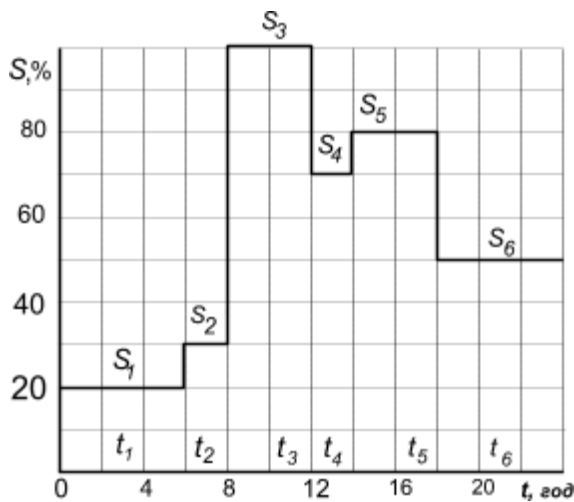


Рис 4.1- Графік добового

навантаження.

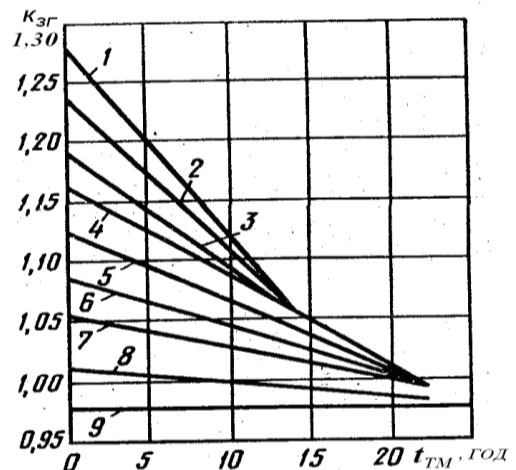


Рис.4.2- Графік допустимих

перевантажень силових

трансформаторів для $K_{зг}$: 1 - 0,6; 2 - 0,65; 3 - 0,7; 4 - 0,75; 5-0,8; 6 - 0,85; 7 - 0,9; 8 - 0,95; 9 - 1,00.

Знаходимо коефіцієнт заповнення графіка добового навантаження елеватора $k_{зг}$, користуючись графіком добового навантаження (Рис4.3).

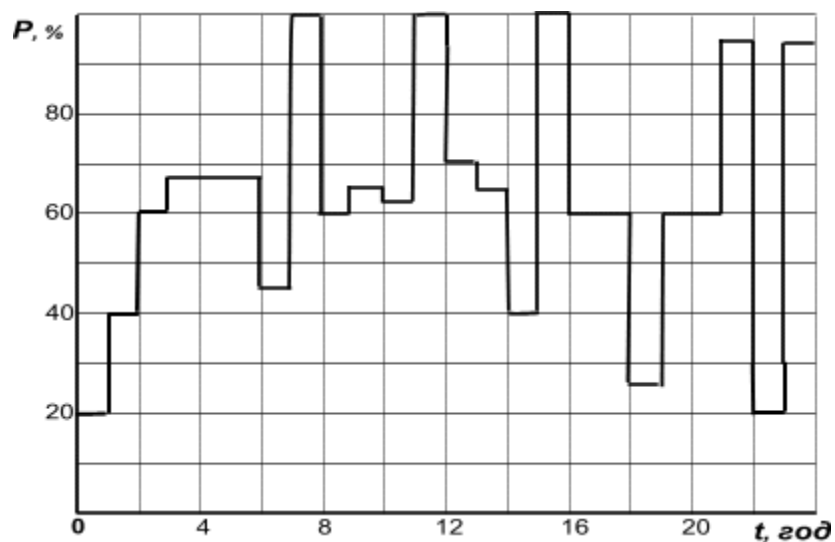


Рис.4.3 Графік добового навантаження елеватора.

$$k_{зг} = \frac{20,1 + 40,1 + 60,1 + 68,3 + 45,1 + 100,1 + 60,1 + 65,1 + 62,1 + 100,1 + 70,1 + 65,1 + 40,1 + 100,1 + 60,2 + 25,1 + 60,2 + 95,1 + 20,1 + 95,1}{24 \times 100\%}$$

$$\frac{100,1 + 60,2 + 25,1 + 60,2 + 95,1 + 20,1 + 95,1}{24 \times 100\%} = 0,63$$

Для графіка добового навантаження (Рис.4.3) тривалість максимального навантаження складає: $t_{TM1} = 1$ год (з 7 до 8 год); $t_{TM2} = 1$ год (з 11 до 12); $t_{TM3} = 1$ год (з 15 до 16 год);

Тобто $t_{TM} = t_{TM1} + t_{TM2} + t_{TM3} = 1 + 1 + 1 = 3$ год.

Тоді, користуючись графіком допустимих перевантажень силових трансформаторів, (Рис.4.2) знаходимо коефіцієнт допустимих перевантажень трансформатора $k_{ДП} = 1,18$.

Потужність трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності в аварійних режимах визначають за формулою:

$$S_T \geq \frac{S_{ТП}}{2k_{ДП}}, \quad (4.4.3)$$

де $S_{ТП}$ – розрахункова потужність трансформаторної підстанції.

$$S_T \geq \frac{176}{2 \times 1,15} = 76,5 \text{ кВ} \cdot \text{А}$$

Таблиця 4.4.1 – Технічні дані трансформаторів

Тип	Номинальна потужність $S_{ном, кВ.А}$	Номинальна напруга, кВ		Струм холостого ходу $I_x, \%$	Втрати потужності, кВт		Напруга короткого замикання $u_k, \%$
		первинна $U_{1ном}$	вторинна $U_{2ном}$		Холостого ходу, P_x	Короткого Замикання, P_k	
ТМ100/10	100	10	0,4	2,6	0,36	1,97	4,5

Таким чином, перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності показала, що потужність трансформаторів можна зменшити від 160 кВ.А до 100 кВ.А.

4.5 Техніко-економічне порівняння режиму роботи трансформаторів

Знаходимо приведені втрати в трансформаторі користуючись формулами (4.5.1 та 4.5.2):

$$\Delta P'_x = \Delta P_x + K_e \Delta Q_x;$$

$$\Delta P'_k = \Delta P_k + K_e \Delta Q_k.$$

В цих формулах ΔP_x і ΔP_k беремо із таблиці технічних даних вибраного

трансформатора: $\Delta P_x = 0,36 \text{ кВт}$; $\Delta P_k = 1,97 \text{ кВт}$.

Економічний еквівалент реактивної потужності, що залежить від потужності енергосистеми приймаємо $K_e = 0,05 \text{ кВт/квар}$.

Втрати ΔQ_x і ΔQ_k знаходять за формулами (4.5.3 та 4.5.4):

$$\Delta Q_x = S_{\text{НОМ}} \frac{I_x \%}{100} = 100 \frac{2,4}{100} = 2,4 \text{ квар};$$

$$Q_k = S_{\text{НОМ}} \frac{U_k \%}{100} = 100 \frac{4,5}{100} = 4,5 \text{ квар}.$$

$$\text{Тоді } \Delta P'_x = 0,36 + 0,05 \cdot 2,4 = 0,48 \text{ кВт}; \Delta P'_k = 1,97 + 0,05 \cdot 4,5 = 2,2 \text{ кВт}.$$

Потужність при якій економічно оправдано відключити від паралельної роботи один із двох трансформаторів визначають за формулою (4.5.6):

$$S_{\text{ЕК}} = S_{\text{НОМ}} \sqrt{2 \frac{\Delta P'_x}{\Delta P'_k}} = 100 \sqrt{2 \frac{0,48}{2,2}} = 66,1 \text{ кВт} \cdot \text{А}$$

Оскільки потужність двох трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності складає: $100 \times 2 = 200 \text{ кВт} \cdot \text{А}$, що відповідає 100% навантаження добового графіка, то $66,1 \text{ кВт} \cdot \text{А}$ будуть відповідати $66,1 / 200 \times 100\% = 33,1\%$.

Таким чином, при навантаженні підстанції менше 33,1% один трансформатор можна відключити.

За допомогою графіка навантаження елеватора (Рис.4.3) робимо висновок, що на протязі доби один трансформатор можна виключити з 0 до 1 год; з 18 до 19; з 22 до 23, що разом складає $\Sigma t = 1 + 1 + 1 = 3$ години, що в процентах складає за формулою (4.5.7):

$$\Delta T_{\text{max}} = \frac{\Sigma t}{24} \times 100\% = \frac{3}{24} \times 100\% = 12,5\%$$

При цьому кількість годин використання розрахункової активної потужності на протязі року зменшиться на:

$$\Delta T'_{\text{max}} = \frac{\Delta T_{\text{max}}}{100\%} \times T_{\text{max}}, \quad (4.5.8)$$

$$\Delta T'_{\text{max}} = \frac{12,5}{100\%} \times 3000 = 375 \text{ год}$$

І складатиме:

$$T'_{\max} = T_{\max} - \Delta T'_{\max} \quad (4.5.9)$$

$$T'_{\max} = 3000 - 375 = 2625 \text{ год.}$$

4.6 Вибір перерізу жил і марку кабелю

Визначаємо розрахунковий струм ТП до компенсації реактивної потужності:

$$I_p = \frac{1000 \times S_p}{\sqrt{3} \times U_{\text{ном}}} \quad (4.6.1)$$

де S_p – повна розрахункова потужність ТП без урахування компенсації реактивної потужності, кВ·А:

$$S_p = \sqrt{(P_p + P_{\text{осв}})^2 + Q_p^2} \quad (4.6.2)$$

тоді:

$$S_p = \sqrt{(150 + 15)^2 + 112^2} = 199 \text{ кВ·А}$$

$$I_p = \frac{1000 \times 199}{\sqrt{3} \times 380} = 289 \text{ А}$$

Марку кабеля приймаємо АВРГ – чотирьох жильний з алюмінієвими жилами і полівінілхлоридною ізоляцією.

Перевіряємо вибраний переріз жил кабелю на допустиму втрату напруги визначають за формулою:

$$\Delta U = \frac{10^5 (P_p + P_{\text{осв}})}{U_{\text{ном}}^2} \times R_{\text{л}} \quad (4.6.3)$$

де $U_{\text{ном}}$ - номінальна лінійна напруга, В;

$P_p + P_{\text{осв}}$ - активна потужність силового і освітлювального навантаження, кВт;

$R_{\text{л}}$ - активний опір лінії живлення, який визначають за формулою.

$$\Delta U = \frac{10^5 (150 + 15)}{380^2} \times 0,009 = 1,3\%$$

$$R_{\text{л}} = \rho \times \frac{L}{S} \quad (4.6.4)$$

де ρ – питомий погонний опір алюмінію, $\rho = 0,0312 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$;

L – довжина кабелю, $L = 120 \text{ м}$;

S - площа перерізу жили кабелю, мм².

$$R_{\text{л}} = 0,0312 \times \frac{70}{120} = 0,009 \text{ Ом}$$

4.7 Річні витрати та економія електроенергії та їх вартість

Річна витрата електроенергії на виробництво продукції та освітлення підприємства визначають за формулою:

$$W_A = (P_p + P_{\text{осв}}) \times T_{\text{max}}, \quad (4.7.1)$$

$$W_A = (188,4 + 18,8) \times 3000 = 621\,600 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Річна вартість електроенергії на виробництво продукції та освітлення підприємства визначають за формулою:

$$S_o = d_o \times W_A, \quad (4.7.2)$$

$$S_o = 2,22 \times 621\,600 = 1\,379\,952 \text{ грн.}$$

4.8 Розрахунки відносно заходів економії електроенергії на підприємстві

Виходячи із розглянутих заходів і розрахунків економії електроенергії на підприємстві можна досягнути за рахунок:

- зменшення струму в лінії живлення в результаті компенсації реактивної потужності конденсаторною установкою до I'_p ;
- зменшення часу роботи двох з трансформаторів на протязі року з T_{max} до T'_{max} ;
- зменшення витрат електроенергії на освітлення заміною ламп розжарювання люмінесцентними лампами.

Після виконаної компенсації реактивної потужності розрахунковий струм лінії живлення визначають за формулою:

$$I'_p = \frac{\sqrt{(P_p + P_{\text{осв}})^2 + (Q_p + Q_k)^2}}{\sqrt{3} \times U_{\text{ном}}} \quad (4.8.1)$$

$$I'_p = \frac{\sqrt{(150 + 15)^2 + (141,3 - 67)^2}}{\sqrt{3} \times 380} = 334 \text{ А}$$

Втрати електроенергії в лінії живлення визначають за формулою:

- до впровадження заходів компенсації реактивної потужності:

$$W_{\text{л}} = 3I_{\text{p}}^2 \times R_{\text{л}} \times T_{\text{max}}, \quad (4.8.2)$$

$$W_{\text{л}} = 3 \times 3792 \times 0,009 \times 3000 = 11635 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

- після впровадження заходів компенсації реактивної потужності:

$$W'_{\text{е}} = 3 I_{\text{p}}'^2 \times R_{\text{л}} \times T_{\text{max}}, \quad (4.8.3)$$

$$W'_{\text{е}} = 3 \times 3342 \times 0,009 \times 3000 = 9036 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Річна економія електроенергії в лінії живлення визначають за формулою:

$$\Delta W_{\text{л}} = W_{\text{л}} - W'_{\text{л}}, \quad (4.8.4)$$

$$\Delta W_{\text{л}} = 11635 - 9036 = 2599 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Витрати електроенергії на освітлення визначають за формулою:

$$\text{- лампами розжарювання: } W_{\text{осв}} = k \times q \times P_{\text{p}} \times T_{\text{max}}, \quad (4.8.5)$$

$$W_{\text{осв}} = 0,63 \times 0,1 \times 150 \times 3000 = 35532 \text{ кВт} \cdot \text{год};$$

$$\text{- люмінесцентними лампами: } W'_{\text{ма}} = k \times q' \times P_{\text{p}} \times T_{\text{max}} \quad (4.8.6)$$

$$W'_{\text{ма}} = 0,6 \times 0,05 \times 150 \times 3000 = 17766 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

В цих формулах приймають для:

$k=0,63$ – коефіцієнт перерахунку добового споживання електроенергії для самого короткого дня в середньодобове;

-ламп розжарювання $q = 0,1$;

-люмінесцентних ламп в залежності від їх типу $q' = (0,035 \dots 0,06)$.

Економія електроенергії від заміни освітлення лампами розжарювання на освітлення люмінесцентними лампами визначають за формулою:

$$\Delta W_{\text{осв}} = W_{\text{осв}} - W'_{\text{осв}} \quad (4.8.7)$$

$$\Delta W_{\text{осв}} = 35532 - 17766 = 17766 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Таблиця 4.8.1 – Результати розрахунків з економії електроенергії

Споживачі	Втрати електроенергії, кВт·год		Економія електроенергії, кВт·год
	До впровадження заходів економії	Після впровадження заходів економії	
Кабельна лінія	11635	9036	2599
Трансформатори	13250	11550	1650
Освітлення	35352	17766	17766
Разом			22015

Загальна річна економія електроенергії визначають за формулою:

$$\Delta W = \Delta W_{\text{л}} + \Delta W_{\text{тр}} + \Delta W_{\text{осв}}, \quad (4.8.8)$$

$$\Delta W = 2599 + 1650 + 17766 = 22015 \text{ кВт·год}$$

Річну вартість зекономленої електроенергії визначають за формулою:

$$\Delta S_o = d_o \times \Delta W \quad (4.8.9)$$

$$\Delta S_o = 2,22 \times 22015 = 48873 \text{ грн.}$$

Висновок

За рахунок проведення заходів з економії електроенергії: компенсація реактивної потужності, відключення одноно із трансформаторів, заміни освітлення з лампами розжарювання на люмінесцентні лампи, досягнута економія коштів, що складає:

$$\Delta S = \frac{48873}{1379952} \times 100\% = 4\%$$

Розділ 5. Охорона праці

Аналізуючи статистику травматизму на комбікормових заводах, можна зрозуміти, що більше половини нещасних випадків викликано грубими порушеннями правил і інструкцій з техніки безпеки та охорони праці. Крім того, понад 40% постраждалих працівників мають стаж роботи на підприємстві менше одного року. Рівень травматизму на комбікормових заводах нерідко залежить від кількох ключових факторів:

1. Стан обладнання: від належності та технічної придатності технологічного, електричного, вентиляційного, транспортного та іншого обладнання;
2. Безпечні прийоми праці: навчити працівників безпечним методам праці та забезпечити їх відповідними засобами індивідуального захисту, робочим одягом та спецвзуттям;
3. Вибухобезпека та магнітний захист: дотримуйтесь правил вибухобезпеки, стандартів магнітного захисту обладнання, утримуйте вибухорозрядників та протипожежні бар'єри в належному стані;
4. Рівень утворення пилу: незалежно від вмісту оксиду кремнію переконайтеся, що рівень утворення пилу на виробничому місці не перевищує 2...6 мг/м.
5. Пожежна безпека: вчасне технічне обслуговування протипожежних щитів, наявних вогнегасників та систем пожежогасіння.
6. Освітленість та шумове середовище: забезпечення стандартизаційного освітлення, шуму та вібрації на робочому місці.
7. Санітарні умови: утримання виробничий цех і території підприємства в чистоті та порядку.

					КРБ.ТЗіК.1.607-03.1.3				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Пряхіна П.А.			Розробка проєкту будівництва комбікормового заводу з застосуванням волого-теплової обробки	Літ.		Арк.	Аркушів
Керівник		Цюндик О.Г.						105	136
Консульт.						ОНТУ 2024			
Зав.каф.		Макаринська А.В.							
Н. контр.									

Отже, безпека на комбікормових заводах залежить від комплексу заходів, які охоплюють як стан обладнання, так і забезпечення безпечних умов праці для персоналу.

Відповідальність за дотримання правил охорони праці та техніки безпеки несуть керівники підприємства та керівники структурних підрозділів. Для забезпечення ефективного виконання цих завдань на багатьох сучасних підприємствах створені спеціалізовані експертні посади – інженери з охорони праці. Спеціаліст відповідає за розробку та реалізацію планів підвищення рівня охорони праці, навчання персоналу правилам техніки безпеки та дотримання гігієнічних вимог підприємства.

Для роботи на комбікормових заводах можуть бути прийняті лише особи, які успішно завершили навчання і мають знання про побудову та правила використання всього необхідного обладнання для їхньої фаховості. Крім того, працівники, які мають право на використання експлуатаційного обладнання, повинні пройти вступний інструктаж з питань безпеки на робочому місці, володіти правилами пожежної безпеки та навчитися надавати першу медичну допомогу у випадку уражень електричним струмом тощо. Кожні шість місяців необхідно проводити повторний інструктаж, зокрема, враховуючи особливості роботи на підприємстві. При настанні аварійної ситуації або порушення правил безпеки, адміністрація зобов'язана організувати додатковий інструкцій. Рекомендується проводити щорічне навчання з питань безпеки протягом шести-восьмигодинного періоду, а знання оцінює кваліфікаційна комісія, яка складається з інженерів підприємства.

Персонал, який працює на комбікормовому заводі, під час роботи повинен бути в спеціальному одязі. Халати та інший робочий одяг з довгими подолами та широкими рукавами заборонені. Також категорично заборонено виконувати роботи з технічного обслуговування та ремонту технічного та іншого обладнання сторонніми особами.

Запуск обладнання після зупинки за будь-якими причинами дозволяється лише головному інженеру або механіку заводу. Готовність до

експлуатації обладнання, технологічних ліній та самого заводу оформляється актом.

Заборонено експлуатувати технологічне обладнання без підключення систем аспірації та залишати його без нагляду. Огородження, кожухи та інші захисні пристрої можна знімати лише під час технічного огляду та ремонту. Технічне обслуговування механізмів, вузлів та агрегатів обладнання повинно проводитися при повному відключенні від електромережі. У цьому випадку на пульті управління та на електрощитах розміщується інформація про відключення через роботу персоналу. Відповідальність за дотримання цієї вимоги покладена на головного енергетика підприємства. При обслуговуванні електроустановок обов'язкове використання справних захисних засобів. До роботи з електроустановками допускаються лише особи з належною технічною кваліфікацією, відповідною до виконуваної роботи та робочого місця.

Під час роботи заводу в цеху заборонено палити, користуватися відкритим вогнем, проводити електрозварювальні роботи. Ліцензія на проведення зварювальних або електрозварювальних робіт видається головним інженером підприємства, і фабрика повинна бути закрита. Перед початком зварювальних або з електрозварювальних робіт виробничі приміщення, в тому числі елементи будівельних конструкцій і обладнання, повинні бути очищені від пилу. Зварювальні та електрозварювальні майданчики повинні бути огорожені та обладнані засобами пожежогашіння.

5.1 Правила та норми умов праці на комбікормовому заводі

На складах підлогового та силосного типу необхідно приділяти велике значення дотриманню правил безпеки та гігієни праці. Склади і споруди повинні відповідати вимогам санітарних норм, проектування промислових підприємств та іншим нормативним актам у сфері санітарного та протипожежного нагляду. Напольні механізовані склади для зберігання сипучих кормів повинні мати пірамідальну сітку або вертикальні запобіжні

колони. Слід враховувати, що свіжозібрані зерна під час зберігання виділяють вуглекислий газ, який може призвести до отруєння. Оскільки цей газ важчий за повітря, він може проникати та накопичуватися в нижніх каналах.

У роботі з силосами важливо визнати, що утворення зависань речовин або склепінь матеріалу може спричинити їх періодичне руйнування. Якщо під час руйнування під зваженим матеріалом існує великий простір, можуть виникнути значні локальні навантаження, що призведе до пошкодження або руйнування силосу.

Робітникам суворо забороняється входити в бункер або силос, якщо в матеріалі є воронка, склепіння, зависання або будь-які інші порожнечі в матеріалі. Щоб очистити ці простори, потрібні спеціальні методи, щоб уникнути руйнування матеріалу. Категорично забороняється входити всередину бункера чи силосу, а також виходити на зерновий штабель без використання спеціального трапу.

Матеріали з низьким коефіцієнтом внутрішнього тертя, є потенційно небезпечними, оскільки важкі предмети, розміщені на їх поверхні, можуть вільно опускатися на дно. При роботі в бункерах або силосах після повного вивантаження матеріалу необхідно враховувати, що при концентрації борошняного пилу в повітрі понад 10 мг/м^3 можливий вибух пилоповітряної суміші. Тому для освітлення в таких контейнерах слід використовувати спеціальні лампи із захисними решітками і стінками і напругою не вище 36В.

Що стосується загальних правил безпеки, то варто відзначити кілька особливостей, які стосуються комбікормових заводів. При транспортуванні сипучих компонентів: комбікормів, сипучих і гранульованих комбікормів в матеріалопроводах може накопичуватися статична електрика з потенціалом до 10000В. Тому всі бункери, силоси, технологічне, транспортне та екстракційне обладнання повинні бути заземлені. Щоб запобігти ризику електростатичного розряду, також рекомендується рухатися наземними транспортними засобами під час розвантаження кормових інгредієнтів і завантаження комбікорму.

Силоси і бункери мають бути тісно закриті люками і обладнані міцними металевими ґратами, закріпленими засувами або спеціальними замками. Працівникам дозволяється заходити в силос лише в разі нагальної потреби та з письмової згоди. Для цього використовують спеціальні лебідки, які не рідше одного разу на рік перевіряють і ремонтують. Тестове навантаження лебідки вдвічі перевищує максимальне робоче навантаження. Працівники, які заходять у силос, повинні пройти медичний огляд і отримати дозвіл на вхід у силос. Він повинен мати прив'язь, прикріплену до сидла, і пожежну зброю зі страхувальною мотузкою. Страхувальні троси та протипожежні пояси перевіряють протягом 600 секунд з вантажем 500 кг. Працівники повинні бути в захисних касках. Перед тим, як працівники спускаються, силос ретельно провітрюють і перевіряють рівень вуглекислого газу за допомогою газоаналізатора або тест-смужок. Без такого засобу перевірки працівникам суворо заборонено входити в силос.

Розвантаження припиняється, коли працівники спускаються в силос, щоб вивантажити продукт. У цьому процесі також повинні бути задіяні троє працівників: один керує лебідкою, інший стежить за безперебійним випуском повітряного шланга, третій звільняє страхувальний трос. Працівникам силосу категорично забороняється від'єднувати страхувальний трос від запобіжного пояса, залишати сидло, ходити по насипу, щоб не потрапити в приховану порожнину, що утворюється при вивантаженні сипучих матеріалів у силос.

Бункери та силоси слід перевіряти принаймні кожні 10 днів і, якщо необхідно, очищати від сировини та пилу.

При експлуатації транспортного, технологічного та іншого обладнання категорично забороняється запускати його в несправному стані або при виході з ладу сигналізації.

Під час обслуговування норії важливо пам'ятати, що різниця в масі порожньої та повної бочок може спричинити перевантаження приводного та натяжного барабанів, що призведе до травмування працівників. Тому перед

обслуговуванням норіїв слід поставити їх на гальма і за допомогою спеціального скребка зняти застряглу колодку.

Для безпечного обслуговування обладнання проходи між окремими машинами мають бути не менше 800 мм, проходи між групами машин та інші проходи - не менше 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 має бути не менше 2000 мм, щоб забезпечити безпечний прохід без перешкод.

Для забезпечення умов праці у виробничих будівлях необхідно враховувати розташування і схему розміщення виробничого обладнання, мікроклімат і показники чистоти повітря робочої зони, джерела виробничого шуму і вібрації, показники освітлення виробничих ділянок і робочих місць, електробезпеку. Зниження загального рівня шуму досягається за допомогою технічних засобів, включаючи належне обслуговування роботи машини, вдосконалення техніки ремонту та обслуговування, а також своєчасні та якісні технічні огляди, профілактичне та загальне технічне обслуговування. Для зниження рівня шуму і вібрації обладнання, що викликає вібрацію і шум понад встановлені норми, слід встановлювати на звукоізоляційних фундаментах і цоколях, ізольованих від підлоги та інших будівельних конструкцій або, якщо цього недостатньо, в окремому ізольованому приміщенні.

5.2 Техніка безпеки в лабораторії

Правила, які допомагають запобігти травмуванню у ВТЛ на комбікормовому виробництві:

1. Електробезпека:

- усе електрообладнання має бути перевірене на справність та заземлене;
- ремонт електричного обладнання слід проводити тільки при відключенні від джерела живлення;
- не залишайте без нагляду розетки та електроприлади;
- ретельно слідкуйте за станом ізоляції електропроводів;

2. Безпека під час роботи з хімічними речовинами:

- повітряний простір повинен бути добре провітрюваним;
- використовуйте хімічні речовини тільки в спеціально обладнаних місцях;
- під час роботи з вогнєнебезпечними речовинами дотримуйтеся вимог щодо запобігання вогню та вибуху.

3. Організація робочого місця:

- не перевантажувати робоче місце зайвими предметами, які не мають безпосереднього відношення до робіт;
- забезпечте належне розміщення меблів та обладнання, щоб не утруднювати рух та доступ до необхідних засобів.

4. Попередження пожежі та реагування на аварійні ситуації:

- має бути наявний інструктаж щодо дій у разі пожежі або аварії;
- проводьте періодичні тренування з використання пожежних вогнегасників та інших засобів пожежогасіння.

Це лише деякі загальні принципи безпеки, які можна використовувати для забезпечення безпечної лабораторної роботи. Також доцільно ознайомитись із спеціальними правилами безпеки та процедурами вашої лабораторії та суворо їх дотримуватися.

Розділ 6. Техніко-економічні показники

6.1 Розрахунок необхідної суми інвестицій на будівництво

Для здійснення будівництва комбікормового заводу необхідні грошові кошти для вкладення в основні засоби і в оборотні кошти – інвестиції.

Таким чином, загальна сума інвестицій (I) складається з:

$$I = \text{ПВ}_{\text{об}} + \text{ПВ}_{\text{буд}} + \text{ОК}, \quad (6.1.1)$$

де $\text{ПВ}_{\text{об}}$ – первісної вартість впроваджуваного обладнання;

$\text{ПВ}_{\text{буд}}$ – первісна вартість будівельних робіт;

ОК – оборотних коштів, які знадобляться комбікормовому заводу для випуску необхідного обсягу продукції.

Інвестиції в основні засоби є первісною вартістю запропонованого до впровадження обладнання та будівельних робіт. До складу первісної вартості впроваджуваного обладнання ($\text{ПВ}_{\text{об}}$) входять вартість його придбання ($\text{В}_{\text{пр}}$), транспортні витрати на доставку ($\text{T}_{\text{р}}$), заготівельно-складські витрати ($\text{З}_{\text{с}}$) та витрати на монтаж обладнання ($\text{М}_{\text{н}}$):

$$\text{ПВ}_{\text{об}} = 1,2 \times (\text{В}_{\text{пр}} + \text{T}_{\text{р}} + \text{З}_{\text{с}} + \text{М}_{\text{н}}), \quad (6.1.2)$$

де $\text{T}_{\text{р}} = 8 \%$ від вартості придбання обладнання;

$\text{З}_{\text{с}} = 2 \%$ 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. 6.1.1.

					КРБ.ТЗіК.1.607-03.1.3				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка проекту будівництва комбікормового заводу з застосуванням волого-теплової обробки	Літ.		Арк.	Аркуші
Розроб.		Пряхіна П.А.							
Керівник		Цюндик О.Г.						112	136
Консульт.		Басюркіна Н.Й.				ОНТУ 2024			
Зав.каф.		Макаринська А.В.							
Н. контр.									

Таблиця 6.1.1 – Кошторисно-фінансовий розрахунок вартості придбання та монтажу впроваджуваного обладнання

Назва обладнання	Марка	Кількість одиниць	Вартість одиниці, тис.грн		Кошторисна вартість, тис.грн	
			Обладнання	Монтажу	Обладнання	Монтажу
Ваги №1	ВБ-1000	1	125	12,5	125	12,5
Просіювальна машина №1	VZ 800 2000	1	330	33	330	33
Магнітний сепаратор №1	УЗ-ДКМ-00	1	260	26	260	26
Магнітний сепаратор №2	УЗ-ДКМ-01	1	280	28	280	28
Молоткова дробарка	P1-БДК-10-М	1	415	41,5	415	41,5
Магнітний сепаратор №3	УЗ-ДКМ-01	2	280	28	560	56
Розтарювальна машина	УЗ-П	1	12	1,2	12	1,2
Ваги №2	ВБ-250	1	103	10,3	103	10,3
Змішувач	УЗ-ДСП-1,0	1	150	15	150	15
Магнітний сепаратор №4	УЗ-ДКМ-01	1	280	28	280	28
Кондиціонер	СМ 6K/12	1	800	80	800	80
Експандер	FEX 34	1	1250	125	1250	125
Прес-гранулятор	PMV615W	1	600	60	600	60

Продовження табл. 6.1.1

Охолоджувач	VK19X28R	1	720	72	720	72
Валковий подрібнювач	ИГТ 250/1000	1	730	73	730	73
Просіювальна машина №2	E-101	1	340	34	340	34
Скребковий конвеєр	KCT-200	18	130	1,3	2340	234
Гвинтовий конвеєр	KBT-250	1	95	9,5	95	9,5
Норія	E-5	5	90	9	450	45
Норія	E-20	5	110	1,1	550	55
Всього					10390	1039

$$T_p = 10390 \times 0,08 = 831,2 \text{ тис.грн,}$$

$$Z_c = 10390 \times 0,02 = 207,8 \text{ тис.грн,}$$

$$ПВ_{об} = 1,2 \times (10390 + 1039 + 831,2 + 207,8) = 14961,6 \text{ тис.грн.}$$

Розрахунок інвестицій у будівництво проводимо на основі методу питомих капітальних вкладень. Питомі капітальні вкладення на будівництво 1 кв.м. виробничої будівлі заводу складають 7000 грн. Додатково необхідно врахувати капітальні витрати на проведення комунікацій (20 % від інвестицій на будівництво).

Враховуючи загальну площу виробничої будівлі 2160 м² інвестиції на будівництво становлять:

$$ПВ_{об} = 2160 \text{ м}^2 \times 7000 \text{ грн/м}^2 \times 1,2 / 1000 = 18144 \text{ тис.грн.}$$

Комбікормовому заводу знадобляться оборотні кошти. Обсяг оборотних коштів визначають за формулою:

$$ОК = ОВ \times T_{об} / 360, \quad (6.1.3)$$

де ОК – оборотні кошти підприємства;

ОВ – обсяг виробництва продукції за рік (пункт 6.8);

$T_{об}$ – тривалість 1 обороту оборотних коштів (40 днів).

$T_p = 10390 \times 0,08 = 831,2$ тис.грн,

$OK = 431019,6 \times 40/360 = 47891,1$ тис.грн,

$I = 14961,6 + 18144 + 47891,1 = 80996,7$ тис.грн.

6.2 Розрахунок виробничої програми

Розрахунок виробничої програми підприємства представимо у вигляді табл. 6.2.1 та 6.2.2.

Таблиця 6.2.1 – Розрахунок планового обсягу виробництва підприємства

Показники	Значення
Виробнича потужність підприємства, т/добу	150
Плановий фонд робочого часу підприємства, діб	262
Коефіцієнт використання виробничої потужності	0,8
Плановий обсяг виробництва комбікормів на рік, тис.т	31,44

Таким чином, плановий обсяг виробництва комбікорму становитиме 31,44 тис.т на рік.

Виробнича програма розраховується шляхом розподілу загального обсягу виробництва між основними видами продукції на основі попиту.

Таблиця 6.2.2 – Виробнича програма підприємства

Вид продукції	Частка, %	Обсяг виробництва, т
Повнораціонний комбікорм №ПК-1-1	10	3,4
Повнораціонний комбікорм №ПК-1-2	60	18,86
Повнораціонний комбікорм №ПК-50-1	20	6,29
Повнораціонний комбікорм №ПК-50-2	10	3,14
Всього	100	31,44

6.3 Розрахунок собівартості продукції

Витрати на сировину та матеріали

Для кожного виду продукції нами розраховано калькуляцію витрат на сировину, за такою формулою (табл. 6.3.1)

Таблиця 6.3.1 – Витрати на сировину на 1 т. повнораціонного комбікорму № ПК-1-1

Назва інгредієнту	Вміст, %	Ціна 1 т інгредієнту, грн	Вартість інгредієнту	
			В 1 т, грн	У загальному обсязі ви- робництва, тис.грн
Пшениця	33	8500	2805	8818,9
Кукурудза	33,83	7900	2672,6	8402,6
Шрот соєвий сп 46%	15,27	19500	2977,7	9361,7
Шрот соняшниковий сп 43%, ск 13%	1,88	11000	206,8	650,2
Борошно м'ясо-кісткове сп 46%	8,42	33000	2778,6	8735,9
Дріжджі кормові сп 38%	5,20	38000	1976	6212,5
Сіль кухонна	0,10	9000	9	28,3
Монокальційфосфат	1,30	49500	643,5	2023,2
Премікс	1	58600	586	1842,4
Всього	100		14655,2	46075,7

Таблиця 6.3.2 – Витрати на сировину на 1 т. повнораціонного комбікорму № ПК-1-2

Назва інгредієнту	Вміст, %	Ціна 1 т інгредієнту, грн	Вартість інгредієнту	
			В 1 т, грн	У загальному обсязі ви- робництва, тис.грн
Пшениця	22,48	8500	1910,8	36045,3
Кукурудза	34,91	7900	2757,9	52024,8
Висівки пшеничні	22,52	3600	810,72	15293,4

Продовження табл. 6.3.4

Назва інгредієнту	Вміст, %	Ціна 1 т інгредієнту, грн	Вартість інгредієнту	
			В 1 т, грн	У загальному обсязі ви- робництва, тис.грн
Шрот соняшниковий СП 43%, СК 13%	9,75	11000	1072,5	20231,6
Сіль кухонна	0,26	9000	23,4	441,4
Монокальційфосфат	0,68	49500	336,6	6349,6
Крейда кормова	3,40	21000	714	13468,9
Премікс	1	58600	586	11054,3
Всього	100		8211,9	154909,5

Таблиця 6.3.3 – Витрати на сировину на 1 т. повнораціонного комбікорму № ПК-50-1

Назва інгредієнту	Вміст, %	Ціна 1 т інгредієнту, грн	Вартість інгредієнту	
			В 1 т, грн	Узагальному обсязі ви- робництва, тис.грн
Пшениця	30	8500	2550	16034,4
Ячмінь без плівок	9,22	7300	673,1	4232,2
Кукурудза	18,51	7900	1462,3	9194,9
Висівки пшеничні	4,55	3600	163,8	1030
Шрот соєвий СП 46%	15,66	19500	3053,7	19201,7
Шрот соняшниковий СП 43%, СК 13%	8,94	11000	983,4	6183,6
Борошно м'ясо-кісткове СП 46%	8,15	33000	49,5	16911,6
Дріжджі кормові СП 38%	2,08	38000	790,4	4970
Сіль кухонна	0,30	9000	27	169,8
Крейда кормова	1,59	21000	333,9	2099,6
Премікс	1	54000	540	3395,5
Всього	100		10627,1	83423,2

Таблиця 6.3.4 – Витрати на сировину на 1 т. повнораціонного комбікорму № ПК-50-2

Назва інгредієнту	Вміст, %	Ціна 1 т інгредієнту, грн	Вартість інгредієнту	
			В 1 т, грн	У загальному обсязі ви- робництва, тис.грн
Пшениця	26,6	8500	2261	7108,6
Ячмінь без плівок	13,73	7300	1002,3	3151,2
Кукурудза	29,98	7900	2368,4	7446,3
Шрот соєвий сп 46%	11,79	19500	2299,1	7228,2
Шрот соняшниковий сп 43%, ск 13%	10	11000	1100	3458,4
Дріжджі кормові сп 38%	3,16	38000	1200,8	3775,3
Сіль кухонна	0,26	9000	23,4	73,6
Монокальційфосфат	1,80	49500	891	2801,3
Крейда кормова	1,68	21000	352,8	1109,2
П51-1 поросята до 4- мес.возраста	1	82000	820	2578,1
Всього	100		12318,8	38730,2

Загальні витрати на сировину представлені у таблиці 6.3.5.

Таблиця 6.3.5 – Розрахунок загальних витрат на сировину

Вид продукції	Обсяг виробництва, т	Витрати на сировину на 1 т	Загальні витрати на сировину
ПК-1-1	3,14	14655,1	46075,7
ПК-1-2	18,86	8211,9	154909,5
ПК-50-1	6,29	13267,1	83423,2
ПК-50-2	3,14	12318,8	38730,2
Всього	31,44		323138,6

Витрати на матеріали для фасованого комбікорму приймаються на рівні 100 грн/т фасованого к/к. Передбачено фасувати 20 % продукції.

$$V_{\text{мат}} = 31,44 \times 0,2 \times 100 = 628,8 \text{ тис.грн.}$$

Додаткові витрати на паливо й енергію

Витрати на енергію, $V_{\text{ел}}$:

$$E = N \times P_{\text{річ}} \times \Gamma_{\text{доб}} \times K_c \times m / 1000, \quad (6.3.1)$$

де N – сумарна потужність електродвигунів обладнання, 554кВт;

$P_{\text{річ}}$ – річний період роботи заводу в днях, 262 дів;

$\Gamma_{\text{доб}}$ – середня тривалість роботи заводу за добу, 24 годин;

K_c – коефіцієнт використання потужності електродвигунів, 0,7;

m – тариф за 1 кВт×год електроенергії (за звітними даними заводу), 2,64 грн/кВт×год.

$$E = 554 \times 262 \times 24 \times 0,7 \times 2,64 / 1000 = 6437,6 \text{ тис.грн.}$$

Витрати на паливо в зв'язку з організацією процесу гранулювання комбікормів на заводі розрахувати за допомогою табл. 6.3.5

Таблиця 6.3.5 – Розрахунок додаткової вартості палива для гранульованих комбікормів

Показники	Гранулювання комбікормів
Річний обсяг виробництва гранульованого комбікорму, тис.т	31,44
Норма витрачання умовного палива на 1 т комбікорму, кг	12
Річна потреба в умовному паливі, т	377,3
Вид натурального палива	газ
Коефіцієнт переводу умовного палива в натуральне	0,88
Річна потреба в натуральному паливі, т (або куб. м)	332
Вартість 1 тонни (або 1 куб. м) натурального палива, грн	8750
Вартість річної потреби натурального палива, тис.грн	2905,1

Загальні витрати на паливо та енергію:

$$B_{\text{пе}} = 6437,6 + 2905,1 = 9342,7 \text{ тис.грн.}$$

Загальні матеріальні витрати:

$$MB = B_{\text{сир}} + B_{\text{мат}} + B_{\text{пе}}$$

$$MB = 323138,6 + 628,8 + 9342,7 = 333110,1 \text{ тис.грн.}$$

Витрати на оплату праці

По проекту для роботи підприємства необхідно 2 виробничих зміни. У структурі персоналу додатковий та управлінський персонал складає 30 % від виробничого.

Таблиця 6.3.6 – Розрахунок витрат на оплату праці на 1 зміну

Склад виробничої зміни	Кількість	Розряд	Годинна тарифна ставка, грн	Фонд роб. часу, год/рік	Фонд оплати праці, грн/рік
Начальник зміни	1	6	46,33	2882	133523,1
Оператор	1	5	43,45	2882	125222,9
Вантажник	4	2	25,6	2882	295116,8
Технолог	1	5	43,45	2882	125222,9
Електрик	1	4	35,6	2882	102599,2
Усього основна заробітна плата	8				781684,9
Додаткова заробітна плата (60 %)					469010,9
Всього основна і додаткова заробітна плата, грн					1250695,8
Витрати на оплату праці на одну зміну					1250695,8
Кількість змін					2
Загальні витрати на оплату праці виробничого персоналу					2501391,6

Чисельність виробничого персоналу: $8 \times 2 = 16$ осіб

Чисельність невиробничого персоналу: $16 \times 0,3 = 5$ особи

Загальна чисельність персоналу – 21 осіб

При середній заробітній платі одного працівника невиробничого персоналу у 7817 грн, фонд оплати праці невиробничого персоналу складе:

$$5 \text{ ос.} \times 7817 \text{ грн} \times 12 \text{ міс.} / 1000 = 352 \text{ тис.грн.}$$

Загальні річні витрати на оплату праці складають:

$$V_{\text{оп}} = 781,7 + 352 = 1133,7 \text{ тис.грн.}$$

Відрахування до єдиного соціального внеску

Відрахування до єдиного соціального внеску необхідно визначити, використовуючи встановлені ставки відрахувань (22 %):

$$V_{\text{сз}} = 1133,7 \times 0,22 = 249,4 \text{ тис.грн.}$$

Витрати з амортизації основних засобів, нематеріальних активів та інших позаоборотних активів

Амортизаційні відрахування будівель, споруд ($\Delta A_{\text{буд}}$) та обладнання ($\Delta A_{\text{обл}}$) можна розрахувати за формулою:

$$\Delta A_{\text{буд(обл)}} = (ПВ_{\text{буд(обл)}} - БВ_{\text{буд(обл)}}) \times H_a / 100, \quad (6.3.2)$$

де $ПВ_{\text{буд}}$ та $ПВ_{\text{обл}}$ – первісна вартість встановлених будівель, споруд та впровадженого обладнання;

$БВ_{\text{буд}}$ та $БВ_{\text{обл}}$ – балансова (залишкова) вартість демонтованих будівель, споруд та обладнання тощо;

H_a – норма річних амортизаційних відрахувань для основних фондів групи 1, до складу якої входять будівлі та споруди ($H_a = 5 \%$); для технологічного обладнання ($H_a = 20 \%$).

$$A_{\text{обл.}} = 14961,6 \times 0,2 = 2992,3 \text{ тис.грн}$$

$$A_{\text{буд.}} = 18144 \times 0,05 = 907,2 \text{ тис.грн}$$

$$A_{\text{заг}} = 2992,3 + 907,2 = 3899,5 \text{ тис.грн}$$

Відрахування на ремонт будівель, споруд ($PM_{\text{буд}}$) та обладнання ($PM_{\text{обл}}$) необхідно визначити у розмірі 10% від вартості будівель, споруд та обладнання відповідно:

$$PM_{\text{обл.}} = 2992,3 \times 0,1 = 299,2 \text{ тис.грн.}$$

$$PM_{\text{буд}} = 907,2 \times 0,1 = 90,7 \text{ тис.грн.}$$

$$PM_{\text{заг}} = 299,2 + 90,7 = 389,9 \text{ тис.грн.}$$

Загальні витрати за статтею «Амортизація» складають:

$$A = 389,9 + 3899,5 = 4289,4 \text{ тис.грн.}$$

Додаткові інші витрати

Інші витрати можна прийняти на рівні 2 % від матеріальних витрат підприємства

$$V_{\text{інші}} = 333110,1 \times 0,02 = 6662,2 \text{ тис.грн}$$

Таблиця 6.3.7 – Розрахунок виробничих витрат підприємства

Елементи економічних витрат	Сума витрат, тис.грн	
	Всього, тис. грн	на 1 т, грн
1. Матеріальні витрати	332481,2	10453,2
в тому числі: сировина та матеріали	323138,6	10159,5
паливо та енергія	9342,6	293,7
2. Витрати на оплату праці	1133,4	35,6
3. Відрахування на соціальні заходи	249,4	7,8
4. Амортизація основних фондів, нематеріальних активів та інших позаоборотних активів	4289,5	134,9
5. Інші витрати	6662,2	209,5
Всього витрат (собівартість виробленої продукції)	344815,7	10841,0

Загальна величина виробничих витрат (окрім витрат на сировину) складає 21677,1 тис.грн.

Розрахуємо повну собівартість окремих видів продукції (табл. 6.3.8).

Таблиця 6.3.8 – Розрахунок собівартості окремих видів продукції

Вид продукції	Обсяг виробництва, т	Витрати на сировину на 1 т, грн	Загальні витрати на сировину, тис. грн	Інші витрати всього на виробництво, тис. грн	Інші витрати на виробництво 1 т, грн	Собівартість 1 т, грн
ПК-1-1	3,14	14655,1	46075,7	2167,71	689,5	15344,6
ПК-1-2	18,86	8211,9	154909,5	13006,28	689,5	8901,4
ПК-50-1	6,29	13267,1	83423,2	4335,43	689,5	13956,5
ПК-50-2	3,14	12318,8	38730,2	2167,71	689,5	13008,2
Всього	31,44		323138,6	21677,1		

6.4 Розрахунок річного обсягу реалізованої продукції та прибутку від реалізації продукції

Рівень рентабельності по кожному виду продукції приймаємо в межах 25 %, щоб забезпечити конкурентоспроможну ціну на даний вид продукції та такий розмір прибутку, який дозволить підприємству окупити інвестовані кошти.

Таблиця 6.4.1 – Розрахунок річного обсягу реалізованої продукції та прибутку від реалізації продукції

Вид продук.	Обсяг виробництва, т	Собівартість 1 т, грн	Рентабельність, %	Ціна 1 т	Собівартість виробництва прод., тис.грн.	Обсяг виробництва тис.грн	Прибуток тис. грн
ПК-1-1	3,14	15344,6	25	19180,7	48243,4	60304,3	12060,9
ПК-1-2	18,86	8901,4	25	11126,7	167915,8	209894,7	41978,9
ПК-50-1	6,29	13956,5	25	17445,7	87758,6	109698,3	21939,7
ПК-50-2	3,14	13008,2	25	16260,3	40897,9	51122,4	10224,5
Всього	31,44				344815,7	431019,6	86203,9

6.5 Оцінка економічної ефективності

Вихідними даними для оцінки економічної ефективності інвестицій у реконструкцію заводу є показники, що містяться в табл. 6.5.1

Таблиця 6.5.1 – Вихідні дані для оцінки економічної ефективності

Показники	Значення
1. Річний обсяг реалізованої продукції, тис. грн	431019,6
2. Повна собівартість річного обсягу реалізованої продукції, тис. грн	344815,7
3. Прибуток від реалізації продукції, тис. грн	86203,9
4. Чистий прибуток підприємства, тис. грн	73869,5
5. Амортизація основних фондів, нематеріальних активів та інших позаоборотних активів, тис.г рн	4289,5
6. Сума інвестицій у будівництво, тис. грн	80996,7

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 (Т).

Строк їх окупності можна розрахувати за формулою:

$$T = I / (\text{ЧП} + A) \quad (6.5.1)$$

де ЧП – чистий прибуток заводу;

А – 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 будівництва може бути сума чистого прибутку та річної суми амортизації основних фондів.

$$T = 80996,7 / (73869,5 + 4289,5) = 1,04 \text{ роки}$$

Строк окупності менше 4 років, тому проект будівництва є доцільним. Розрахунок чистої поточної вартості майбутніх доходів у кожному році представлено у табл. 6.5.2.

Таблиця 6.5.2 – Розрахунок чистої поточної вартості майбутніх доходів

Показники	0 рік	1 рік	2 рік	3 рік	4 рік	5 рік	Сума
Сума інвестицій у будівництво	80996,7						
Чистий прибуток		73869,5	73869,5	73869,5	73869,5	73869,5	
Амортизація		4289,5	4289,5	4289,5	4289,5	4289,5	
Грошовий потік		78158,9	78158,9	78158,9	78158,9	78158,9	390794,6
d (10 %)		0,9091	0,8264	0,7513	0,683	0,6209	
ЧПГП		4977,3	18558,2	46570,4	103544,0	218533,2	392183,1
NPV	311186,4						
ЧПД накопленням підсумком	-80996,7	-76019,4	-57461,2	-10890,8	92653,2	311186,4	

Чиста нинішня вартість (NPV) – різниця між поточною вартістю результатів поточною вартістю витрат за проектом. Якщо $NPV > 0$, то проект можна рекомендувати до реалізації, якщо $NPV < 0$ – проект збитковий.

$$NPV = \sum \text{ЧПД} - I \quad (6.5.2)$$

$$NPV = 836084,3 - 80996,7 = 311186,4 \text{ тис.грн.}$$

$$T_{\text{окд}} = 2 + 103544 / 92653,2 = 3,1 \text{ роки}$$

Дисконтований строк окупності менше 5 років, тому проект будівництва є інвестиційно привабливим. Основні техніко-економічні показники будівництва нового заводу відображено в табл. 6.5.3.

Таблиця 6.5.3 – Основні техніко-економічні показники

Показники	Значення
1. Річний обсяг виробництва комбікормів у натуральному виразі, тис.т	31,44
2. Реалізована (вироблена) продукція, тис.грн	431019,6

Продовження табл. 6.4.1

3. Повна собівартість продукції, тис.грн	344815,7
4. Прибуток від реалізації продукції, тис.грн	86203,9
5. Витрати на 1 грн виробленої продукції, грн	0,8
6. Середньооблікова чисельність персоналу за основною діяльністю, осіб	21
7. Продуктивність праці, тис.грн/особу	20 524,7
8. Середньорічна вартість основних виробничих засобів, тис.грн	14961,6
9. Фондовіддача, грн/грн	28,8
10. Середньорічна вартість оборотних коштів, тис. грн	33105,6
11. Рентабельність, %	
- продукції	20
- виробництва	25
12. Річна виробнича потужність, тис. т	39,3
13. Коефіцієнт використання виробничої потужності	0,8
14. Середня оптова ціна за 1 тону комбікорму (без ПДВ), грн	13 709,28
15. Строк окупності будівництва, років	1
16. NPV, тис. грн	311186,4
17. Строк окупності дисконтований, років	3,1

Висновок: результати розрахунків свідчать, що на будівництво комбікормового заводу необхідні інвестиції у розмірі 80997 тис.грн, тобто 81 млн.грн, які будуть окуплені на протязі 1,04 років (до 1,5 року) з урахуванням дисконтування. Рентабельність продукції дорівнює 20%.Таким чином можна зробити висновок, що проект виробництва будівництва комбікормового заводу з застосуванням волого-теплової обробки в Одеській обл. продуктивністю 150 тон на добу є економічно доцільним. Представлений проект є економічно ефективним та має господарську доцільність.

Висновки та технічні пропозиції

Розроблено рецепти повнораціонних комбікормів для молодняк кур несущик віком 1-8 та 9-17 тижнів, поросят у віці 9-42 та 43-60 днів, які відповідають нормам годівлі і обмеженням по введенню компонентів.

Розроблена схема технологічного процесу виробництва комбікормів, яка включає лінію підготовки порції зернової, мучнистої сировини та шротів; лінію підготовки порції білкової, мінеральної сировини та преміксу; лінію змішування; лінію гранулювання. Була встановлена технологія IV покоління виробництва повнораціонних комбікормів на сучасному та енергоефективному обладнанні. Для правильного технологічного процесу встановленні оперативні та наддозаторні бункери.

Проектування внутрішньоцехової комунікації показало, що технологічне та транспортне обладнання на розрізах і планах поверхів встановлено, вірно, так як фактичні кути нахилу самопливів перевищують допустимі.

Для забезпечення чистоти повітря, протипожежних та противибухових функцій встановили фільтри-циклони ZEO-FC, а також місцеві фільтри ZEO-FV та ZEO-FG.

Заходи до компенсації реактивної потужності, зниження номінальної потужності силових трансформаторів та відключення їх в години зниження споживання електроенергії на підприємстві, вибору раціонального перерізу жил кабельних ліній живлення та заміна ламп розжарювання на люмінесцентні енергозберігаючі лампи дають щорічну економію електроенергії на суму 48873 тис.грн./рік, що складає 4% від річної вартості електроенергії, яка складає 1379952 тис.грн.

На будівництво комбікормового заводу необхідні інвестиції у розмірі 80997 тис. грн., які будуть окуплені на протязі 1,5 років з урахуванням дисконтування.

Список літератури

1. Розвиток тваринництва: одешина серед кращих // Василівська громада: [Веб-сайт]. Одеса, 2023. URL: <https://vasylivskagr.gov.ua/news/1697440249/>.
2. Оптимізація виробництва та використання комбікормів для тварин та птиці // Економічний аналіз. 2019.№ 8. С. 48.
3. Ефективність використання комбікормів у вирощуванні свиней та птиці // Вісник аграрної науки. 2019.№ 17. С. 25.
4. Poultry World: [Веб-сайт]. URL: <https://www.poultryworld.net/health-nutrition/heat-treatment-a-method-for-decontaminating-poultry-feeds/>
5. Переваги розміщення комбікормового заводу в Одеській області: аналіз економічних та соціальних аспектів // Економічний аналіз та управління. 2012.№ 3. С. 61.
6. АНАЛІЗ РИНКУ СВИНИНИ В УКРАЇНІ. 2024 РІК // Pro Capital Group: [Веб-сайт]. URL: <https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analiz-rynka-svininy-v-ukraine-2024-god>.
7. Єгоров, Б., & Батієвська, Н. (2019). ТЕХНОЛОГІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ГРАНУЛЮВАННЯ КОМБІКОРМІВ. Scientific Works, 82(2), 10-16. <https://doi.org/10.15673/swonaft.v82i2.1193>.
8. Єгоров Б.В., Батієвська Н.О. Способи зменшення споживання енергії у виробництві комбікормів // Тези доповідей Академічної конференції викладачів Академії . 2017. Вип. 77. С. 14 - 16.
9. Правила організації ведення технологічного процесу виробництва комбікормової продукції. - Київ: ВІПОЛ, 1998. - 219с.
10. Волого-теплова обробка зернової сировини // Національний університет харчових технологій: [Веб-сайт]. 2014. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/752710e2-5526-41b7-a04d-96e1417d96e1/content>.

- 11.Контроль Вологості На Ділянці Кондиціонування Та Гранулювання Для Виробництва Комбікормів Для Курей // RICH: [Веб-сайт]. 2021. URL: <https://www.cn-pellet.com/uk/faq/moisture-control-in-conditioning-and-pelleting-section.html>.
- 12.Технологія експандування // Fishindustry: [Веб-сайт]. 2021. URL: <https://fishindustry.com.ua/tehnologiya-ekspanduvannya-chastina-45/>.
- 13.МОДИФІКОВАНА ТЕХНОЛОГІЧНА ЛІНІЯ ВИРОБНИЦТВА ЕКСПАНДОВАНИХ КОМБІКОРМІВ // ТЕХНІЧНІ НАУКИ / Полтавська державна аграрна академія. Полтава, 2016.№ 1. С. 77-79.
- 14.Після експандування комбікорм для птиці практично вільний від мікробів // AgroTimes: [Веб-сайт]. 2018. URL: <https://agrotimes.ua/tvarinnitstvo/pislya-ekspanduvannya-kombikorm-dlya-ptici-praktichno-vilnij-vid-mikrobiv/>.
- 15.Розроблення екструдатів підвищеної біологічної цінності [текст] / [Ковбаса В. М., Махинько Л. В., Герасименко О. В., Шаран А. В., Піддубний В. А.] // Зернові продукти і комбікорми. – 2005. – №1. – С. 29–31.
- 16.Кожарова Л.С. Основи комбікормового виробництва. - М.: ВО Агропромиздат, 1987. - 134 с.
- 17.Правила організації і ведення технологічного процесу виробництва комбікормової продукції.-Міністерство АПК України, Київ, 1998, 202 стор.
- 18.Єгоров Б.В. Технологія виробництва комбікормів. – Одеса: Друкарський дім, 2011. – 448 с.
- 19.Марченко Д. Ф. Фактори зниження активності ферментів (на прикладі фітази) при виробництві комбікормів / Д. Ф. Марченко, А. В. Макаринська // Сучасне птахівництво. - 2015. - № 9. - С. 10-12. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Sps_2015_9_7.
- 20.ГОДІВЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПТИЦІ // Методичні рекомендації до виконання лабораторно-практичних занять для

- здобувачів вищої освіти СВО «Магістр» освітньої спеціальності 204 «ТВППТ» денної форми навчання / МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ. Миколаїв, 2021. С. 64.
21. Технологія кормів та кормових добавок: навчальний посібник [Текст] / К.М. Сироватко, М.О. Зотько. – Вінниця: ВНАУ, 2020. – 263 с
 22. Технологія виробництва продукції тваринництва // за ред. О.Т. Бусенка. — К.: Вища освіта, 2005. — 496 с.
 23. Висівки пшеничні // Полікорм: [Веб-сайт]. URL: https://polikorm.com.ua/catalog/feed-mixtures-and-compound/feed-mixtures-and-compound_202.html#
 24. Соняшниковий шрот: корисні властивості, застосування, зберігання // Белвет: [Веб-сайт]. 2019. URL: <https://belvet.ua/ua/podsolnechnyy-shrot/>.
 25. СОЄВИЙ ШРОТ (48-51% ПРОТЕЇН, БЕЗ ГМО) // ВКОРМ: [Веб-сайт]. URL: <https://vkorm.com.ua/product/soyevij-shrot-48-51-proteyinu/>.
 26. М'ЯСО-КІСТКОВЕ БОРОШНО З ПТИЦІ // «Кребс Фід»: [Веб-сайт]. URL: <https://krebs-feed.com.ua/product/>
 27. Дріжджі кормові // Agropro: [Веб-сайт]. URL: <https://agropro.biz/product/drizhdzhi-kormovi>.
 28. Сіль у раціоні тварин // ЄвроФермер: [Веб-сайт]. URL: <https://evrofermer.com.ua/ua/a393612-sol-ratsione-zhivotnyh.html/>.
 29. МОНОКАЛЬЦІЙФОСФАТ КОРМОВИЙ // KREBS FEED: [Веб-сайт]. URL: <https://krebsfeed.com.ua/product>
 30. Крейда кормова: склад, види, норми годівлі // Система оптимум товари для виробництв та лабораторій : [Веб-сайт]. URL: <https://www.systopt.com.ua/ru/article-krejda-kormova-sklad-vydy-normy-godivli>.
 31. Стандарт Агро // Премікси для тварин: [Веб-сайт]. URL: <https://otkorm.com/ua/g3766148-premiksy-dlya-zhivotnyh>.
 32. Що таке премікси? Склад преміксів для тварин. Особливості використання та застосування // Анкорес: [Веб-сайт]. URL:

<https://www.ankores.com.ua/ua/publications/shcho-take-premiksi-sklad-premiksiv-dlya-tvarin-osoblivosti-vikoristannya-ta-zastosuvannya/>.

- 33.Зберігання та переробка продукції рослинництва Р. І. Підпрятков, Л. Ф. Скалецька, О. М. Сеньков, В. С. Хілевич. - К.: Мета, 2002. - 495 с.
- 34.Конспект лекцій з курсу «Організація технохімічного та технологічного контролю на підприємствах галузі» для спеціалістів 7.091701 / Укладачі В.О. Моргун, О.С. Волошенко. – Одеса: ОНАХТ, 2009. – 82 с.
- 35.Методичні вказівки до виконання курсового проекту з курсу «Проектування підприємств галузі з КП» та кваліфікаційних робіт для студ. спец. 181 «Харчові технології» ден. і заоч. форм навчання у 3-х частинах / Б.В. Єгоров, А.В. Макаринська, Т.В. Бордун, О.Г. Цюндик, В.Ю. Луніна; за ред. А.В. Макаринської; Каф. технології зерна і комбікормів – Одеса: ОНТУ, 2022 р. – 52 с.
- 36.Хімічний склад, оцінка поживності та якості кормів // ПРАКТИКУМ З ГОДІВЛІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТВАРИН / Вінницький державний аграрний університет. Вінниця. С. 141.
- 37.Проектування систем аспірації на промислових підприємствах [Текст] Сергієнко О.В., Одеса-Київ. – 2018. – 130 с.
38. Енергозбереження в системах вентиляції та аспірації [Текст] Кравченко Д.М. Київ, – 2020. – 260 с.
- 39.Інженерні рішення для знепилювання на комбікормових заводах [Текст] Литвиненко А.Г. Дніпро, – 2019. – 176 с.
40. Основи аспіраційних систем [Текст] Кравченко Д.М. Київ, – 2017. – 156с.
- 41.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.
- 42.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. Уляницький. – О.: ОНАХТ, 2014. – 28 с.

43..Монтік П.М. Електротехніка та електромеханіка. Навчальний посібник [Текст] / П.М. Монтік. – Львів: «Новий світ-2000», 2007. – 500 с.

Додаток А

РЕЦЕПТ ПОВНОРАЦІОННОГО КОМБІКОРМУ № ПК-1-1 Для МОЛОДНЯК КУР-НЕСУШЕК ВІКОМ 1-8 ТИЖНІВ

ДСТУ 4120-2002

Вироблення: 1 т.

Вид комбікорму: КРУПКА

Склад	У рецепті
ПШЕНИЦЯ	33,00 %
КУКУРУДЗА	33,83 %
ШРОТ СОЄВИЙ СП 46%	15,27 %
ШРОТ СОНЯШНИКОВИЙ СП 43%, СК 13%	1,88 %
БОРОШНО М'ЯСО-КІСТКОВЕ СП 46%	8,42 %
ДРІЖДЖІ КОРМОВІ СП 38%	5,20 %
СІЛЬ КУХОННА	0,10 %
МОНОКАЛЬЦІЙФОСФАТ	1,30 %
ПРЕМІКС	1,00 %

Показники якості				
Найменування	Од. вим.	Розрахунок	Мін.	Макс.
ОБМІННА ЕНЕРГІЯ ПТИЦІ	ККал/100г	290	290	
СИРИЙ ПРОТЕЇН	%	20,00	20,00	22,00
СИРА КЛІТКОВИНА	%	2,82		5,00
ЛІЗИН	%	1,30	1,00	1,30
МЕТІОНІНУ+ЦИСТІНУ	%	0,78	0,75	0,82
СА	%	1,10	1,10	3,50
Р	%	0,64	0,60	0,70
NA	%	0,20	0,10	0,20

РЕЦЕПТ ПОВНОРАЦІОННОГО КОМБІКОРМУ № ПК-1-2
Для МОЛОДНЯК КУР-НЕСУШЕК ВІКОМ 9-17 ТИЖНІВ

ДСТУ 4120-2002

Вироблення: 1 т.

Вид комбікорму: ГРАНУЛА

Склад	У рецепті
ПШЕНИЦЯ	27,48 %
КУКУРУДЗА	34,91 %
ВИСІВКИ ПШЕНИЧНІ	22,52 %
ШРОТ СОНЯШНИКОВИЙ СП 43%, СК 13%	9,75 %
СІЛЬ КУХОННА	0,26 %
МОНОКАЛЬЦІЙФОСФАТ	0,68 %
КРЕЙДА КОРМОВА	3,40 %
ПРЕМІКС	1,00 %

Показники якості				
Найменування	Од. вим.	Розрахунок	Мін.	Макс.
ОБМІННА ЕНЕРГІЯ ПТИЦІ	ККал/100г	260	260	265
СИРИЙ ПРОТЕЇН	%	14,00	14,00	14,50
СИРА КЛІТКОВИНА	%	4,87		7,00
ЛІЗИН	%	0,74	0,70	0,77
МЕТІОНІНУ+ЦИСТІНУ	%	0,55	0,50	0,55
СА	%	1,20	1,20	1,40
Р	%	0,65	0,60	0,70
НА	%	0,10	0,10	0,20

РЕЦЕПТ ПОВНОРАЦІОННОГО КОМБІКОРМУ № ПК-50-1
Для ПОРОСЯТ У ВІЦІ 9-42 ДНІВ

ДСТУ 4124-2002

Вироблення: 1 т.

Вид комбікорму: КРУПКА

Склад	У рецепті
ПШЕНИЦЯ	30,00 %
ЯЧМІНЬ БЕЗ ПЛІВОК	9,22 %
КУКУРУДЗА	18,51 %
ВИСІВКИ ПШЕНИЧНІ	4,55 %
ШРОТ СОЄВИЙ СП 46%	15,66 %
ШРОТ СОНЯШНИКОВИЙ СП 43%, СК 13%	8,94 %
БОРОШНО М'ЯСО-КІСТКОВЕ СП 46%	8,15 %
ДРІЖДЖІ КОРМОВІ СП 38%	2,08 %
СІЛЬ КУХОННА	0,30 %
КРЕЙДА КОРМОВА	1,59 %
ПРЕМІКС	1,00 %

Показники якості				
Найменування	Од. вим.	Розрахунок	Мін.	Макс.
ОБМІННА ЕНЕРГІЯ СВИНІ	МДж/Кг	12,5	11,1	12,5
КОРМОВІ ОДИНИЦІ	в 100 кг.	113	110	
СИРИЙ ПРОТЕЇН	%	22,00	22,00	
СИРА КЛІТКОВИНА	%	3,50		3,50
ЛІЗИН	%	1,10	1,10	
МЕТІОНІНУ+ЦИСТІНУ	%	0,70	0,70	
Са	%	1,50	1,00	1,50
Р	%	0,86	0,80	1,00
NaCl	%	0,85	0,30	1,00

РЕЦЕПТ ПОВНОРАЦІОННОГО КОМБІКОРМУ № ПК-50-2
Для ПОРОСЯТ У ВІЦІ 43-60 ДНІВ

ДСТУ 4124-2002

Вироблення: 1 т.

Вид комбікорму: ГРАНУЛА

Склад	У рецепті
ПШЕНИЦЯ	26,60 %
ЯЧМІНЬ БЕЗ ПЛІВОК	13,73 %
КУКУРУДЗА	29,98 %
ШРОТ СОЄВИЙ СП 46%	11,79 %
ШРОТ СОНЯШНИКОВИЙ СП 43%, СК 13%	10,00 %
ДРІЖДЖІ КОРМОВІ СП 38%	3,16 %
СІЛЬ КУХОННА	0,26 %
МОНОКАЛЬЦІЙФОСФАТ	1,80 %
КРЕЙДА КОРМОВА	1,68 %
П51-1 ПОРОСЯТА ДО 4-МЕС.ВОЗРАСТА	1,00 %

Показники якості				
Найменування	Од. вим.	Розрахунок	Мін.	Макс.
ОБМІННА ЕНЕРГІЯ СВИНІ	МДж/Кг	12,8	11,1	
КОРМОВІ ОДИНИЦІ	в 100 кг.	115	115	
СИРИЙ ПРОТЕІН	%	18,00	18,00	
СИРА КЛІТКОВИНА	%	3,72		4,50
ЛІЗИН	%	0,90	0,90	
МЕТІОНІНУ+ЦИСТІНУ	%	0,60	0,60	
Ca	%	1,00	1,00	1,30
P	%	0,80	0,80	1,00
NaCl	%	0,34	0,30	0,90