

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



ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
на тему: Розробка техніко-технологічних основ підвищення
енергоефективності виробництва комбікормової продукції

Здобувачки Перевої Д.В.
4 курсу ТЗХ-42 групи

Керівник доц. Цюндик О.Г.

Консультанти проф. Басюркіна Н.Й.

доц. Гончарук Г.А.

доц. Штепа Є.П.

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

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

Завідувачка кафедри ТЗіК _____ Алла МАКАРИНСЬКА

Одеса - 2024 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Макаринська

Алла Василівна

«23» жовтня 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Перєвої Дар'ї Вікторівни

1. Тема роботи Розробка техніко-технологічних основ підвищення енергоефективності виробництва комбікормової продукції

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 (шляхи підвищення енергоефективності комбікормових підприємств, 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 аркуші

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

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

7. Дата видачі завдання 23 жовтня 2023 р.

Керівник _____ Цюндик О.Г.
Завдання прийняв до виконання _____ Перева Д.В.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач – дипломник _____ Перева Д.В.

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 Перева Д.В. _____

В И Т Я Г

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

ПРИСУТНІ: д.т.н., проф. Єгоров Б.В., д.б.н., проф. Левицький А.П., д.т.н., проф. Станкевич Г.М., д.т.н., доц Макаринська А.В., к.т.н., доц. Страхова Т.В., к.т.н., доц. Дмитренко Л.Д., к.т.н., доц. Лапінська А.П., к.т.н., доц. Борта А.В., к.т.н., доц. Кац А.К., к.т.н., доц. Бордун Т.В., к.т.н., доц. Турпурова Т.М., к.т.н., доц. Ворона Н.В., к.т.н., доц. Валецька 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» Перевої Дар'ї Вікторівни, тема: «Розробка техніко-технологічних основ підвищення енергоефективності виробництва комбикормової продукції». На перевірку надавались наступні розділи: техніко-економічне обґрунтування роботи, наукова частина; інші розділи пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи, враховуючи їх ідентичність, не проходили перевірку, так як всі методики та розрахунки наведені у цих розділах виконуються відповідно до методичних вказівок, та нормативної документації. Перевірка проводилась за допомогою програми PLAG.COM.UA. За результатами перевірки унікальність тексту кваліфікаційної роботи становить 83%.

УХВАЛИЛИ: звіт доц. Цюндика О.Г. про перевірку на академічну доброчесність кваліфікаційної роботи здобувача СВО «Бакалавр» Перевої Дар'ї Вікторівни, тема: «Розробка техніко-технологічних основ підвищення енергоефективності виробництва комбикормової продукції» затвердити та рекомендувати до захисту на засіданні екзаменаційної комісії №29.

Зав. кафедри ТЗіК,
д.т.н., доц

Алла МАКАРИНСЬКА

Секретар кафедри ТЗіК,
к.т.н., доц.

Тетяна ТУРПУРОВА

Анотація

Тема: Розробка техніко-технологічних основ підвищення енергоефективності виробництва комбікормової продукції.

Мета: будівництво комбікормового заводу для сільськогосподарських тварин і птиці з використанням техніко-технологічних основ підвищення енергоефективності виробництва комбікормової продукції.

Кваліфікаційна робота включає шість розділів. У першому розділі проведено техніко-економічне обґрунтування. У другому розділі розглянуто шляхи підвищення енергоефективності комбікормових підприємств; характеристика сировини та готової продукції; коротка оцінка поживної цінності кожного виду сировини для виробництва комбікормової продукції; у розділі представлено розрахунок рецептів комбікормів за допомогою ЕОМ; проведено аналіз схеми технологічного процесу і наведено технічні пропозиції; проведений розрахунок приймально-відпускних пристроїв, ємності складів для зберігання сировини, комбікормової продукції, технологічного, 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, яка викладена на 119 аркушах друкованого тексту, містить 33 таблиці, 7 рисунків, список літератури включає 35 найменувань.
- графічна, представлена на восьми аркушах формату А1: схема технологічного процесу виробництва комбікормової 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 Загальна характеристика ринку комбікормової промисловості в Україні.....	8
1.2 Загальна характеристика агропромислового комплексу Тернопільської області.....	11
1.3 Мета і результати, які очікуються.....	13
Розділ 2 Науково-технологічна частина.....	15
2.1 Шляхи підвищення енергоефективності комбікормових підприємств.....	15
2.2 Характеристика сировини та готової продукції.....	20
2.3 Розрахунок рецептів комбікормової продукції на ЕОМ.....	23
2.4 Аналіз і обґрунтування схеми технологічного процесу з технічними пропозиціями.....	25
2.5 Розрахунок обладнання приймально-відпускних пристроїв.....	27
2.6 Розрахунок ємності складів для зберігання сировини, комбікормової продукції.....	32
2.7 Розрахунок технологічного обладнання.....	38
2.8 Розрахунок ємності оперативних бункерів.....	51
2.9 Розрахунок транспортного обладнання.....	60
2.10 Проектування внутрішньоцехової комунікації.....	63
2.11 Технохімічний та технологічний контроль виробництва.....	69
Розділ 3 Розрахунок вентиляційного обладнання.....	71
3.1 Мета і задачі вентиляційних установок.....	71
3.2 Особливості проектування аспіраційних установок комбікормових заводів.....	71
3.3 Компоновка аспіраційних установок комбікормових заводів.....	72
3.4 Методи розрахунку аспіраційних мереж.....	73

					КРБ.ТЗіК.1.607-03.1.4			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка техніко-технологічних основ підвищення енергоефективності виробництва комбікормової продукції	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Перева Д.В.				5	119	
Керівник		Цюндик О.Г.				ОНТУ 2024		
Консульт.								
Зав.каф.		Макаринська А.В.						
Н.контр.								

3.5 Розрахунок аспіраційної мережі для аспірації просіювача VZ 800×2000 №2.....	73
3.6 Розрахунок конвеєрів КСТ-200 № 3, 5, 10, 12, 13 які є однотипними.....	76
3.7 Аспірація мережі, до якої входять: змішувач НРВ-2000 №1, конвеєр КСТ-200 №11 і норія Е-20 №9.....	79
Розділ 4 Електропостачання та енергозбереження.....	82
4.1 Заходи для економії електроенергії і енергозбереження.....	82
4.2 Розрахування активної потужність споживання підприємством методом питомих витрат електроенергії.....	83
4.3 Розрахунки повної потужності трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності.....	83
4.4 Перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності	84
4.5 Техніко-економічне порівняння режиму роботи трансформаторів...	87
4.6 Вибір перерізу жил і марки кабелю.....	88
4.7 Річна витрата електроенергії та її вартість.....	89
Розділ 5 Охорона праці.....	92
5.1 Основні заходи з охорони праці.....	92
5.2 Засоби забезпечення безпеки праці на комбикормовому заводі.....	93
5.3 Вимоги щодо організації освітлення на комбикормовому заводі.....	94
5.4 Пожежо-вибухонебезпека на комбикормовому заводі.....	95
Розділ 6 Техніко-економічні показники.....	97
6.1 Розрахунок необхідної суми інвестицій.....	97
6.2 Розрахунок виробничої програми.....	99
6.3 Розрахунок собівартості продукції.....	100
6.4 Розрахунок річного обсягу реалізованої продукції та прибутку від реалізації продукції.....	106
6.5 Оцінка економічної ефективності.....	107
Висновки та технічні пропозиції.....	110
Список літератури.....	112
Додаток А.....	115

Вступ

Комбікормова промисловість, яка виробляє сучасні та високоякісні корми для сільськогосподарських тварин і птиці, відіграє ключову роль у забезпеченні продуктивності та ефективності сільського господарства. З високим рівнем технологічних удосконалень та постійним прагненням до інновацій, комбікормова галузь стає стратегічним ланцюгом в агропромисловому комплексі, відгукуючись на виклики сучасності та потреби різноманітних вікових груп тварин. Розглядаючи перспективи та виклики, які стоять перед цією галуззю, важливо розглядати питання технічної оснащеності, рівня автоматизації та необхідності впровадження новітніх технологій для досягнення максимальної продуктивності та конкурентоспроможності на ринку [1].

Застосування збалансованих за основними елементами годівлі високого рівня якості комбікормів, враховуючи максимальне використання ресурсів у виробничій системі та мінімізацію відходів виробництва, дозволяє економити кормові ресурси. Також використання комбікормів дозволяє фермерам ефективніше контролювати раціон тварин, що веде до покращення приросту ваги, продуктивності та якості м'яса, молока чи яєць [1].

Підвищення кормової цінності комбікормів можна досягти, балансуєчи їх склад за основними поживними речовинами. Збагачення комбікормів біологічно активними речовинами (БАР) дозволяє ефективно зменшити витрати на корми на одиницю продукції та оптимальніше використовувати поживні компоненти в раціоні. Комбікорми, збалансовані за вмістом поживних і біологічно активних речовин, призводять до підвищення продуктивності тварин у середньому на 20–25%, при цьому витрати кормів на одиницю продукції зменшуються на 10–15%. В разі використання повнораціонних комбікормів для годівлі свиней і птиці, їх продуктивність збільшується в 1,5–2 рази [2, 3].

Розглядаючи роль комбікормової промисловості, необхідно звертати увагу на всебічний розвиток та вдосконалення технологічних процесів, щоб галузь могла ефективно відповідати викликам сучасного аграрного сектору та сприяти забезпеченню стабільності в галузі сільського господарства.

Розділ 1. Техніко-економічне обґрунтування

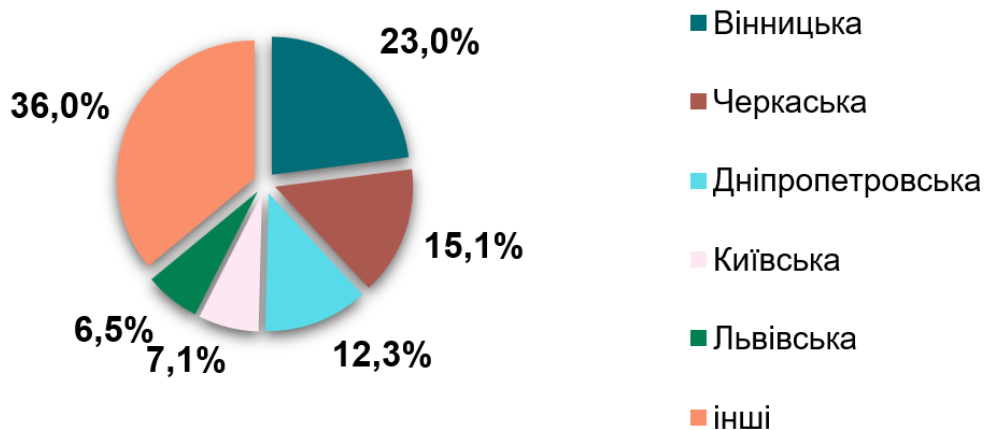
1.1 Загальна характеристика ринку комбікормової промисловості в Україні

Вітчизняне виробництво комбікормів є важливою складовою агропромислового комплексу країни, забезпечуючи необхідну якість та кількість кормів для розвитку тваринництва. Наразі ринок комбікормів в Україні зазнає суттєвих змін та трансформацій, спричинених змінами в попиті на корми, пропозиції на ринку під час російсько-української війни та іншими чинниками, що впливають на галузь [4].

На українському ринку м'яса та м'ясопродуктів (включно з крафтовими та органічними продуктами) м'ясо птиці є одним із найдоступніших видів м'яса і належить до соціальних продуктів. За офіційними даними Держстату, у 2019 році в Україні споживання м'яса становило 53,6 кг на одну особу, з яких 26 кг або 49% припадало на м'ясо птиці [4].

Географічний аналіз ринку комбікормів в Україні виявив, що найбільший попит на цільову продукцію спостерігається в регіонах з найбільшим обсягом виробництва м'яса – у Вінницькій, Черкаській, Дніпропетровській, Київській та Львівській областях (рис. 1.1.1) [5]. Протягом січня-вересня 2023 року 64% м'яса в Україні було вироблено у Вінницькій області – 504,3 тис. тонн, Черкаській – 329,5 тис. тонн, Дніпропетровській – 260,7 тис. тонн, Київській – 153,5 тис. тонн, Львівській області – 141,4 тис. тонн [6].

					КРБ.ТЗіК.1.607-03.1.4			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Розробка техніко-технологічних основ підвищення енергоефективності виробництва комбікормової продукції	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		Перева Д.В.						
<i>Консульт.</i>		Басюркіна Н.Й.					8	119
<i>Керівник</i>		Цюндик О.Г.				ОНТУ 2024		
<i>Зав.каф.</i>		Макаринська А.В.						
<i>Н.контр.</i>								



Джерело: оцінка Pro-Consulting

Рис. 1.1.1 – Виробництво м'яса в Україні 2023 р., %

Попит на комбікорми для птахівництва продовжує зростати, сприяючи збільшенню виробництва (рис. 1.1.2). Однак сектор свинарства та розведення великої рогатої худоби негативно впливає на ринок комбікормів, демонструючи негативну тенденцію [4].

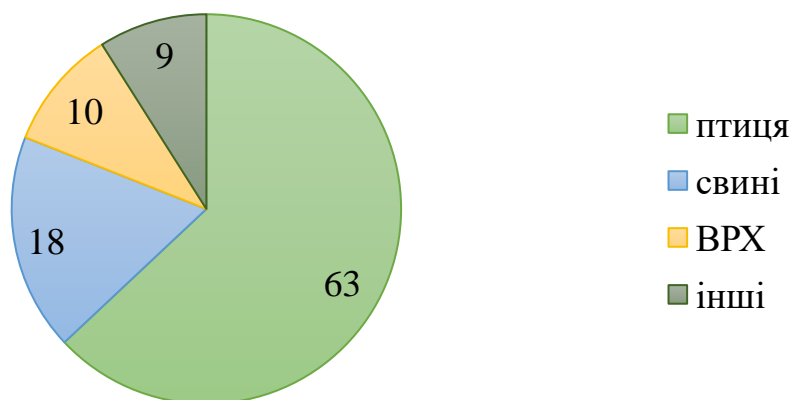


Рис. 1.1.2 – Ринок комбікормів для сільськогосподарської птиці і тварин в Україні, %

За даними Державної служби статистики кількість поголів'я тварин і птиці наведена у табл. 1.1.1 [5].

Таблиця 1.1.1 – Поголів'я тварин і птиці в Україні, тис. голів/штук

Назва	Рік		
	2021	2022	2023
Птиця	217632,2	202243,1	180457,6
Свині	5830,8	5608,8	4948,3
Велика рогата худоба	2925,2	2644	2307,1
Вівці та кози	1193,3	1094,3	941,4
Коні	-	180,8	159,1

Попит на комбікорм у 2022 році знизився на 4...5 млн т через поширення хвороб тварин, зростання цін на світовому ринку зерна, а також війну. Під час війни були зруйновані промислові ферми, агрохолдинги та інкубатори в різних областях України (Київська, Харківська, Чернігівська, Запорізька, Донецька, Херсонська, Сумська область) [4].

За даними на липень 2022 року, вартість основної сировини для тварин, такої як пшениця, кукурудза, ячмінь та шроти, знизилася на 33...70% порівняно з аналогічним періодом 2021 року. Проте, ціни на мікроелементи, вітаміни та інші кормові добавки, які переважно імпортуються в Україну, зросли в середньому на 20...25% [4].

Щоб встояти на ринку високоякісних комбікормів необхідне використання сучасного обладнання і технологій в цілому для підвищення енергоефективності на підприємстві.

Використання енергоефективних технологій допомагає:

- зростанню конкурентоспроможності підприємства, особливо у разі зростання цін на енергоносії;
- збільшенню продуктивності через удосконалення виробничих процесів, що пов'язані зі способом використання енергії;
- скороченню викидів у навколишнє середовище, через що покращується екологічний стан.

Відродження комбікормової промисловості України під час воєнного стану є критично важливим для забезпечення продовольчої безпеки країни та підтримки сільськогосподарського сектору. Сучасні виклики, з якими стикається агропромисловий комплекс, вимагають комплексного підходу та державної підтримки для стабілізації та розвитку комбікормової галузі.

Війна в Україні значно вплинула на логістичні та виробничі ланцюги, зруйнувавши інфраструктуру та обмеживши доступ до ресурсів. Відновлення комбікормових заводів та модернізація їхніх виробничих потужностей дозволять збільшити обсяги виробництва комбікормів, необхідних для підтримки тваринництва та птахівництва.

Забезпечення стабільного постачання сировини для виробництва комбікормів є ключовим фактором для відродження галузі.

Розвиток комбікормової промисловості сприятиме економічній стійкості сільськогосподарських підприємств, забезпечуючи їм необхідну підтримку в умовах кризи. Виробництво високоякісних комбікормів підвищить продуктивність тваринництва і птахівництва, що, в свою чергу, забезпечить стабільні доходи для аграріїв та створить нові робочі місця.

Відродження комбікормової промисловості має включати впровадження сучасних технологій та практик, спрямованих на підвищення ефективності виробництва та зниження витрат. Інноваційні підходи до управління ресурсами, автоматизація виробничих процесів та застосування передових методів контролю якості сприятимуть сталому розвитку галузі.

1.2 Загальна характеристика агропромислового комплексу Тернопільської області

Провідне місце у структурі економіки Тернопільської області почесно займають сільське господарство та промисловість. До сільськогосподарських виробників області входять підприємства всіх організаційно-правових форм, основною діяльністю яких є виробництво сільськогосподарської продукції [33].

Тернопільська область забезпечує 3% від загального обсягу сільськогосподарської продукції України. Земельний фонд Тернопільської області складає 1382,4 тис. га, з них 76 % займають сільськогосподарські угіддя, що свідчить про високий рівень сільськогосподарського освоєння земель [35].

Провідне місце в структурі сільського господарства регіону займає рослинництво, з акцентом на вирощування зернових культур (табл. 1.2.1), що залишається домінуючим видом виробництва, також займаються тваринництвом (табл. 1.2.2) [33].

Таблиця 1.2.1 – Стан вирощування зернових культур у Тернопільській області

Показники	Рік					
	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Посівна площа зернових культур, тис.га	463,2	471,5	485,2	487,9	443,1	416,6
Обсяг виробництва (валовий збір) зернових культур, тис.ц	26318,9	26998,5	28373,6	33036,7	26425,8	28556,5
Урожайність зернових культур, ц з 1 га зібраної площі	56,9	57,3	58,5	67,8	59,7	68,7

Таблиця 1.2.2 – Кількість сільськогосподарських тварин, тис. голів

Рік	Кількість сільськогосподарських тварин, тис. голів				
	велика рогата худоба		свині	вівці та кози	птиця свійська
	усього	у т.ч. корови			
2018	139,2	86,8	371,7	12,7	4736,1
2019	138,7	87,1	339,3	14,4	5241,8
2020	138,9	86,5	298,9	15,1	5197,2
2021	132,8	85,6	354,3	15,8	5376,3
2022	128,8	86,1	387,3	17,1	5208,3
2023	129,6	84,2	374,5	19,4	4871,5
2024	129,7	80,6	376,9	18,4	5559,1

Виробництво комбікормів у Тернопільській області є актуальним, так як область вирощує сільськогосподарську птицю, а також свиней, в меншій кількості ВРХ і овець.

1.3 Мета і результати, які очікуються

Відродження комбікормової промисловості України у воєнний стан є необхідною умовою для забезпечення продовольчої безпеки, підтримки економічної стійкості аграрного сектору та збереження робочих місць. Державна підтримка, стратегічне планування та впровадження інноваційних технологій дозволять подолати виклики воєнного часу та закласти основу для майбутнього розвитку комбікормової промисловості країни.

Завданням кваліфікаційної роботи є будівництво заводу з виробництва комбікормів для сільськогосподарських тварин і птиці з використанням енергоефективних технологій.

Основними каналами збуту комбікормів є:

- фірмовий склад-магазин на території заводу – роздрібний продаж

фасованого комбікорму населенню Тернопільської області;

- інтернет-магазин – роздрібний та оптовий продаж;
- соціальні мережі;
- українські маркетплейси;
- мережа торгових представництв – роздрібний продаж фасованого комбікорму населенню через та дрібнооптовий продаж.

Підприємство планує використовувати такі маркетингові заходи для залучення покупців та збільшення обсягів виробництва: реклама в інтернеті, зовнішня реклама на конструкціях, реклама у друкованих ЗМІ, участь у ярмарках та виставках.

Підприємство має можливість з нуля налагодити виробництва саме тих видів комбікормів, яких потребує покупець.

Планується будівництво нового комбікормового заводу потужністю 200 т/добу у Тернопільській області. Задана продуктивність забезпечить потребу у кормах тваринницькі комплекси та птахофабрики області та сусідніх регіонів та забезпечить запас при збільшенні поголів'я.

Економічна мета проєкту:

- виробництво конкурентоспроможної продукції за розробленими рецептами повнораціонних комбікормів;
- збільшення прибутку підприємства за рахунок зростання обсягів реалізації комбікормової продукції.

Очікуваний строк окупності – до 4 років, що свідчить про доцільність та економічну ефективність проєкту.

Розділ 2. Науково-технологічна частина

2.1 Шляхи підвищення енергоефективності комбікормових підприємств

Підвищення енергоефективності комбікормових підприємств є важливим завданням для зниження витрат на виробництво, зменшення впливу на навколишнє середовище та підвищення конкурентоспроможності.

Енергоефективність – це характеристика устаткування, технології, виробництва або системи у цілому, що відображає рівень споживання енергії на одиницю кінцевої продукції. Оцінка енергоефективності здійснюється за допомогою якісних (наприклад, рівень ефективності – низький або високий), так і кількісних показників (наприклад, обсяг спожитої енергії на одиницю кінцевої продукції) [7].

Заходи щодо підвищення енергоефективності включають [8]:

- оптимальне розташування розподільних пунктів і основних споживачів з метою мінімізації довжини кабелю і, як наслідок, вимушених втрат напруги;
- застосування інноваційного обладнання, що знижує пікові кидки напруги, і рекомендації щодо застосування електродвигунів, які за класом ефективності відповідають вимогам міжнародної електротехнічної комісії;
- реалізацію розробленого алгоритмічного забезпечення, що дозволяє знизити витрату електроенергії в комплексі до 11%.

Застосування енергоефективного технологічного обладнання економить від 10 до 80% енергії [8].

До основних шляхів підвищення енергоефективності на комбікормових підприємствах відносять [10]:

- оцінку та моніторинг енергоспоживання;
- оптимізацію технологічних процесів;

					КРБ.ТЗіК.1.607-03.1.4			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Перева Д.В.			Розробка техніко-технологічних основ підвищення енергоефективності виробництва комбікормової продукції	Літ.	Арк.	Аркуші
Керівник		Цюндик О.Г.					15	119
Консульт.						ОНТУ 2024		
Зав.каф.		Макаринська А.В.						
Н.контр.								

- використання відновлюваних джерел енергії;
- підвищення енергоефективності будівель;
- використання енергоефективних технологій та процесів;
- утилізацію відходів та повторне використання енергії.

Оцінка та моніторинг енергоспоживання

1. Енергетичний аудит: проведення комплексного енергетичного аудиту для визначення основних джерел споживання енергії та виявлення потенційних зон економії;
2. Впровадження системи енергоменеджменту: впровадження системи енергоменеджменту згідно з міжнародними стандартами (наприклад, ISO 50001) для постійного моніторингу та управління енергоспоживанням;

Оптимізація технологічних процесів

1. Модернізація обладнання: заміна застарілого обладнання на сучасне, енергоефективне, використовувати частотні перетворювачі для регулювання швидкості роботи двигунів.
2. Оптимізація виробничих процесів: впровадження автоматизованих систем управління для оптимізації роботи обладнання, раціональне планування виробничих процесів для зниження пікових навантажень на енергомережі.

Використання відновлюваних джерел енергії

Біогазові установки- використання біомаси (органічних відходів виробництва) для генерації біогазу, який може бути використаний як паливо для виробництва електроенергії або тепла.

Підвищення енергоефективності будівель

1. Теплоізоляція: поліпшення теплоізоляції будівель та споруд для зниження втрат тепла;
2. Енергоефективне освітлення: заміна традиційних ламп на світлодіодні (LED) освітлювальні прилади, використання автоматичної системи управління освітленням, такі як датчики руху та освітленості.

Використання енергоефективних технологій та процесів

1. Високоєфективні електродвигуни: встановлення високоєфективних електродвигунів для зниження споживання електроенергії;
2. Оптимізація систем вентиляції та кондиціонування: використання енергоефективних систем вентиляції з рекуперацією тепла, оптимізація роботи систем кондиціонування повітря для зниження енергоспоживання.

Утилізація відходів та повторне використання енергії

1. Використання теплових відходів - використання тепла, що виділяється в процесі виробництва, для обігріву приміщень або інших технологічних процесів.
2. Рециклінг води - впровадження систем повторного використання води для зменшення споживання енергії на її нагрівання та очищення.

Підвищення енергоефективності на комбікормових підприємствах вимагає комплексного підходу, який включає оцінку енергоспоживання, оптимізацію виробничих процесів, використання відновлюваних джерел енергії, модернізацію обладнання та будівель, навчання персоналу та інвестиції в енергоефективні проекти. Впровадження цих заходів дозволить знизити енергоспоживання, зменшити витрати на виробництво та підвищити конкурентоспроможність підприємства.

При виробництві комбікормів необхідно використовувати енергоефективне технологічного обладнання. До найбільш енерговитратного технологічного обладнання відносяться молоткові дробарки, валкові подрібнювачі, прес-гранулятор та інше [9].

Необхідно використовувати сучасні дробарки з високим коефіцієнтом корисної дії (ККД), які забезпечують ефективне подрібнення сировини з мінімальними витратами електроенергії.

Молоткові дробарки забезпечують високий рівень продуктивності завдяки потужним двигунам і оптимізованій конструкції робочої камери, що дозволяє подрібнювати великі об'єми сировини за короткий час.

Використання двигунів з високим коефіцієнтом корисної дії та частотних перетворювачів для регулювання швидкості обертання, що допомагає знизити споживання енергії.

Можливість точного налаштування розміру подрібнених часток завдяки змінним ситам та регулюванню швидкості обертання молотків.

Використання високоякісних матеріалів для виготовлення робочих частин (молотків, сит, роторів) забезпечує тривалий термін служби обладнання навіть при роботі з абразивними матеріалами.

Сучасні дробарки оснащені системами захисту від перевантажень та автоматичними системами зупинки у разі аварійної ситуації. Конструкція забезпечує легкий доступ до внутрішніх компонентів для швидкого та зручного обслуговування [10].

Використання автоматизованих систем дозування, які забезпечують точне та рівномірне подавання сировини, встановлення живильників для рівномірного подавання сировини.

Використання транспортерів з низьким енергоспоживанням.

Лінія гранулювання комбікормів є одним із ключових етапів виробництва. Підвищення енергоефективності цієї лінії можна досягти за допомогою сучасного технологічного обладнання та оптимізації процесів. Основні види обладнання, яке сприяє підвищенню енергоефективності на лінії гранулювання комбікормів [11]:

- впровадження подрібнювачів з можливістю регулювання швидкості та розміру часток для оптимальної підготовки сировини перед гранулюванням;
- використання грануляторів з високим ККД, які забезпечують оптимальний процес гранулювання при мінімальних витратах енергії;
- або провадження грануляторів, які дозволяють регулювати тиск під час процесу гранулювання, забезпечуючи оптимальні умови для формування гранул;

– використання сучасних охолоджувачів з рекуперацією тепла, які дозволяють знижувати енерговитрати на охолодження гранул після гранулювання;

– сучасні валкові подрібнювачі є ефективним обладнанням для подрібнення сировини у виробництві комбікормів. Вони відрізняються високою продуктивністю, точністю регулювання розміру часток та надійністю. Валкові подрібнювачі можуть мати два або більше валки для більш ефективного подрібнення сировини. Сучасні валкові подрібнювачі забезпечують високу продуктивність та швидкість подрібнення, що дозволяє оптимізувати виробничі процеси. Використання енергоефективних двигунів та систем регулювання швидкості обертання валків допомагає знизити споживання енергії. Валкові подрібнювачі забезпечують рівномірне подрібнення сировини з мінімальною кількістю пилу.

Прес-гранулятори відрізняються високою продуктивністю, енергоефективністю та надійністю. Основні характеристики сучасних прес-грануляторів [11]:

1. Висока продуктивність. Сучасні гранулятори забезпечують високу продуктивність, дозволяючи обробляти великі обсяги сировини за короткий час. Це досягається завдяки використанню потужних двигунів та оптимізованої конструкції пресувального вузла.

2. Енергоефективність. Використання електродвигунів з високим ККД та частотних перетворювачів для регулювання швидкості обертання, що дозволяє знижувати енергоспоживання.

3. Автоматизація та контроль процесу. Впровадження систем автоматичного управління та моніторингу параметрів процесу (температура, тиск, вологість сировини) забезпечує стабільність та високу якість гранул.

Сучасні прес-гранулятори для виробництва комбікормів значно підвищують ефективність виробництва завдяки високій продуктивності, енергоефективності та автоматизації процесів. Впровадження новітніх технологій та інноваційних рішень дозволяє забезпечити стабільну якість

продукції, знизити витрати на енергію та покращити екологічні показники виробництва.

Впровадження сучасного технологічного обладнання при виробництві комбікормів дозволяє значно підвищити енергоефективність виробництва. Це включає використання енергоефективних електродвигунів, автоматизованих систем управління, а також відновлювальних джерел енергії. Такий підхід не тільки знижує витрати на енергію, але й підвищує загальну продуктивність та стійкість виробництва [11].

2.2 Характеристика сировини та готової продукції

Всю сировину, яку використовують при виробництві комбікормів, можна підрозділити за походженням:

- 1) сировина рослинного походження:
 - зернові культури (білкові, злакові);
 - побічні продукти мукомельного виробництва (висівки пшеничні);
 - побічні продукти переробки насіння олійних культур (макухи і шроти);
- 2) побічні продукти переробки тваринної сировини (м'ясо-кісткове борошно, кормові жири);
- 3) побічні продукти переробки риби і морепродуктів (рибне борошно, риб'ячий жир);
- 4) продукти мікробіологічних і біохімічних виробництв (дріжджі кормові, лізин кормовий);
- 5) сировина мінерального походження (крейда, сіль кухонна, моно-, ди- і трикальційфосфати).

Пшениця (ДСТУ 3768:2019) має задовільні смакові якості, у порівнянні з іншими злаками, завдяки вмісту протеїну (від 10 до 25%), вуглеводів (60-64%), а також містить жири, вітаміни і мінеральні речовини (кальцій, магній, фосфор та інші). Пшениця позитивно впливає на годівлю і розвиток тварин. Підготовлену пшеницю можна додавати до складу

комбікормів для всіх видів сільськогосподарських тварин і птиці у кількості до 50% [13].

Кукурудза (ДСТУ 4525:2006) містить 65...70 % вуглеводів, 9...12 % білка, 4...8 рослинної олії (у зародку до 40 %) і лише близько 2 % клітковини. Використання кукурудзи дозволяє забезпечувати здоров'я птиці та стабільну яєчну продуктивність [14].

Ячмінь (ДСТУ 3769-98) містить понад 75% вуглеводів (переважно легкозасвоюваного крохмалю) до 12% білків і 2,1% жирів. У комбікормах для відгодівлі свиней він складає до 80 %, особливо цінний в кінці відгодівлі, коли потрібно отримати високоякісне м'ясо і сало. У передстартові і стартові комбікорми ячмінь включають до 60 % після відділення плівок [15].

Висівки пшеничні (ГОСТ 3016-95) містять 15 % протеїну, 8,5...12 – клітковини, 4,5...5,5 – жиру, 48...50% – БЕР і близько 6 % золи. Поживність 1 кг висівок – 0,7...0,8 к. од. Висівки багаті вітамінами, їх рекомендують включати в раціони всіх вікових груп свиней [16].

Соняшникова макуха (ГОСТ 80-96), **соняшниковий шрот** (ДСТУ 4638:2006) – побічні продукти при виробництві соняшникової олії. В залежності від якості попереднього очищення насіння, макуха може бути з низьким вмістом лузги (близько 4 %) і звичайною (до 15,5 %), а шрот високобілковим (з відділенням основної кількості лушпиння) і звичайним (з частковим видаленням лузги) [13].

Соева макуха (ГОСТ 27149-95), **соєвий шрот** (ДСТУ 4593:2006) містить від 43 до 52% протеїну, в залежності від вмісту лузги. Соєвий шрот позитивно впливає на продуктивність тварин і птиці, а саме несучість курей виростає на 22%, приріст підсвинків підвищується на 5%, приріст курчат збільшується на 7%, жирність молока підвищується з 3,6 до 4,2%, кількості білка в молоці збільшується з 2,7 до 3,4% [17].

М'ясо-кісткове борошно містить масову частку протеїну до 50%. До основних властивостей м'ясо-кісткового борошна відносяться забезпечення

потреби тварин в протеїні, нормалізація обміну речовин, підвищення поживності і засвоюваності кормів, зниження собівартості продукції [18].

Сіль кухонна (ДСТУ 3583:2015) містить близько 95% хлориду натрію, в тому числі близько 39% натрію і близько 57% хлору, а також домішки магнію і сірки. Мінеральні солі беруть участь у процесі обміну речовин та для контролю водного режиму. Натрій хлор важливий для нервової системи та правильної роботи м'язів [19].

Крейда кормова містить 37% кальцію, 0,18% фосфору, 0,5% калію, 0,3% натрію і не більше 5% кремнію та інших елементів. При додаванні в раціон птиці кормову крейду, покращується якість пір'яного покриву, підвищується несучість, а також збереження яєць і дієтичні властивості готового продукту. При розробці рецептури необхідно дотримуватися співвідношення кальцій-фосфор, яке має бути в межах 1,5-2,0-1,0 [20].

Монокальційфосфат містить фосфору 23%, кальцій – 17%. Використання його в годівлі тварин і птиці сприяє формуванню в організмі твердої кісткової тканини і скелета, збільшує продуктивність тварин, покращує обмін речовин, а також роботу імунної, нервової і репродуктивної систем.

Метіонін – амінокислота, яка сприяє росту тіла і волоссю, є донором металних груп для синтезу холіну і кератину, перешкоджає окисненню білкових речовин, запобігає жировому перешкодженню печінки, знешкоджує у печінці отруйні речовини, бере участь в утворенні гемоглобіну. DL-метіонін дозволяє заощадити високобілкову сировину рослинного і тваринного походження [13].

Лізін монохлоргідрид впливає на процес засвоєння корму тваринами та птицею, і відповідно стимулює їх приріст, дає можливість зменшити смертність ембріонів курей на 5...9%, збільшити удої на 10%, підвищити несучість курей на 10%, збільшення приросту ваги у птиці та тварин на 10% [21].

Холін-хлорид – сухий сипкий гранульований порошок світло-коричневого кольору з легким запахом аміну. Вітамін В₄ включають до складу комбікормів для багатьох сільськогосподарських тварин і птиці як джерело холіну, виконуючого в організмі тварини важливі функції і який

надає значний вплив на здоров'я і продуктивність дорослого поголів'я і молодняку тварин [13].

Треонін в організмі тварин виконує багатосторонню роль. Він бере участь не тільки в біосинтезі білків, але і служить джерелом утворення багатьох біологічно активних речовин. З віком потребу птиці в треоніні знижується, так як падає інтенсивність біосинтезу білка і посилюється відкладення жиру. Дуже важливо встановити оптимальний вміст треоніну в раціоні курей, щоб підвищити ефективність використання поживних речовин корму. При оптимальному рівні треоніну в раціоні підвищується приріст живої маси, поліпшуються відтворювальні якості курей, збільшується концентрація треоніну в інкубаційних яйцях, що поглиблює положення про виробництво продуктів харчування з функціональними властивостями [13].

Премікс (ДСТУ 4482:2005) – однорідна суміш подрібнених до необхідної крупності біологічно активних речовин та наповнювача, яка виробляється за науково обґрунтованими рецептами і застосовується для збагачення комбікормів, кормових сумішей та білково-вітамінних добавок. Підвищення концентрації преміксів призводить до більш інтенсивного руйнування вітамінів при контакті з мінеральними та іншими біологічно активними речовинами в процесі зберігання. У зв'язку з цим широкого розповсюдження набуває роздільне виробництво мінеральних та вітамінних преміксів з нормами введення до 0,5 %. При нормі введення попередніх сумішей 0,5 % та вище значно зручніше використовувати комплексні премікси, до складу яких входить весь набір необхідних біологічно активних речовин [13].

Готово продукцією є **гранульовані комбікорми** (ДСТУ 8024:2015). Такі комбікорми легше зберігати і транспортувати, оскільки гранули займають менше місця і менше схильні до пошкоджень під час перевезення. Гранулювання поліпшує засвоєння комбікорму тваринами, оскільки гранули мають оптимальний розмір та форму для легшого ковтання та перетравлення [22].

2.3 Розрахунок рецептів комбікормової продукції на ЕОМ

Розрахунок рецептів комбікормів на комбікормових заводах проводять за допомогою комп'ютерних програм. За допомогою цих програм

використовуються певні математичні алгоритми пошуку, з нескінченної кількості рішень знаходять щоразу такий варіант, який мінімізує функціонал виду, цей варіант і є оптимальним з усіх можливих.

Програми розрахунку рецептів повинні працювати в мережі з іншими програмами, що функціонують на комбікормовому підприємстві [23].

Для того, щоб на основі розрахованого рецепту, створити комбікорм на комбікормовому підприємстві необхідна наявність високоякісних компонентів, сучасне технологічне і транспортне обладнання, точне дозування і однорідне змішування, кваліфіковані спеціалісти.

Програмні комплекси із розрахунку оптимальних рецептів комбікормів дозволяють [23]:

- розраховувати оптимальні рецепти комбікормів з сировини, яка є на підприємстві або рецепти орієнтовані на сировину споживача;
- автоматично коригувати амінокислотний склад сировини;
- враховувати максимальні і мінімальні граничні норми введення компонентів в комбікорми;
- вести облік витрат і залишків сировини;
- враховувати ціни на сировину.

Сировина, що використовується для виробництва комбікормів повинна перевірятися, у відповідності з нормативно-технічною документацією, а саме на токсичність, мікробіологічні показники, кислотність, соєвий шрот на уреазу. В разі невідповідності вимогам стандарту по цих показниках, використання сировини для виготовлення комбікормів не допускається.

Розраховані рецепти комбікормів для птиці і свиней приведено в додатку А.

2.4 Аналіз і обґрунтування схеми технологічного процесу з технічними пропозиціями

Потужність виробничого корпусу складає 200 т/добу. Схему технологічного процесу побудовано за четвертим поколінням за порційною технологією, що передбачає компонування таких ліній:

- лінію луцення зерна ячменю;
- лінію підготовки порції зернової, мучнистої сировини та шротів;
- лінію підготовки порції білкової та мінеральної сировини;
- лінію підготовки порції макро- та мікрокомпонентів;
- лінію змішування;
- лінію гранулювання.

Лінія луцення зерна ячменю

Ячмінь з автотранспорту за допомогою скребкового конвеєра марки КСТ-200 №1 та норії марки Е-5 №1 подається в сепаратор магнітний марки БМП №1, для відділення металоманітних домішок, далі через оперативний бункер №1 подається в сито-повітряний сепаратор марки БСХ-3 №1. Після відділення домішок, які відрізняються шириною, довжиною та за аеродинамічними властивостями ячмінь подається через оперативний бункер №2 в луцильні машини марки А1-ЗШН №1, №2. Луциний ячмінь подається в аспіратор марки АСХ-5 та за допомогою норії марки Е-5 №2 поступає в склад силосного типу. Лузга подається в бункер №3.

Лінія підготовки порції зернової, мучнистої сировини та шротів

Зернова сировина з автотранспорту за допомогою скребкового конвеєру марки КСТ-200 №2, №3 та норії марки Е-10 №3 подається в склад силосного типу. Мучниста сировина і шроти з автотранспорту за допомогою скребкового конвеєру марки КСТ-200 №4, №5 та норії марки Е-10 №4 подається в склад силосного типу.

Далі за допомогою шнекових живильників марки ПШ-200 №1-№10 сировина подається в ваги бункерні марки ВБ-1000 №1. Після зважування перша порція за допомогою скребкового конвеєру марки КСТ-200 №6 та за

допомогою норії марки Е-20 №5 подається в оперативний бункер №15, далі в просіювальну машину марки VZ800 2000 №2, для розділення на фракції встановлюють полотно решітне №30...40. Прохід сита направляють в магнітну колонку марки УЗ-ДКМ-00 №2, далі через оперативний бункер №16 в піддробарний бункер №18, схід сита подають в магнітну колонку марки УЗ-ДКМ-01 №3, далі через оперативний бункер №17 в молоткову дробарку марки ДМВ-10.

Перша порція за допомогою гвинтового конвеєру марки КВ-200 №7 та норії марки Е-20 №6, надходить в бункер №26 над змішувачем марки НРВ-2000 №1.

Лінія підготовки порції білкової та мінеральної сировини

Білкова сировина зі складу підлогового типу за допомогою скребкового конвеєру марки КСТ-200 №8 та норії марки Е-5 №7 подається в наддозаторні бункери №19, №20. Мінеральна сировина зі складу підлогового типу за допомогою скребкового конвеєру марки КСТ-200 №9 та норії марки Е-5 №8 подається в наддозаторні бункери №21, №22. Далі за допомогою роторних живильників марки Б6-ДПК №1-№4 сировину подають в ваги бункерні марки ВБ-100 №2. Другу порцію дозують згідно рецепту і подають в бункер №26 над змішувачем марки НРВ-2000 №1.

Лінія підготовки порції макро- та мікрокомпонентів

Макро- та мікрокомпоненти розтарюють та подають у модуль мікродозування марки ММД-10-12, зважують та подають у змішувач марки УЗ-ДСП-0,01 №2 для отримання однорідної суміші. Підготовлену порцію подають в бункер №26 над змішувачем марки НРВ-2000 №1.

Лінія змішування

Порції підготовлених компонентів з бункера №26 подаються в змішувач періодичної дії з лопатевим перемішуючим пристроєм марки НРВ-2000 №1 для отримання однорідного розсипного комбікорму. Далі комбікорм подають в бункер №27 та за допомогою скребкового конвеєру марки КСТ-200 №11 та норії марки Е-20 №9 на лінію гранулювання.

Лінія гранулювання

Розсипний комбікорм направляють в магнітну колонку марки УЗ-ДКМ-02 №4 для відділення металомагнітних домішок, далі через оперативний бункер №28 в прес-гранулятор марки ГКТ-520. Після гранулювання комбікорм охолоджують в охолоджувачі марки ОПТ-24. Якщо треба отримати гранульовану крупку, то гранули направляють в валковий подрібнювач марки ИГТ 250/1000, потім за допомогою норії Е-20 №10 подають в просіювальну машину марки Е-101 №3, в якій встановлено полотно решітне №30...40 та полотно решітне №10. Прохід сита направляють на повторне гранулювання за допомогою норії марки Е-20 №9, верхній сід на повторне подрібнювання в валковий подрібнювач марки ИГТ 250/1000. Гранульовану крупку за допомогою норії Е-20 №11 та скребкового конвеєру марки КСТ-200 №12 подають в склад готової продукції. Зі складу за допомогою скребкового конвеєру марки КСТ-200 №13 подають на відпуск автотранспортом.

2.5 Розрахунок обладнання приймально-відпускних пристроїв

Приймаємо приймання сировини з автотранспорту (100%) та відпуск готової продукції на автотранспорт (100%).

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

Сировина	Для виробництва комбікормів, <i>a</i> , %	Перерахунок за рецептами, <i>a</i> , %
Зернова	60	58,12
Мучниста	16	20
Шроти	11	34,2
Кормові продукти харчових виробництв (КПХВ)	8	4,61
Мінеральна	2,5	3,48
Премікси, БАР	1	2,05

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

Сировина, готова продукція	Опосереднені значення об'ємних мас сировини, γ_c , т/м ³
Зернова	0,65
Мучниста	0,30
Шроти	0,50
КПХВ	0,50
Мінеральна сировина	1,20
Премікси та БАР	0,50
Розсипний комбікорм	0,50
Пресовані комбікорми (у вигляді гранул, крупки)	0,63

Розрахункова продуктивність пристрою для приймання сировини із автомобільного транспорту, 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 (табл. 2.5.1), %;

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:

$$G_{\text{вп}} = \frac{Q_z \times A_{\text{в}} \times K_{\text{д}}}{100 \times 100}, \quad (2.5.3)$$

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

Q_z – продуктивність заводу, т/добу;

$A_{\text{в}}$ – масова частка готової продукції від добової продуктивності заводу, яка відвантажується на автомобільний транспорт, %;

$K_{\text{д}}$ – коефіцієнт добової нерівномірності відвантаження готової продукції на автомобільний транспорт.

Експлуатаційна продуктивність транспортного обладнання, т/год:

$$q_{\text{ет}} = \frac{q_{\text{пт}} \times \gamma_{\text{с}} \times K_{\text{вт}}}{0,75}, \quad (2.5.4)$$

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

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

$\gamma_{\text{с}}$ – опосереднене значення об'ємної маси сировини, т/м³ (табл. 2.5.2);

$K_{\text{вт}}$ – коефіцієнт використання транспортного обладнання:

50 т/год – 0,9; 100 т/год – 0,85; 175 т/год – 0,8; 350 т/год – 0,75.

Фактичні витрати часу на розвантаження сировини, год:

$$\tau_{\text{ф}} = \frac{G_{\text{пф}}}{q_{\text{е}}}, \quad (2.5.5)$$

де $\tau_{\text{ф}}$ – фактичні витрати часу на розвантаження сировини, год;

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

$q_{\text{е}}$ – експлуатаційна продуктивність розвантажувача для різних видів сировини, т/год.

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

$$G_{\text{пр. з/с}} = \frac{200 \times 60 \times 100 \times 1,45}{100 \times 100} = 174 \text{ (т/добу)}$$

$$G_{\text{пр. м/с}} = \frac{200 \times 20 \times 100 \times 1,45}{100 \times 100} = 58 \text{ (т/добу)}$$

$$G_{\text{пр. шр}} = \frac{200 \times 34,2 \times 100 \times 1,45}{100 \times 100} = 99 \text{ (т/добу)}$$

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

$$G_{\text{пр. КПХВ}} = \frac{200 \times 4,61 \times 100 \times 1,45}{100 \times 100} = 13 \text{ (т/добу)}$$

$$G_{\text{пр. мін.}} = \frac{200 \times 3,48 \times 100 \times 1,45}{100 \times 100} = 10 \text{ (т/добу)}$$

$$G_{\text{пр. пр}} = \frac{200 \times 2,05 \times 100 \times 1,45}{100 \times 100} = 6 \text{ (т/добу)}$$

Продуктивність пристроїв для різних видів сировини за годину розраховуємо за формулою 2.5.2

$$q_{\text{год з/с}} = \frac{174}{24} = 7,3 \text{ (т/год)}$$

$$q_{\text{год м/с}} = \frac{58}{24} = 2,4 \text{ (т/год)}$$

$$q_{\text{год шр}} = \frac{99}{24} = 4,1 \text{ (т/год)}$$

$$q_{\text{год КПХВ}} = \frac{13}{24} = 0,5 \text{ (т/год)}$$

$$q_{\text{год мін.}} = \frac{10}{24} = 0,4 \text{ (т/год)}$$

$$q_{\text{год пр}} = \frac{6}{24} = 0,3 \text{ (т/год)}$$

На підприємстві для приймання сировини з автомобільного транспорту встановлюємо автомобілерозвантажувач марки У-АРГ-17.50 з продуктивністю 100 т/год.

Експлуатаційну продуктивність розраховуємо за формулою 2.5.4

$$q_{\text{е пр з/с}} = \frac{100 \times 0,65}{0,75} = 87 \text{ (т/год)}$$

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

$$q_{\text{е пр шр}} = \frac{100 \times 0,50}{0,75} = 67 \text{ (т/год)}$$

Фактичні витрати часу на розвантаження сировини розраховуємо за формулою 2.5.5

$$\tau_{\text{ф з/с}} = \frac{174}{87} = 2 \text{ (год)}$$

$$\tau_{\text{ф м/с}} = \frac{58}{40} = 1,5 \text{ (ГОД)}$$

$$\tau_{\text{ф шр}} = \frac{99}{67} = 1,5 \text{ (ГОД)}$$

Загальний час на розвантаження:

$$\tau_3 = 2 + 1,5 + 1,5 = 5 \text{ (ГОД)}$$

$$5 < 24 \text{ (розрахунок часу виконано вірно)}$$

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

Експлуатаційну продуктивність транспортного обладнання для сировини розраховують за формулою 2.5.4

$$Q_{\text{е пт з/с}} = \frac{100 \times 0,65 \times 0,85}{0,75} = 74 \text{ (Т/ГОД)}$$

$$Q_{\text{е пт м/с}} = \frac{100 \times 0,30 \times 0,85}{0,75} = 34 \text{ (Т/ГОД)}$$

$$Q_{\text{е пт шр}} = \frac{100 \times 0,50 \times 0,85}{0,75} = 57 \text{ (Т/ГОД)}$$

32

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

$$Q_{\text{е пт з/с}} = \frac{100 \times 0,65 \times 0,85}{0,75} = 74 \text{ (Т/ГОД)}$$

$$Q_{\text{е пт м/с}} = \frac{100 \times 0,30 \times 0,85}{0,75} = 34 \text{ (Т/ГОД)}$$

$$Q_{\text{е пт шр}} = \frac{100 \times 0,50 \times 0,85}{0,75} = 57 \text{ (Т/ГОД)}$$

Для розвантаження сировини в тарі приймаємо кар МГУ. Розраховуємо експлуатаційну продуктивність:

$$Q_{\text{ер КПХВ}} = \frac{36 \times 0,50 \times 0,90}{0,75} = 22 \text{ (Т/ГОД)}$$

$$Q_{\text{ер мін}} = 36 \text{ (Т/ГОД)}$$

$$Q_{\text{ер пр}} = \frac{36 \times 0,50 \times 0,90}{0,75} = 22 \text{ (Т/ГОД)}$$

Фактичні витрати часу на розвантаження сировини розраховуємо за формулою 2.5.5

$$\tau_{\text{ф КПХВ}} = \frac{13}{22} = 0,6 \text{ (год)}$$

$$\tau_{\text{ф мін}} = \frac{10}{36} = 0,3 \text{ (год)}$$

$$\tau_{\text{ф пр}} = \frac{6}{13} = 0,5 \text{ (год)}$$

Загальний час на розвантаження:

$$\tau_3 = 0,6 + 0,3 + 0,5 = 1,4 \text{ (год)}$$

$$1,4 < 24 \text{ (розрахунок часу виконано вірно)}$$

Продуктивність відпусного пристрою для відвантаження на автомобільний транспорт розраховують за формулою 2.5.3

$$G_{\text{вр}} = \frac{200 \times 100 \times 1}{100} = 200 \text{ (т/добу)}$$

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

2.6 Розрахунок ємності складів для зберігання сировини, комбікормової продукції

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

Сировина	Тривалість зберігання, Z ₁ , діб
Зернова	27
Мучниста	16
Шроти	31
КПХВ	27
Мінеральна	43
Премікси, БАР	28

Розрахункова маса кожного виду сировини, яка надходить на підприємство та зберігається у складських приміщеннях, т:

$$K_{\text{cp}} = \frac{Q \times a \times Z_{\text{H}}}{100}, \quad (2.6.1)$$

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

Q – продуктивність підприємства, т/добу;

a – опосереднені витрати сировини (табл. 2.5.1);

Z_{H} – тривалість зберігання сировини, яку приймають в залежності від продуктивності підприємства – нормативна, зокрема $Z_{\text{H}}=Z_1$ або $Z_{\text{H}}=Z_2$, діб.

Визначення загального об'єму силосів, необхідного для зберігання кожного виду сировини, м³:

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

де U_{p} – розрахунковий загальний об'єм силосів, необхідний для зберігання кожного виду сировини, м³;

γ – об'ємна маса сировини (табл. 2.5.2), т/м³;

η – коефіцієнт використання об'єму силоса:

$\eta = 0,85$ – для зернової і гранульованої сировини, готової продукції у гранульованому вигляді; $\eta = 0,80$ – для інших видів сировини.

Розрахункова кількість силосів, шт.:

$$n_{\text{p}} = \frac{U_{\text{p}}}{U_1}, \quad (2.6.3)$$

де n_{p} – розрахункова кількість силосів, шт.;

U_1 – об'єм одного силоса, м³.

Об'єм одного силоса круглої форми перерізу, м³:

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

де r – радіус круга, м²;

h – висота силоса, м.

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

$$K_{\text{cf}} = n_{\text{ф}} \times U_1 \times \gamma_{\text{с}} \times \eta, \quad (2.6.5)$$

де K_{cf} – фактична ємність силосів для зберігання кожного виду сировини, комбікормової продукції, т.

Фактична тривалість зберігання кожного виду сировини, діб:

$$Z_{\phi} = \frac{100 \times K_{\text{сф}}}{Q_3 \times a}, \quad (2.6.6)$$

де Z_{ϕ} – фактична тривалість зберігання сировини на підприємстві, діб.

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

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

де K_M – маса сировини, яка розташована на 1 м^2 корисної площі складу, $\text{т}/\text{м}^2$ (приймаємо $K_M = 0,8$ – при зберіганні сировини у мішках).

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

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

де B – ширина складу, м;

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

Загальна розрахункова корисна площа складу враховує необхідні площі для зберігання кожного виду сировини, м^2

$$\Sigma F_{\text{з р кор.}} = F_{\text{р кпхв}} + F_{\text{р мін}} + F_{\text{р п}}, \quad (2.6.9)$$

де $F_{\text{р кпхв}}$, $F_{\text{р мін}}$, $F_{\text{р п}}$ – розрахункова площа складу для зберігання КПХВ, мінеральної сировини, преміксів, м^2 .

Загальна фактична корисна площа складу підлогового типу, м^2 :

$$\Sigma F_{\text{заг.ф.кор.}} = \Sigma F_{\text{заг.ф}} - 0,20 \times F_{\text{заг.ф}}, \quad (2.6.10)$$

де $\Sigma F_{\text{заг.ф.кор.}}$ – загальна фактична корисна площа складу, м^2 ;

$\Sigma F_{\text{заг.ф}}$ – загальна фактична площа будівлі складу, м^2 ;

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

Визначення необхідної площі для зберігання кожного виду сировини, яка зберігається в тарі, т:

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

де $K_{\text{сф}}$ – фактична ємність складу підлогового типу для зберігання фактичної маси кожного виду сировини, готової продукції, т.

Визначення фактичних запасів сировини, діб:

$$Z_{\phi} = \frac{100 \times K_{c\phi}}{Q_3 \times a}, \quad (2.6.12)$$

де Z_{ϕ} – фактична тривалість зберігання сировини на підприємстві, діб.

Розрахункову масу кожного виду сировини визначаємо за формулою 2.6.1

$$K_{\text{ср з/с}} = \frac{200 \times 60 \times 27}{100} = 3240 \text{ (Т)}$$

$$K_{\text{ср м/с}} = \frac{200 \times 20 \times 16}{100} = 640 \text{ (Т)}$$

$$K_{\text{ср шр}} = \frac{200 \times 34,2 \times 31}{100} = 2120 \text{ (Т)}$$

$$K_{\text{ср гп}} = \frac{200 \times 100 \times 5}{100} = 1000 \text{ (Т)}$$

Загальний об'єм силосів розраховуємо за формулою 2.6.2

$$U_{\text{рз/с}} = \frac{3240}{0,65 \times 0,85} = 5864 \text{ (м}^3\text{)}$$

$$U_{\text{рм/с}} = \frac{640}{0,30 \times 0,80} = 2667 \text{ (м}^3\text{)}$$

$$U_{\text{ршр}} = \frac{2120}{0,50 \times 0,80} = 5300 \text{ (м}^3\text{)}$$

$$U_{\text{ргп}} = \frac{1000}{0,63 \times 0,85} = 1867 \text{ (м}^3\text{)}$$

Об'єм одного силоса круглої форми розраховуємо за формулою 2.6.4

Для сировини:

$$U_1 = 3,14 \times 6^2 \times 16 = 1808 \text{ (м}^3\text{)}$$

Для готової продукції:

$$U_1 = 3,14 \times 3,5^2 \times 9,3 = 358 \text{ (м}^3\text{)}$$

Кількість силосів розраховують за формулою 2.6.3

$$n_{\text{рз/с}} = \frac{5864}{1808} = 3,2 \text{ (шт)}$$

$$n_{\text{рм/с}} = \frac{2667}{1808} = 1,5 \text{ (шт)}$$

$$n_{\text{ршр}} = \frac{5300}{1808} = 2,9 \text{ (шт)}$$

$$n_{\text{ргп}} = \frac{1867}{358} = 5,2 \text{ (шт)}$$

Приймаємо 4 силоси під зернову сировину, 2 шт. – під мучнисту сировину, 4 шт. – під шроти та 6 силосів під готову продукцію.

Фактичну ємність силосів розраховуємо за формулою 2.6.5

$$K_{\text{сф з/с}} = 4 \times 1808 \times 0,65 \times 0,85 = 3996 \text{ (Т)}$$

$$K_{\text{сф м/с}} = 2 \times 1808 \times 0,30 \times 0,80 = 868 \text{ (Т)}$$

$$K_{\text{сф шр}} = 4 \times 1808 \times 0,50 \times 0,80 = 2893 \text{ (Т)}$$

$$K_{\text{сф гп}} = 6 \times 358 \times 0,63 \times 0,85 = 1150 \text{ (Т)}$$

Фактичну тривалість зберігання розраховуємо за формулою 2.6.6

$$Z_{\text{фз/с}} = \frac{100 \times 3996}{200 \times 60} = 33 \text{ (доби)}$$

$$Z_{\text{фм/с}} = \frac{100 \times 868}{200 \times 20} = 22 \text{ (доби)}$$

$$Z_{\text{фшр}} = \frac{100 \times 2893}{200 \times 34,2} = 42 \text{ (доби)}$$

$$Z_{\text{фгп}} = \frac{100 \times 1150}{200 \times 100} = 5,8 \text{ (діб)}$$

Розрахункову масу кожного виду сировини визначаємо за формулою 2.6.1

$$K_{\text{ср кпхв}} = \frac{200 \times 4,61 \times 27}{100} = 249 \text{ (Т)}$$

$$K_{\text{ср мін}} = \frac{200 \times 3,48 \times 43}{100} = 299 \text{ (Т)}$$

$$K_{\text{ср пр}} = \frac{200 \times 2,05 \times 28}{100} = 115 \text{ (Т)}$$

Розрахункову площу складу підлогового типу визначаємо за формулою 2.6.7

$$F_{\text{р кпхв}} = \frac{249}{0,8} = 311 \text{ (м}^2\text{)}$$

$$F_{\text{р мін}} = \frac{299}{0,8} = 374 \text{ (м}^2\text{)}$$

$$F_{\text{р пр}} = \frac{115}{0,8} = 144 \text{ (м}^2\text{)}$$

Фактичну площу розраховуємо за формулою 2.6.8

$$F_{\text{ф}} = 18 \times 48 \times 2 = 1728 \text{ (м}^2\text{)}$$

Загальну розрахункову корисну площу розраховуємо за формулою 2.6.9

$$\Sigma F_{зр\text{ кор}} = 311 + 374 + 144 = 829 \text{ (м}^2\text{)}$$

КПХВ:	Мінеральна сировина:	Премікси, БАР:
829 – 100%	829 – 100%	829 – 100%
311 – x	374 – x	144 – x
$x = \frac{311 \times 100}{829} = 38 \%$	$x = \frac{374 \times 100}{829} = 45 \%$	$x = \frac{144 \times 100}{829} = 17 \%$

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

$$\Sigma F_{зф\text{ кор}} = 1728 \times 0,8 = 1382 \text{ (м}^2\text{)}$$

Виконуємо перерасподіл площі для зберігання сировини:

$$F_{ф.КПХВ} = \frac{38 \times 1382}{100} = 525 \text{ (м}^2\text{)}$$

$$F_{ф.мін} = \frac{45 \times 1382}{100} = 622 \text{ (м}^2\text{)}$$

$$F_{ф.прем, БАР} = \frac{17 \times 1382}{100} = 235 \text{ (м}^2\text{)}$$

Необхідну площу для зберігання визначаємо за формулою 2.6.11

$$K_{сф\text{ КПХВ}} = 525 \times 0,8 = 420 \text{ (т)}$$

$$K_{сф\text{ мін}} = 622 \times 0,8 = 498 \text{ (т)}$$

$$K_{сф\text{ пр}} = 235 \times 0,8 = 188 \text{ (т)}$$

Фактичні запаси сировини визначаємо за формулою 2.6.12

$$Z_{фКПХВ} = \frac{100 \times 420}{200 \times 4,61} = 45,6 \text{ (діб)}$$

$$Z_{фмін} = \frac{100 \times 498}{200 \times 3,48} = 71,6 \text{ (доба)}$$

$$Z_{фпр} = \frac{100 \times 188}{200 \times 2,05} = 45,9 \text{ (діб)}$$

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

Сировина	Опосередні витрати сировини, <i>a</i> , %	Запас сировини, <i>Z_н</i> , діб	Об'ємна маса сировини, <i>γ_c</i> , т/м ³	Коефіцієнт використання об'ємної площі складів, <i>K_в</i>	Розрахована ємність силосів (корисної площі складів), <i>K_{ср}</i> , т	Фактична ємність силосів (корисної площі складів) на підприємстві, <i>K_{сф}</i> , т	Фактичні запаси сировини після реконструкції, <i>Z_ф</i> , діб
1	2	3	4	5	6	7	8
Склад силосного типу для зберігання сировини							
Зернова	58,12	27	0,65	0,85	3240	3996	33
Мучниста	20	16	0,30	0,80	640	868	22
Шроти	34,2	31	0,50	0,80	2120	2893	42
Склад силосного типу для зберігання готової продукції							
Готова продукція у гранульованому вигляді	100	5	0,63	0,85	1000	1150	5,8
Склад підлогового типу для зберігання сировини							
КПХВ	4,61	27	0,50	0,80	249	420	45,6
Мінеральна	3,48	43	1,20	0,80	299	498	71,6
Премікси, БАР	2,05	28	0,50	0,80	115	188	45,9

Висновок: За результатами розрахунків терміни зберігання зернової, мучнистої сировини та шротів більші від норм на проектування, що дає можливість зберігати сировину в складі силосного типу та забезпечити безперервну роботу комбікормового заводу.

2.7 Розрахунок технологічного обладнання

Продуктивність лінії змішування та лінії гранулювання, т/год:

$$q_{л} = \frac{Q_z}{t}, \quad (2.7.1)$$

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

Q_z – продуктивність заводу, т/добу;

t – тривалість роботи лінії, год.

Розрахункова ємність ванни змішувача, кг:

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

де E_p – розрахункова ємність ванни змішувача, кг;

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

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,

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

де $\tau_{\text{зав}}$ – 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 розміщені одного змішувача періодичної дії на лінії дозування і змішування тривалість циклу змішування компонентів дорівнює $\tau_{\text{ц}} = 4$ хв ($\tau_{\text{зав}} = 25$ с, $\tau_{\text{роз}} = 25$ с, $\tau_{\text{зм}} = 150$ с)

Коефіцієнт завантаження ванни змішувача:

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

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

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

Продуктивність лінії підготовки порції, т/год:

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

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

t – тривалість роботи лінії, год.

Розрахунок маси порції, кг:

$$M_{\text{п}} = E_{\text{р.пор}} = \frac{q_L \times 1000}{n \times K_B}, \quad (2.7.6)$$

Розрахунок ємності дозатора, кг:

$$E_{p.d.} = \frac{q_l \times 1000}{n \times K_B}, \quad (2.7.7)$$

де E_p – розрахункова ємність дозатора, кг.

Коефіцієнт завантаження дозатора:

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

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

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

Розрахункова кількість технологічного обладнання, шт.:

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

де n_p – розрахункова кількість машини, шт.;

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

K_B – коефіцієнт використання технологічного обладнання

$K_B = 0,7$ – для технологічних процесів подрібнення сировини;

$K_B = 0,8$ – для технологічних процесів гранулювання;

$K_B = 0,9$ – для технологічних процесів дозування, змішування компонентів продукції;

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

Розрахунок коефіцієнта завантаження технологічного обладнання:

$$K_з = \frac{q_l}{q_{п} \times n_{ф} \times K_B}, \quad (2.7.10)$$

де $K_з$ – коефіцієнта завантаження машини;

$n_{ф}$ – фактична кількість машин, шт.

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

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

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

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

Продуктивність технологічної лінії відділення плівок від зерна ячменю,
т/год:

$$q_n = \frac{Q_z \times d}{t \times B_{\text{я}}} \times \frac{100}{100 - A}, \quad (2.7.12)$$

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

Розрахунок технологічного обладнання лінії лушення зерна ячменю

Продуктивність технологічної лінії відділення плівок від зерна ячменю розраховуємо за формулою 2.7.12

$$q_n = \frac{200 \times 5,5}{24 \times 80} \times \frac{100}{100 - 30} = 0,8 \text{ (т/год)}$$

Кількість магнітних колонок розраховують за формулою 2.7.9

$$n_p = \frac{0,8}{5,3 \times 1} = 0,2 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість магнітних колонок 1 шт.

Обираємо сепаратор магнітний марки БМП (виробник Виробнича компанія «Електромеханічний завод»), з паспортною продуктивністю 5,3 т/год.

Коефіцієнт завантаження сепаратора магнітного розраховуємо за формулою 2.7.10

$$K_3 = \frac{0,8}{5,3 \times 1 \times 1} = 0,2$$

Розрахункова кількість сито-повітряних сепараторів формула 2.7.9

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

Приймаємо кількість сито-повітряних сепараторів 1 шт.

Обираємо сито-повітряний сепаратор марки БСХ-3 (виробник ПАТ "Хорольський механічний завод", Україна), з паспортною продуктивністю 3 т/год.

Розрахунок коефіцієнта завантаження сито-повітряних сепараторів формула 2.7.10

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

Кількість луцильних машин розраховуємо за формулою 1.5.9

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

Приймаємо 1 шт.

Обираємо луцильну машину марки А1-ЗШН (виробник Дніпропетровський завод «Продмаш», Україна), з паспортною продуктивністю 3 т/год.

Коефіцієнт завантаження луцильної машини №1 розраховуємо за формулою 2.7.10

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

Кількість луцильних машин розраховуємо за формулою 1.5.9

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

Приймаємо 1 шт.

Обираємо луцильну машину марки А1-ЗШН (виробник Дніпропетровський завод «Продмаш», Україна), з паспортною продуктивністю 3 т/год.

Коефіцієнт завантаження луцильної машини №2 розраховуємо за формулою 2.7.10

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

Кількість аспіраторів розраховуємо за формулою 2.7.9

$$n_p = \frac{0,8}{5 \times 1} = 0,2 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість аспіраторів 1 шт.

Обираємо аспіратор марки АСХ-5 (виробник Одеський завод «Продмаш»), з паспортною продуктивністю 5 т/год.

Коефіцієнт завантаження аспіратора розраховуємо за формулою 2.7.10

$$K_3 = \frac{0,8}{5 \times 1 \times 1} = 0,2$$

Розрахунок лінії змішування

Продуктивність лінії змішування розраховуємо за формулою 2.7.1

$$q_{л} = \frac{200}{12 \times 2} = 8,3 \text{ (т/год)}$$

Кількість циклів змішування за годину розраховують за формулою 2.7.3

$$n = \frac{60}{4} = 15 \text{ (циклів)}$$

Розрахунок ємності ванни змішувача розраховують за формулою 2.7.2

$$E_p = \frac{8,3 \times 1000}{15 \times 0,9} = 615 \text{ (кг)}$$

Обираємо змішувач періодичної дії марки НРВ-2000 (виробник Andritz Sprout), $E_{\phi} = 1000$ кг.

Коефіцієнт завантаження ванни змішувача розраховуємо за формулою 2.7.4

$$K_{з.зм.} = \frac{615}{1000 \times 0,9} = 0,7$$

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

Таблиця 2.7.1 – Дані результатів аналізу рецептів комбікормової продукції

Компоненти в рецептах	Масові частки компонентів в рецептах, %					Максимальні масові частки компонентів, які надходять до груп в рецептах, <i>b</i> , %	Прийняті розрахункові масові частки сировини від добової продуктивності підприємства, %
	№ ПК-1-8	№ ПК-9-17	№ ПК-41-45	№ ПК-50-1	№ ПК-50-2		
1	2	3	4	5	6	7	8
Пшениця	38	31,19	22,83	18,5	19,18		
Кукурудза	20	20	20	36,12	29		
Ячмінь	--	--	--	3,5	5,5		
Сумарна масова частка зернової сировини	58	51,19	42,83	58,12	53,68	58,12	60

Продовження табл. 2.7.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Висівки пшеничні	--	10	20	9,7	11		
Сумарна масова частка мучистої сировини	--	10	20	9,7	11	20	20
Шрот соєвий	22,8	14,3	3,6	15,66	20		
Макуха соняшникова	11,4	15,1	26,8	--	--		
Шрот соняшниковий	--	--	--	8,9	10,58		
Сумарна масова частка шротів	34,2	29,4	30,4	24,56	30,58	34,2	34,2
М'ясо-кісткова мука	3,29	4,61	2,67	4,5	--		
Сумарна масова частка КПХВ	3,29	4,61	2,67	4,5	--	4,61	4,61
Крейда кормова	1,87	1,82	1,4	1,59	1,68		
Монокальційфосфат	0,83	0,62	0,26	--	--		
Сіль кухонна	0,31	0,31	0,2	0,3	1,8		
Сумарна масова частка мінеральної сировини	3,01	2,75	1,86	1,89	3,48	3,48	3,48
Монохлоргидрат лізіна	0,25	0,6	0,8	0,15	0,01		
DL-метіонін 98,5%	0,18	0,29	0,24	0,08	0,25		
Холін-хлорид	0,05	0,04	0,03	--	--		
Треонін	0,02	0,12	0,17	--	--		
Премікс	1	1	1	1	1		
Сумарна масова частка преміксів, БАР	1,5	2,05	2,04	1,23	1,26	2,05	2,05

Приймаємо $b_{пор1} = 95,26 \%$

Продуктивність лінії розраховуємо за формулою 2.7.5

$$q_{\text{лп}} = \frac{200 \times 95,26}{24 \times 100} = 7,9 \text{ (т/год)}$$

Масу порції розраховуємо за формулою 2.7.6

$$M_{\text{п}} = E_{\text{р.пор}} = \frac{7,9 \times 1000}{15 \times 0,9} = 585 \text{ (кг)}$$

Розрахунок ємності дозатора проводимо за формулою 2.7.7

$$E_{\text{р.д.}} = \frac{7,9 \times 1000}{15 \times 0,9} = 585 \text{ (кг)}$$

Обираємо ваги ВБ-1000 (виробник ВАТ «Технекс»), $E_{\text{ф}} = 1000$ кг.

Коефіцієнт завантаження вагів розраховуємо за формулою 2.7.8

$$K_{\text{з.д.}} = \frac{585}{1000 \times 0,9} = 0,7$$

Розрахункову кількість просіювачів проводимо за формулою 2.7.9

$$n_{\text{р}} = \frac{7,9}{20 \times 1} = 0,4 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість просіювальної машини 1 шт.

Обираємо просіювальну машину марки VZ800 2000 (виробник Van Aarsen), з паспортною продуктивністю 20 т/год.

Розрахунок коефіцієнта завантаження просіювача проводимо за формулою 2.7.10

$$K_3 = \frac{7,9}{20 \times 1 \times 1} = 0,4$$

Прохід сита складає 30 %, тоді дрібна фракція – 2,37 т/год, схід – 70 %, крупна фракція – 5,53 т/год.

Кількість магнітних колонок розраховують за формулою 2.7.9

$$n_{\text{р}} = \frac{2,37}{6 \times 1} = 0,4 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість магнітних колонок 1 шт.

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

Коефіцієнт завантаження магнітної колонки розраховуємо за формулою 2.7.10

$$K_3 = \frac{2,37}{6 \times 1 \times 1} = 0,4$$

Кількість магнітних колонок розраховують за формулою 2.7.9

$$n_p = \frac{5,53}{12 \times 1} = 0,5 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість магнітних колонок 1 шт.

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

Коефіцієнт завантаження магнітної колонки розраховуємо за формулою 2.7.10

$$K_3 = \frac{5,53}{12 \times 1 \times 1} = 0,5$$

Розрахунок кількості молоткових дробарок проводимо за формулою 2.7.9

$$n_p = \frac{5,53}{10 \times 0,7} = 0,8 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість молоткових дробарок 1 шт.

Обираємо молоткову дробарку ДМВ-10 (виробник ВАТ «Технекс»), з паспортною продуктивністю 10 т/год.

Коефіцієнт завантаження молоткової дробарки розраховуємо за формулою 2.7.10

$$K_3 = \frac{5,53}{10 \times 1 \times 0,7} = 0,8$$

Розрахунок технологічного обладнання лінії підготовки порції білкової та мінеральної сировини

Приймаємо $b_{пор2} = 7,36 \%$

Продуктивність лінії розраховуємо за формулою 2.7.5

$$q_{ли} = \frac{200 \times 7,36}{24 \times 100} = 0,6 \text{ (т/год)}$$

Масу порції розраховуємо за формулою 2.7.6

$$M_{п} = E_{р.пор} = \frac{0,6 \times 1000}{15 \times 0,9} = 44 \text{ (кг)}$$

Ємність дозатора розраховують за формулою 2.7.7

$$E_{р.д.} = \frac{0,6 \times 1000}{15 \times 0,9} = 44 \text{ (кг)}$$

Обираємо ваги ВБ-100 (виробник ВАТ «Технекс»), $E_{\phi} = 100$ кг.

Коефіцієнт завантаження вагів розраховують за формулою 2.7.8

$$K_{з.д.} = \frac{44}{100 \times 0,9} = 0,5$$

Розрахунок технологічного обладнання лінії підготовки порції макро- та мікрокомпонентів

Приймаємо $b_{порз} = 2,05$ %

Продуктивність лінії розраховуємо за формулою 2.7.5

$$q_{лпз} = \frac{100 \times 2,05}{24 \times 100} = 0,1 \text{ (т/год)}$$

Масу порції розраховуємо за формулою 2.7.6

$$M_{п} = E_{р.пор} = \frac{0,1 \times 1000}{15 \times 0,9} = 7,4 \text{ (кг)}$$

Ємність модуля мікродозування розраховують за формулою 2.7.7

$$E_{р.д.} = \frac{0,1 \times 1000}{15 \times 0,9} = 7,4 \text{ (кг)}$$

Обираємо модуль мікродозування марки ММД-10-12 (виробник ВАТ «Технекс»), $E_{\phi} = 10$ кг.

Коефіцієнт завантаження модуля мікродозування розраховують за формулою 2.7.8

$$K_{з.д.} = \frac{7,4}{10 \times 0,9} = 0,7$$

Розрахунок ємності ванни змішувача розраховують за формулою 2.7.2

$$E_{р} = \frac{0,1 \times 1000}{15 \times 0,9} = 7,4 \text{ (кг)}$$

Обираємо змішувач марки УЗ-ДСП-0,01 (виробник ВАТ «ВНДІ КП»), $E_{\phi} = 10$ кг.

Коефіцієнт завантаження ванни змішувача розраховуємо за формулою 2.7.4

$$K_{з.зм.} = \frac{7,4}{10 \times 0,9} = 0,7$$

Розрахунок технологічного обладнання лінії гранулювання

Продуктивність лінії гранулювання розраховують за формулою 2.7.1

$$q_{л} = \frac{200}{24} = 8,3 \text{ (т/год)}$$

Продуктивність лінії після просіювання розраховують за формулою 2.7.11

$$q_{м} = 8,3 + (8,3 \times \frac{20}{100}) = 10 \text{ (т/год)}$$

Кількість магнітних колонок розраховують за формулою 2.7.9

$$n_p = \frac{10}{20 \times 1} = 0,8 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість магнітних колонок 1 шт.

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

Коефіцієнт завантаження магнітної колонки розраховуємо за формулою 2.7.10

$$K_3 = \frac{10}{20 \times 1 \times 1} = 0,5$$

Кількість пресів-грануляторів розраховують за формулою 2.7.9

$$n_p = \frac{10}{15 \times 0,8} = 0,8 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість пресів-грануляторів 1 шт.

Обираємо прес-гранулятор марки ГКТ-520 (виробник ВАТ «Технекс»), з паспортною продуктивністю 15 т/год.

Коефіцієнт завантаження преса-гранулятора розраховуємо за формулою 2.7.10

$$K_3 = \frac{10}{15 \times 1 \times 0,8} = 0,8$$

Кількість охолоджувачів розраховують за формулою 2.7.9

$$n_p = \frac{10}{15 \times 1} = 0,7 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість охолоджувачів 1 шт.

Обираємо охолоджувач марки ОПТ-24 (виробник ВАТ «Технекс»), з паспортною продуктивністю 15 т/год.

Коефіцієнт завантаження охолоджувача розраховуємо за формулою 2.7.10

$$K_3 = \frac{10}{15 \times 1 \times 1} = 0,7$$

Продуктивність лінії після просіювання на доподрібнення розраховують за формулою 2.7.11

$$q_m = 10 + (10 \times \frac{20}{100}) = 12 \text{ (т/год)}$$

Кількість подрібнювачів розраховують за формулою 2.7.9

$$n_p = \frac{12}{20 \times 0,7} = 0,9 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість подрібнювачів 1 шт.

Обираємо валковий подрібнювач марки ИГТ 250/1000 (виробник ВАТ «Технекс»), з паспортною продуктивністю 20 т/год.

Коефіцієнт завантаження подрібнювача розраховуємо за формулою 2.7.10

$$K_3 = \frac{10}{20 \times 1 \times 0,7} = 0,9$$

Кількість просіювачів розраховують за формулою 2.7.9

$$n_p = \frac{10}{20 \times 1} = 0,5 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість просіювачів 1 шт.

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

Коефіцієнт завантаження просіювальної машини розраховуємо за формулою 2.7.10

$$K_3 = \frac{10}{20 \times 1 \times 1} = 0,5$$

Таблиця 2.7.2 – Дані розрахунку технологічного обладнання

Назва обладнання, номер	Марка обладнання	Кіль- кість n_{ϕ} , шт.	Продуктивність		Коефі- цієнт викорис- тання машини, K_e	Коефі- цієнт завант- ажен- ня маши- ни, K_z
			Паспор- тна, q_n , т/год	Експлуа- таційна, q_e , т/год		
1	2	3	4	5	6	7
Лінія лушення зерна ячменю						
сепаратор магнітний №1	БМП	1	5,3	5,3	1	0,2
Сито-повітряний сепаратор №1	БСХ-3	1	3	3	1	0,3
луцильна машина №1	А1-3ШН	1	3	3	1	0,3
луцильна машина №2	А1-3ШН	1	3	3	1	0,3
аспіратор	АСХ-5	1	5	5	1	0,2
Лінія підготовки порції зернової, мучистої сировини та шротів						
Ваги №1	ВБ-1000	1	1	0,9	0,9	0,7
Просіювач	VZ800 2000	1	20	20	1	0,4
Магнітна колонка №2	УЗ-ДКМ-00	1	6	6	1	0,4
Магнітна колонка №3	УЗ-ДКМ-01	1	12	12	1	0,5
Молоткова дробарка	ДМВ-10	1	10	7	0,7	0,8
Лінія підготовки порції білкової та мінеральної сировини						
Ваги №2	ВБ-100	1	0,1	0,09	0,9	0,5
Лінія підготовки порції макро- та мікрокомпонентів						
Модуль мікродозу- вання	ММД-10-12	1	0,01	0,09	0,9	0,7
Змішувач №2	УЗ-ДСП-0,01	1	0,01	0,09	0,9	0,7
Лінія змішування						
Змішувач №1	НРВ-2000	1	1	0,9	0,9	0,7
Лінія гранулювання						
Магнітна колонка №4	УЗ-ДКМ-02	1	20	20	1	0,5
Прес-гранулятор	ГКТ-520	1	15	12	0,8	0,8
Охолоджувач	ОПТ-24	1	15	15	1	0,7
Подрібнювач	ИГТ 250/1000	1	20	14	0,7	0,9
Просіювальна машина №3	Е-101	1	20	20	1	0,5

2.8 Розрахунок ємності оперативних бункерів

Масу сировини, яку розміщують в наддозаторних бункерах, т:

$$E_p = \frac{Q_z \times a \times \tau}{t \times 100}, \quad (2.8.1)$$

де E_p – ємність наддозаторного бункера, т;

Q_z – продуктивність підприємства, т/добу;

a – опосереднені витрати сировини (табл. 2.5.1);

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

t – тривалість роботи лінії змішування, год.

Розрахунок об'єму бункера, м³:

$$V_6 = \frac{E_p}{\gamma \times \eta}, \quad (2.8.2)$$

де V_6 – ємність бункера, м³;

E_p – ємність оперативного бункера, т;

γ – об'ємна маса сировини (табл. 2.5.2), т/м³;

η – коефіцієнт використання об'єму бункера:

$\eta = 0,85$ – для зернової і гранульованої сировини, готової продукції у гранульованому вигляді; $\eta = 0,80$ – для інших видів сировини.

Розрахунок об'єму одного бункера, м³:

$$V_1 = a \times b \times h, \quad (2.8.3)$$

де V_1 – об'єм одного бункера, м³;

a, b – розміри бункера в плані, м;

h – висота бункера, м.

Розрахунок кількості бункерів, шт.:

$$n_6 = \frac{V_6}{V_1}, \quad (2.8.4)$$

де n_6 – кількість бункерів, шт.

Фактична ємність бункерів, E_ϕ , т:

$$E_\phi = n_\phi \times V_1 \times \gamma \times \eta, \quad (2.8.5)$$

де E_ϕ – фактична ємність бункерів, т;

n_{ϕ} – фактична кількість бункерів, шт.

Фактична тривалість зберігання сировини в оперативних бункерах, год:

$$\tau_{\phi} = \frac{E_{\phi}}{q_{л}}, \quad (2.8.6)$$

де τ_{ϕ} – фактична тривалість зберігання сировини в оперативних бункерах, год.

Фактична тривалість зберігання сировини в наддозаторних бункерах, год:

$$\tau_{\phi} = \frac{100 \times E_{\phi} \times t}{Q_{з} \times a}, \quad (2.8.7)$$

де τ_{ϕ} – фактична тривалість зберігання сировини в наддозаторних бункерах, год.

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

$$E_p = q_{л} \times \tau, \quad (2.8.8)$$

де E_p – ємність оперативного бункера, т;

τ – тривалість зберігання сировини в оперативному бункері (1...2 год), год.

Лінія лущення зерна ячменю

Маса сировини, яку розміщують в оперативному бункері під магнітним сепаратором марки БМП №1:

$$E_p = 0,8 \times 1 = 0,8 \text{ (т)}$$

Об'єм бункера розраховують за формулою 2.8.2

$$V_6 = \frac{0,8}{0,65 \times 0,85} = 1,4 \text{ (м}^3\text{)}$$

Приймаємо бункер розмірами $a = 1$ м, $b = 1$ м, $h = 1,5$ м.

Об'єм одного бункера розраховують за формулою 2.8.3

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

Розраховуємо фактичну ємність бункера за формулою 2.8.5

$$E_{\phi} = 1 \times 1,5 \times 0,65 \times 0,85 = 0,8 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання зерна ячменю в оперативному бункері за формулою 2.8.6

$$\tau_{\phi} = \frac{0,8}{0,8} = 1 \text{ (ГОД)}$$

Масу сировини, яку розміщують в оперативному бункері над лущильною машиною А1-ЗШН №1:

$$E_p = 0,8 \times 1 = 0,8 \text{ (Т)}$$

Об'єм бункера розраховують за формулою 2.8.2

$$V_6 = \frac{0,8}{0,65 \times 0,85} = 1,4 \text{ (м}^3\text{)}$$

Приймаємо розміри бункера $a = 1 \text{ м}$, $b = 1 \text{ м}$, $h = 1,5 \text{ м}$.

Об'єм одного бункера розраховують за формулою 2.8.3

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

Розраховуємо фактичну ємність бункера за формулою 2.8.5

$$E_{\phi} = 1 \times 1,5 \times 0,65 \times 0,85 = 0,8 \text{ (Т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання зерна ячменю в оперативному бункері за формулою 2.8.6

$$\tau_{\phi} = \frac{0,8}{0,8} = 1 \text{ (ГОД)}$$

Лінія підготовки порції зернової, мучнистої сировини та шротів

Масу сировини, яку розміщують в оперативному бункері під вагами ВБ-1000 №1: $E_p = 1 \text{ (Т)}$

Об'єм бункера розраховують за формулою 2.8.2

$$V_6 = \frac{1}{0,48 \times 0,80} = 2,6 \text{ (м}^3\text{)}$$

Приймаємо розміри бункера $a = 1,6 \text{ м}$, $b = 1,6 \text{ м}$, $h = 1 \text{ м}$.

Об'єм одного бункера розраховують за формулою 2.8.3

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

Розраховуємо фактичну ємність бункера за формулою 2.8.5

$$E_{\phi} = 1 \times 2,6 \times 0,48 \times 0,80 = 1 \text{ (Т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання за формулою 2.8.6

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

Масу сировини, яку розміщують в оперативному бункері над просіювальною машиною марки VZ800 2000 №2: $E_p = 1$ т

Об'єм бункера розраховують за формулою 2.8.2

$$V_6 = \frac{1}{0,48 \times 0,80} = 2,6 \text{ (м}^3\text{)}$$

Приймаємо розміри бункеру $a = 1,6$ м, $b = 1,6$ м, $h = 1$ м.

Об'єм одного бункера розраховують за формулою 2.8.3

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

Розраховуємо фактичну ємність бункеру за формулою 2.8.5

$$E_\phi = 1 \times 2,6 \times 0,48 \times 0,80 = 1 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання за формулою 2.8.6

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

Масу сировини, яку розміщують в оперативному бункері під магнітною колонкою УЗ-ДКМ-00 №2:

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

Об'єм бункера розраховують за формулою 2.8.2

$$V_6 = \frac{0,3}{0,48 \times 0,80} = 0,8 \text{ (м}^3\text{)}$$

Приймаємо розміри бункеру $a = 1,3$ м, $b = 1,3$ м, $h = 1,1$ м.

Об'єм одного бункера розраховують за формулою 2.8.3

$$V_1 = 1,3 \times 1,3 \times 1,1 = 1,9 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розраховуємо фактичну ємність бункеру за формулою 2.8.5

$$E_\phi = 1 \times 1,9 \times 0,48 \times 0,80 = 0,7 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання за формулою 2.8.6

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

Масу сировини, яку розміщують в оперативному бункері під магнітною колонкою УЗ-ДКМ-01 №3:

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

Об'єм бункера розраховують за формулою 2.8.2

$$V_6 = \frac{0,7}{0,48 \times 0,80} = 1,8 \text{ (м}^3\text{)}$$

Приймаємо розміри бункеру $a = 1,3 \text{ м}$, $b = 1,3 \text{ м}$, $h = 1,1 \text{ м}$.

Об'єм одного бункера розраховують за формулою 2.8.3

$$V_1 = 1,3 \times 1,3 \times 1,1 = 1,9 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розраховуємо фактичну ємність бункеру за формулою 2.8.5

$$E_\phi = 1 \times 1,9 \times 0,48 \times 0,80 = 0,7 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання за формулою 2.8.6

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

Масу сировини, яку розміщують в оперативному бункері під молотковою дробаркою ДМВ-10:

$$E_p = 1 \text{ (т)}$$

Об'єм бункера розраховують за формулою 2.8.2

$$V_6 = \frac{1}{0,48 \times 0,80} = 2,6 \text{ (м}^3\text{)}$$

Приймаємо розміри бункера $a = 2,25 \text{ м}$, $b = 1,25 \text{ м}$, $h = 1 \text{ м}$.

Об'єм одного бункера розраховують за формулою 2.8.3

$$V_1 = 2,25 \times 1,25 \times 1 = 2,8 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розраховуємо фактичну ємність бункера за формулою 2.8.5

$$E_\phi = 1 \times 2,8 \times 0,48 \times 0,80 = 1,1 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання сировини в оперативному бункері за формулою 2.8.6

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

Лінія підготовки порції білкової та мінеральної сировини

Масу білкової сировини, яку розміщують в наддозаторних бункерах розраховують за формулою 2.8.1

$$E_p = \frac{200 \times 4,61 \times 8}{24 \times 100} = 3,1 \text{ (т)}$$

Об'єм бункера розраховують за формулою 2.8.2

$$V_6 = \frac{3,1}{0,5 \times 0,8} = 7,8 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розміри бункера в плані приймаємо $a = 1$ м, $b = 1$ м, $h = 4,8$ м.

Об'єм одного бункера розраховують за формулою 2.8.3

$$V_1 = 1 \times 1 \times 4,8 = 4,8 \text{ (м}^3\text{)}$$

Кількість бункерів розраховують за формулою 2.8.4

$$n_6 = \frac{7,8}{4,8} = 1,6 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо 2 бункера для білкової сировини.

Розраховуємо фактичну ємність бункерів за формулою 2.8.5

$$E_\phi = 2 \times 4,8 \times 0,50 \times 0,80 = 3,8 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання за формулою 2.8.7

$$\tau_\phi = \frac{100 \times 3,8 \times 24}{200 \times 4,61} = 9,9 \text{ (год)}$$

Масу мінеральної сировини, яку розміщують в наддозаторних бункерах розраховують за формулою 2.8.1

$$E_p = \frac{200 \times 3,48 \times 8}{24 \times 100} = 2,3 \text{ (т)}$$

Об'єм бункера розраховують за формулою 2.8.2

$$V_6 = \frac{2,3}{1,20 \times 0,80} = 2,4 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розміри бункера в плані приймаємо $a = 1$ м, $b = 1$ м, $h = 4,8$ м.

Об'єм одного бункера розраховують за формулою 2.8.3

$$V_1 = 1 \times 1 \times 4,8 = 4,8 \text{ (м}^3\text{)}$$

Кількість бункерів розраховують за формулою 2.8.4

$$n_6 = \frac{2,4}{4,8} = 0,5 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо 2 бункера для мінеральної сировини.

Розраховуємо фактичну ємність бункерів за формулою 2.8.5

$$E_\phi = 2 \times 4,8 \times 1,20 \times 0,80 = 9,2 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання за формулою 2.8.7

$$\tau_\phi = \frac{100 \times 9,2 \times 24}{200 \times 3,48} = 31,7 \text{ (год)}$$

Масу сировини, яку розміщують в оперативному бункері під вагами марки ВБ-100 №2: $E_p = 0,1$ (т)

Об'єм бункера розраховують за формулою 2.8.2

$$V_6 = \frac{0,1}{0,85 \times 0,80} = 0,2 \text{ (м}^3\text{)}$$

Приймаємо розміри бункера $a = 1,4$ м, $b = 1,45$ м, $h = 0,5$ м.

Об'єм одного бункера розраховують за формулою 2.8.3

$$V_1 = 1,4 \times 1,45 \times 0,5 = 1 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розраховуємо фактичну ємність бункера за формулою 2.8.5

$$E_\phi = 1 \times 1 \times 0,85 \times 0,80 = 0,7 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання за формулою 2.8.6

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

Лінія підготовки порції макро- та мікрокомпонентів

Маса сировини, яку розміщують в бункері під модулем мікродозування марки ММД-10-12: $E_p = 0,01$ (т)

Об'єм бункера розраховують за формулою 2.8.2

$$V_6 = \frac{0,01}{0,5 \times 0,8} = 0,03 \text{ (м}^3\text{)}$$

Приймаємо $a = 0,65$ м, $b = 0,65$ м, $h = 0,65$ м.

Об'єм одного бункера розраховують за формулою 2.8.3

$$V_1 = 0,65 \times 0,65 \times 0,65 = 0,3 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розраховуємо фактичну ємність бункера за формулою 2.8.5

$$E_\phi = 1 \times 0,3 \times 0,3 \times 0,8 = 0,07 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання за формулою 2.8.6

$$\tau_\phi = \frac{0,07}{0,01} = 7 \text{ (год)}$$

Маса сировини, яку розміщують в бункері під змішувачем УЗ-ДСП-0,01 №2: $E_p = 0,01$ (т)

Об'єм бункера розраховують за формулою 2.8.2

$$V_6 = \frac{0,01}{0,5 \times 0,8} = 0,04 \text{ (м}^3\text{)}$$

Приймаємо $a = 0,65$ м, $b = 0,65$ м, $h = 0,65$ м.

Об'єм одного бункера розраховують за формулою 2.8.3

$$V_1 = 0,65 \times 0,65 \times 0,65 = 0,3 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розраховуємо фактичну ємність бункера за формулою 2.8.5

$$E_\phi = 1 \times 0,3 \times 0,3 \times 0,8 = 0,07 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання за формулою 2.8.6

$$\tau_\phi = \frac{0,07}{0,01} = 7 \text{ (год)}$$

Лінія змішування

Встановлюємо оперативний бункер №26 над змішувачем і оперативний бункер №27 під змішувачем марки НРВ-2000 ємністю $E_{\text{порц.}} = 1,87 \text{ т}$.

Лінія гранулювання

Масу розсипного комбікорму, яку розміщують в оперативному бункері під магнітною колонкою марки УЗ-ДКМ-02 №4 розраховують за формулою 2.8.8

$$E_p = 10 \times 1 = 10 \text{ (т)}$$

Об'єм бункера розраховують за формулою 2.8.2

$$V_6 = \frac{10}{0,5 \times 0,8} = 25 \text{ (м}^3\text{)}$$

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

Об'єм одного бункера розраховують за формулою 2.8.3

$$V_1 = 2 \times 2 \times 2,5 = 10 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розраховуємо фактичну ємність бункера за формулою 2.8.5

$$E_\phi = 1 \times 10 \times 0,50 \times 0,80 = 4 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання за формулою 2.8.6

$$\tau_\phi = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ (год)}$$

Таблиця 2.8.1 – Дані розрахунку ємності оперативних бункерів

Бункер	Об'ємна маса сировини $\gamma_c, \text{ т/м}^3$	Коефіцієнт використання об'єму бункерів, K_ϕ	Фактична ємність бункерів, $E_\phi, \text{ т}$	Запаси сировини, $\tau_p, \text{ год}$	Фактичні запаси сировини, $\tau_\phi, \text{ год}$
1	2	3	4	5	6
Лінія луцення зерна ячменю					
під магнітним сепаратором марки БМП №1	0,65	0,80	0,8	1	1

Продовження табл. 2.8.1

1	2	3	4	5	6
Лінія луцення зерна ячменю					
над луцильною машиною А1-ЗІПН №1	0,65	0,80	0,8	1	1
Лінія підготовки порції зернової, мучнистої сировини та шротів					
під вагами ВБ-1000 №1	0,48	0,80	1	1	1
над просіювальною машиною VZ800 2000 №1	0,48	0,80	1	1	1
під магнітною колонкою УЗ-ДКМ-00 №2	0,48	0,80	0,7	1	2,3
під магнітною колонкою УЗ-ДКМ-01 №3	0,48	0,80	0,7	1	1
під молотковою дробаркою ДМВ-10	0,48	0,80	1,1	1	1,1
Лінія підготовки порції білкової та мінеральної сировини					
для білкової сировини	0,50	0,80	3,8	8	9,9
для мінеральної сировини	1,20	0,80	9,2	8	31,7
під вагами ВБ-100 №2	0,85	0,80	0,7	1	7
Лінія підготовки порції макро- та мікрокомпонентів					
під модулем мікродозування ММД-10-12	0,50	0,80	0,07	1	7
під змішувачем УЗ-ДСП-0,01 №2	0,50	0,80	0,07	1	7
Лінія змішування					
над змішувачем НРВ-2000	0,50	0,80	1,87	1	1
під змішувачем НРВ-2000	0,50	0,80	1,87	1	1
Лінія гранулювання					
під магнітною колонкою УЗ-ДКМ-02 №4	0,50	0,80	4	1	0,4

2.9 Розрахунок транспортного обладнання

Експлуатаційна продуктивність транспортного обладнання, т/год:

$$q_e = \frac{q_{\text{п}} \times \gamma_c \times K_{\text{в}}}{0,75}, \quad (2.9.1)$$

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

$q_{\text{п}}$ – паспортна продуктивність транспортного обладнання при транспортуванні сировини з об'ємною масою $\gamma_c < 0,75$ т/м³, т/год;

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

$K_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання транспортного обладнання ($K_{\text{в}} = 0,85$ для транспортного обладнання продуктивністю $q_e \leq 50$ т/год).

Лінія лущення зерна ячменю

Розраховуємо продуктивність скребкового конвеєра №1 за формулою 2.9.1

$$q_e = \frac{5 \times 0,65 \times 0,85}{0,75} = 3,7 \text{ (т/год)}$$

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

Розраховуємо продуктивність норії №1, №2 за формулою 2.9.1

$$q_e = \frac{5 \times 0,65 \times 0,85}{0,75} = 3,7 \text{ (т/год)}$$

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

Лінія підготовки порції зернової, мучнистої сировини та шротів

Розраховуємо продуктивність скребкового конвеєра №2, №3 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 №3 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 конвеєра №3, №4 за формулою 2.9.1

$$q_e = \frac{10 \times 0,4 \times 0,85}{0,75} = 4,5 \text{ (т/год)}$$

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

Розраховуємо продуктивність норії №4 за формулою 2.9.1

$$q_e = \frac{10 \times 0,4 \times 0,85}{0,75} = 4,5 \text{ (т/год)}$$

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

Розраховуємо продуктивність скребкового конвеєра №6 за формулою 2.9.1

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

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

Розраховуємо продуктивність норії №5 та №6 за формулою 2.9.1

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

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

Розраховуємо продуктивність гвинтового конвеєра №7 за формулою 2.9.1

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

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

Лінія підготовки порції білкової та мінеральної сировини

Розраховуємо продуктивність скребкового конвеєра №8 за формулою 2.9.1

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

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

Розраховуємо продуктивність норії №7 за формулою 2.9.1

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

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

Встановлюємо скребковий конвеєр марки КСТ-200 №9 для транспортування мінеральної сировини.

Встановлюємо норію марки Е-5 №8 для транспортування мінеральної сировини.

Розраховуємо продуктивність скребкового конвеєра №10 за формулою 2.9.1

$$q_e = \frac{5 \times 0,85 \times 0,85}{0,75} = 4,8 \text{ (т/год)}$$

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

Лінія змішування

Розраховуємо продуктивність скребкового конвеєра №11 за формулою 2.9.1

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

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

Розраховуємо продуктивність норії №9 за формулою 2.9.1

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

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

Лінія гранулювання

Розраховуємо продуктивність норії №10, №11 за формулою 2.9.1

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

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

Розраховуємо продуктивність скребкового конвеєра №12, №13 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 марки КСТ-200 (виробник ВАТ «Технекс»), з паспортною продуктивністю 20 т/год.

2.10 Проектування внутрішньоцехової комунікації

Призначення внутрішньоцехової комунікації – ув'язати в єдину виробничу лінію все обладнання, яке визначене розрахунками і розміщене на поверхах будівлі виробничих корпусів, здійснити направлення проміжних продуктів, що передбачено за схемою технологічного процесу виробництва готової продукції.

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 виробництв	50
Сировина мінерального походження	50
Відноси аспіраційних мереж	55
Лузга ячмінна, вівсяна, просяна	40

Продовження табл. 2.10.1

Сировина, продукт, компоненти, готова продукція	Гранично допустимі кути нахилу самопливних труб, α , град.
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_L , 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), \emptyset , мм	220	220	220	300
Для зернової сировини (виробничий корпус), \emptyset , мм	140	140	180	220
Для інших видів сировини, проміжних продуктів, готової продукції (виробничий корпус), \emptyset , мм	140	180	180	220
Для відходів, \emptyset , мм	140	140	140	180

Висновок: Фактичні кути нахилу самопливів більше ніж граничні допустимі та забезпечують безперервну роботу технологічного і 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 повдов-жньому розрізі	В поперечном у 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 №15	1	Е-20 №5	КСТ-200 №6	90	90	90	50	180	1
					2			55	90	55			5
Оперативний бункер №15	1	Порція компонентів	Порція компонентів	Просіювач VZ800 2000 №2	3	-	-	90	90	90			4
Просіювач VZ800 2000 №2	1	Порція компонентів	Дрібна фракція	Магнітний сепаратор УЗ-ДКМ-00 №2	4	-	-	72	90	72			3
Магнітний сепаратор УЗ-ДКМ-00 №2	1	Дрібна фракція	Дрібна фракція очищена від ММД	Оперативний бункер №16	-	-	-	-	-	-			3
Оперативний бункер №16	1	Дрібна фракція очищена від ММД	Дрібна фракція	Піддробарний бункер №18	5	-	-	74	90	74			2
Просіювач VZ800 2000 №2	1	Порція компонентів	Крупна фракція	Магнітний сепаратор УЗ-ДКМ-01 №3	6	-	-	76	90	76			3

КРБ.ТЗіК.1.607-03.1.4

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-01 №3	1	Крупна фракція	Крупна фракція очищена від ММД	Оперативний бункер №17	-	-	-	-	-	-	50	180	3
Оперативний бункер №17	1	Крупна фракція очищена від ММД	Крупна фракція	Молоткова дробарка ДМВ-10	7	-	-	90	90	90			2
Молоткова дробарка ДМВ-10	1	Крупна фракція	Подрібнена фракція	Піддробарний бункер №18	-	-	-	-	-	-	47		2
Піддробарний бункер №18	1	Подрібнена фракція	Підготовлен а порція	Бункер над змішувачем №26	8	Е-20 №6	КВ-200 №7	82	90	82		1	
					9			90	90				
					10			81	61	59			
					11			80	58	55			
Лінія підготовки порції білкової та мінеральної сировини													
Склад підлогового типу	-	Білкова сировина	Білкова сировина	Наддозаторні бункери №19-20	12	Е-5 №7	КСТ-200 №8	90	90	90	50	140	1
					13			75	70	67			5
					14			75	70	67			5
		Мінеральна сировина	Мінеральна сировина	Наддозаторні бункери №21-22	15	Е-5 №8	КСТ-200 №9	90	90	90			1
					16			75	70	67			5
					17			75	70	67			5
Наддозаторні бункери №19-22	4	Білкова і мінеральна сировина	Білкова і мінеральна сировина	Ваги ВБ-100 №2	18	-	Б6-ДПК №1-№4	90	90	90	3		
					19			90	90	90	3		
					20			90	90	90	3		
					21			90	90	90	3		

КРБ.ГЗ.К.1.607-03.1.4

Продовження табл. 2.10.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Лінія підготовки порції білкової та мінеральної сировини													
Ваги ВБ-100 №2	1	Білкова і мінеральна сировина	Порція компонентів	Бункер над змішувачем №26	22	-	КСТ-200 №10	90	57	57	50	140	2
Лінія підготовки порції макро- та мікрокомпонентів													
Мішки	-	Макро- та мікрокомпоненти	Макро- та мікрокомпоненти	Модуль мікродозування ММД-10-12	-	-	-	-	-	-	50	140	5
Модуль мікродозування ММД-10-12	1	Макро- та мікрокомпоненти	Зважена порція	Змішувач УЗ-ДСП-0,01 №2	23	-	-	90	90	90			4
Змішувач УЗ-ДСП-0,01 №2	1	Зважена порція	Однорідна порція	Бункер над змішувачем №26	24	-	-	90	90	90			3
Лінія змішування													
Бункер над змішувачем №26	1	Підготовлені порції компонентів	Підготовлені порції компонентів	Змішувач НРВ-2000 №1	-	-	-	-	-	-	470	180	2
Змішувач НРВ-2000 №1	1	Підготовлені порції компонентів	Однорідний комбікорм	Бункер під змішувачем №27	-	-	-	-	-	-			2
Лінія гранулювання													
Бункер під змішувачем №27	1	Однорідний комбікорм	Однорідний комбікорм	Магнітний сепаратор УЗ-ДКМ-02 №4	25	Е-20 №9	КСТ-200 №11	75	90	75	47	180	1
					26			90	90	дах			
					27			64	78	60			5
Магнітний сепаратор УЗ-ДКМ-02 №4	1	Однорідний комбікорм	Однорідний комбікорм очищений від ММД	Оперативний бункер №28	-	-	-	-	-	-			5

КРБ.ГЗК.1.607-03.1.4

Продовження табл. 2.10.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14					
Лінія гранулювання																		
Оперативний бункер №28	1	Однорідний комбікорм очищений від ММД	Однорідний комбікорм	Прес-гранулятор ГКТ-520	28	-	-	90	90	90	70	180	4					
					29			90	90	90			3					
Прес-гранулятор ГКТ-520	1	Однорідний комбікорм	Гранульований комбікорм	Охолоджувач ОПТ-24	30	-	-	90	90	90			2					
Охолоджувач ОПТ-24	1	Гранульований комбікорм	Охолоджені гранули	Подрібнювач ИГТ 250/1000	31	-	-	90	90	90	1							
Подрібнювач ИГТ 250/1000	1	Охолоджені гранули	Подрібнені гранули	Просіювач Е-101 №3	32	Е-20 №10	-	90	52	52	47	180	1					
					33			90	75	75			дах					
					34			90	76	76			5					
Просіювач Е-101 №3	1	Подрібнені гранули	Дрібна фракція	Магнітний сепаратор УЗ-ДКМ-02 №4	35	Е-20 №9	-	90	54	54	47	180	4					
					36			82	90	82			3					
					37			90	90	90			2					
					38			90	70	70			1					
					26			90	90	90			дах					
					27			64	78	60			5					
			Крупна фракція		Подрібнювач ИГТ 250/1000	39	-	-	90	55			55	4				
						40			82	90			82	3				
						41			89	90			89	2				
						42			53	45			41	1				
						Крупка			Склад готової продукції	43			Е-20 №11	КСТ-200 №12	90	90	90	4
										44					72	90	72	3
45	90	62	62	4														

КРБ.ТЗ.К.1.607-03.1.4

2.11 Технохімічний та технологічний контроль виробництва

Технохімічний та технологічний контроль виробництва комбікормів є важливими аспектами забезпечення якості продукції, ефективності виробничих процесів та безпеки кінцевого продукту. Ці контрольні заходи охоплюють різні стадії виробництва, від приймання сировини до виходу готових комбікормів [24].

Технохімічний контроль передбачає перевірку якості та складу сировини і готової продукції. Основні завдання технохімічного контролю включають:

1. Контроль сировини

- аналіз поживних речовин (визначення вмісту білків, жирів, вуглеводів, клітковини, вітамінів та мінеральних речовин);
- вологість;
- засміченість та зараженість.

2. Контроль на різних етапах виробництва

- змішування (перевірка однорідності суміші та відповідності рецептурам);
- подрібнення (визначення ступеня подрібнення та однорідності часток).

3. Контроль готової продукції

- поживна цінність;
- мікробіологічні показники.

Технологічний контроль спрямований на оптимізацію виробничих процесів та забезпечення стабільності якості продукції. Основні завдання технологічного контролю включають [24]:

1. Контроль процесів подрібнення (перевірка роботи молоткових та валкових подрібнювачів, контроль розміру часток, регулювання швидкості обертання);

2. Контроль процесів змішування (оцінка однорідності змішування компонентів, перевірка рецептур, контроль часу змішування);

3. Гранулювання (перевірка якості гранул, контроль вологості, температури та щільності гранул) [25];

4. Охолодження (контроль температури та вологості гранул після охолодження);

5. Зберігання (контроль умов зберігання, дотримання вимог щодо вологості та температури у складі).

Інструменти та методи контролю [26]:

1. Лабораторні аналізи;

2. Автоматизовані системи управління - впровадження автоматизованих систем контролю та управління виробничими процесами, що забезпечують постійний моніторинг та оптимізацію параметрів;

3. Програмне забезпечення для контролю якості - використання спеціалізованого програмного забезпечення для збору та аналізу даних з різних етапів виробництва, що дозволяє оперативно реагувати на відхилення та покращувати процеси;

4. Системи НАССР - впровадження системи аналізу ризиків і критичних точок контролю (НАССР) для забезпечення безпеки та якості продукції на всіх етапах виробництва.

Технохімічний та технологічний контроль є ключовими елементами у виробництві комбікормів, що забезпечують високу якість та безпеку продукції. Комплексний підхід до контролю якості включає лабораторні аналізи, автоматизацію виробничих процесів, використання сучасного обладнання та впровадження систем управління якістю, що дозволяє досягти стабільних результатів і відповідати вимогам ринку та споживачів.

Розділ 3. Розрахунок вентиляційного обладнання

3.1 Мета і задачі вентиляційних установок

Перспективні напрями розвитку комбікормової промисловості передбачають для виробництва високоякісної комбікормової продукції впровадження інноваційних технологій та розвиток технічної бази із застосуванням сучасного обладнання відомих виробників, фахівців компаній, фірм України, Європи, США.

На комбікормових підприємствах технологічні процеси зазвичай супроводжуються великим виділенням пилу, тому вентиляційним установкам надається особливе значення.

Вентиляційні установки представляють сукупність спеціального обладнання (вентиляторів, повітропроводів, пиловідокремлювачі та ін). Його об'єднують в системи для здійснення повітрообміну шляхом створення доцільно організованих повітряних потоків в будівлях, каналах, камерах або захисних кожухах машин і апаратів. Це необхідно для забезпечення чистоти повітря в приміщеннях, де знаходяться люди, і виконання ряду технологічних, транспортних, а також протипожежних і противибухових і протипожежних функцій.

3.2 Особливості проектування аспіраційних установок комбікормових заводів

При проектуванні аспіраційних мереж, для того щоб вони мали високі техніко-економічні показники і експлуатаційну надійність при об'єднанні обладнання в мережі, дотримуються наступні принципи компонування [27]:

- Технологічний, який полягає в тому, що в одну мережу об'єднують таке обладнання, в якому пил однаковий або близький за якістю;
- Одночасності роботи, що полягає в тому, що в одну мережу об'єднують

					КРБ.ТЗіК.1.607-03.1.4			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Перева Д.В.			Розробка техніко-технологічних основ підвищення енергоефективності виробництва комбікормової продукції	Літ.	Арк.	Аркуші
Консульт.		Гончарук Г.А.					71	119
Керівник		Цюндик О.Г.				ОНТУ 2024		
Зав.каф.		Макаринська А.В.						
Н.контр.								

обладнання, яке працює в один і той же час;

- Просторовий, який полягає в тому, що в одну мережу об'єднують близько розташоване устаткування; крім того, доцільніше об'єднувати обладнання вертикальними повітроводами, а не горизонтальними, що робить мережі більш економічними і експлуатаційно-надійними;
- температурний, який полягає в тому, що в одну мережу не можна об'єднувати обладнання, що має різну температуру повітря, тому що при змішуванні теплого і холодного повітря можливі конденсація водяної пари і налипанні пилу на стінки повітропроводу;
- експлуатаційної надійності, полягає в тому, що машини з регульованим режимом повітряного потоку, а також з власним вентилятором проектують в самостійні місцеві установки; число точок відсмоктування в одній мережі приймають не більше десяти.

3.3 Компоновка аспіраційних установок комбікормових заводів

У випадку об'єднання декількох машин в одну аспіраційну мережу, технологічне обладнання komponують за такими принципами [27]:

1. принцип однорідності пилу;
2. принцип спрощення траси повітропроводів;
3. естетичний принцип;
4. температурний принцип.

Компоновку аспіраційних мереж комбікормових заводів виконують для таких транспортно-технологічних ліній:

- розвантаження і складування зернової, м'якої та мінеральної сировини;
- очищення та подрібнення;
- дозування та змішування;
- завантаження продукції в автомашини та вагони.

Головне завдання установок – повернути аспіраційний пил, який є кормовим продуктом, до аспіріруємої лінії.

3.4 Методи розрахунку аспіраційних мереж

Основні особливості різних методів розрахунків вентиляційних мереж. Відомі в наш час методи розрахунків розгалужених повітропроводів вентиляційних установок розрізняються:

- видом тиску (повного, статичного або динамічного), що переміщується в якості основної величини у всіх розрахункових операцій;
- видом основного вираження коефіцієнта опору одиниці відносної довжини повітря, величини ;
- способами врахування шляхових і місцевих втрат тиску в ділянках повітропровода (довжина повітропровода, еквівалентним місцевим опором, приведений коефіцієнт опору ділянка повітропроводу і інші способи);
- способами визначення діаметрів розгалужень від магістралі.

3.5 Розрахунок аспіраційної мережі для аспірації просіювача VZ 800×2000 №2

Із таблиці 1 [28] вибираємо значення витрат повітря на аспірацію просіювача $Q_{np}=600$ м³/год і втрати тиску в ньому $H_{np}=50$ Па.

Визначаємо величину підсосів повітря в мережу Q_n і загальні витрати повітря, які повинен знепилити фільтр Q_ϕ .

$$Q_\phi = Q_{np} + Q_n, \text{ м}^3/\text{год},$$

$$Q_n = 0,05 \cdot Q_{np} = 0,05 \cdot 600 = 30 \text{ м}^3/\text{год},$$

$$Q_\phi = 600 + 30 = 630 \text{ м}^3/\text{год} (0,18 \text{ м}^3/\text{с})$$

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

Площа фільтруючої поверхні рукавів $F_\phi=4,0$ м².

Втрати тиску у фільтрі визначають за напруженістю тканини фільтра:

$$q = \frac{Q_\phi}{F_\phi}, \text{ м}^3/\text{с} \cdot \text{м}^2.$$

$$q = \frac{0,18}{4,0} = 0,045, \text{ м}^3/\text{с} \cdot \text{м}^2.$$

За графіком [28] на рис.4 визначаємо $H_{\phi}=890$ Па.

Для розрахунку опору мережі складаємо площинну схему (рис. 3.5.1)

$$H_{мер} = H_{np} + H_{нов} + H_{\phi} + H_{y\partial},$$

де H_{np} – гідравлічний опір просіювача, (50Па);

$H_{нов}$ – гідравлічний опір повітропроводу, Па;

H_{ϕ} – гідравлічний опір фільтра, Па;

$H_{y\partial}$ – втрати тиску на удар при виході повітря в атмосферу, Па.

Розраховуємо опір повітропроводу за виразом

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

де λ – коефіцієнт опору по довжині повітропроводу;

l – довжина прямолінійних ділянок повітропроводів, м;

D – діаметр повітропроводу, м;

ξ – коефіцієнт місцевого опору;

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

За номограмою О.В. Панченко [28] знаходимо за витратами повітря Q_{ϕ} і його рекомендованою швидкістю (10...12 м/с) – λ/D , D , v , $H_{дин}$.

$v=11,7$ м/с, $H_{дин}=84$ Па, $D=140$ мм, $\lambda/D=0,138$.

Коефіцієнт кожного місцевого опору приймаємо $\Sigma\xi=0,2$; тобто $\Sigma\xi=7\cdot0,2=1,4$,

де 7 – кількість фасонних деталей.

$$H_{нов} = (0,138 \cdot 15 + 1,4)84 = 291,5 \text{ Па}$$

Розраховуємо втрати тиску на удар. При факельному викиді

$$H_{y\partial} = \frac{\rho v_{вих}^2}{2}, \text{ Па,}$$

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

$v_{вих}$ – швидкість чистого повітря на виході з конфузора, складає 20...22м/с.

$$H_{y\partial} = \frac{1,2 \cdot 20^2}{2} = 240 \text{ Па.}$$

Розраховуємо опір мережі

$$H_{мер} = 50 + 291,5 + 890 + 240 = 1471,5 \text{ Па.}$$

Тиск, який повинен розвивати вентилятор треба збільшити на 10 %

$$H_е = 1,1 \cdot H_{мер} = 1,1 \cdot 1471,5 = 1618,6 \text{ Па.}$$

Витрати повітря, яке буде переміщувати вентилятор $Q_ф = Q_е$

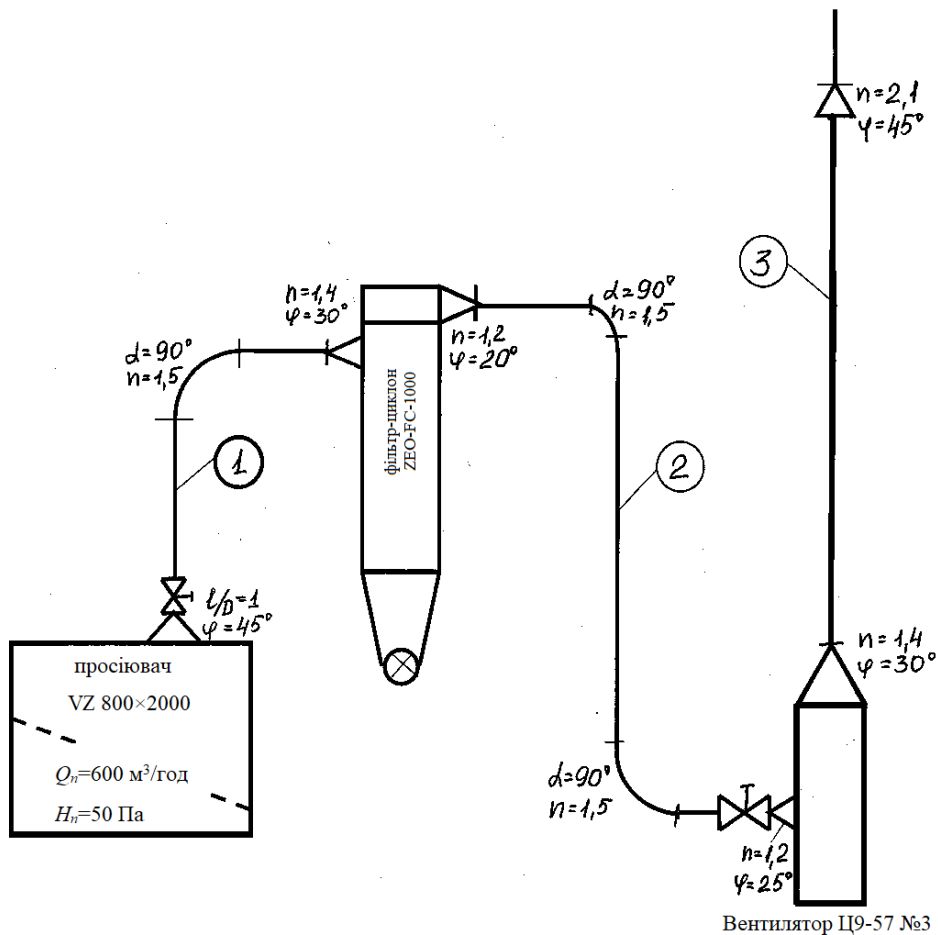


Рис.3.5.1 – Площинна схема

По $H_е$ та $Q_ф$, вибираємо вентилятор за аеродинамічними характеристиками $H_е = f(Q_е)$ вітчизняного виробництва Ц9-57 №3, ККД якого дорівнює 0,45.

Необхідну потужність на валу електродвигуна визначають за формулою

$$N_{ел.дв.} = \frac{Q_е \cdot H_е}{1000 \cdot \eta_е \cdot \eta_{мер} \cdot \eta_{II}}, \text{ кВт.}$$

де η_6 – ККД вентилятора;

$\eta_{пер}$ – ККД передачі (0,98);

η_{II} – ККД, що враховує опір у підшипниках (0,98).

$$N_{ел.дв.} = \frac{630 \cdot 1618,6}{1000 \cdot 3600 \cdot 0,45 \cdot 0,98 \cdot 0,98} = 0,7 \text{ кВт}$$

Фактичну потужність електродвигуна N_ϕ визначають за виразом:

$$N_\phi = K_3 \cdot N_{ел.дв.}, \text{ кВт},$$

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

$$N_\phi = 1,15 \cdot 0,7 = 0,81 \text{ кВт}.$$

Вибираємо електродвигун 4А71В2У3 потужністю $N=1,1$ кВт з числом обертів $n=3000$ об/хв за комплектацією заводу-виробника.

3.6 Розрахунок конвеєрів КСТ-200 № 3, 5, 10, 12, 13 які є однотипними

Витрати повітря 500 м³/год, опір 50 Па, площа фільтрувальної поверхні 4 м².

Спочатку виконуємо *компоновку* аспіраційної мережі та визначаємо витрати повітря Q_ϕ , що необхідно відібрати від транспортуючого обладнання $Q_{то}$, м³/год з метою утворення в ньому необхідного розрідження.

$$Q_\phi = 1,05 * Q_{то}, \text{ м}^3/\text{с}$$

$$Q_\phi = 1,05 * 500 = 525/3600 = 0,15 \text{ м}^3/\text{с}$$

Встановлюємо фільтр локальний горизонтальний ZEO-FG-800 на норії $Q=50$ т/год.

Розрахункову площу поверхні тканини фільтрів $F_{\phiр}$ визначаємо за формулою:

$$F_{\phiр} = Q_\phi * q^{-1}, \text{ м}^2$$

$$F_{\phiр} = 0,15 * 4^{-1} = 0,038 \text{ м}^2$$

де q - напруженість тканини фільтра ($\text{м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$) розрахункова, яка чисельно дорівнює умовній швидкості фільтрації повітря v_ϕ , ($\text{м}/\text{с}$).

Враховуючи те, що, при розрахунку втрат тиску в фільтрі, коефіцієнт a і показник ступеня h залежать від багатьох факторів і, в тому числі, від характеристики пилу, що ускладнює визначення цих параметрів втрати тиску у фільтрах типу ZEO-FG знаходимо за узагальненою формулою:

$$H_\phi = A + B * Q_\phi^2, \text{ Па}$$

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

Q_ϕ – об'ємні витрати повітря, що повинне бути знепилено у фільтрі.

$$H_\phi = 670 + 360 * 0,15^2 = 678 \text{ Па}$$

Розраховуємо опір аспіраційної мережі:

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

де $H_{\text{м}}$ - опір технологічного обладнання (машина, яка аспірується 50 Па);

$H_{\text{уд}}$ - витрати тиску на удар (вихід повітря).

$$H_{\text{мер}} = 50 + 678 + 15 = 743 \text{ Па}$$

Втрати тиску на удар $H_{\text{уд}}$ розраховуємо за формулою :

$$H_{\text{уд}} = H_{\text{дин}} \left(\frac{1}{n}\right)^2, \text{ Па}$$

де $H_{\text{дин}}$ - динамічний тиск на ділянці перед дифузором;

$n = 2$.

$$H_{\text{уд}} = 60 \left(\frac{1}{2}\right)^2 = 15 \text{ Па}$$

Динамічний тиск розраховуємо за формулою:

$$H_{\text{дин}} = \frac{\rho v^2}{2}, \text{ Па}$$

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

$v_{\text{вих}}$ – швидкість чистого повітря на виході з вентилятора, яка для вентиляторів марки ВР складає $10 \dots 12 \text{ м}/\text{с}$.

$$H_{\text{дин}} = \frac{1,2 * 10^2}{2} = 60 \text{ Па}$$

Тиск, який повинен утворити вентилятор визначаємо:

$$H_{\text{в}} = 1,1 * H_{\text{мер}}, \text{ Па}$$

$$H_{\text{в}} = 1,1 * 743 = 817,3 \text{ Па}$$

Витрати повітря, яке буде перемішувати вентилятор :

$$Q_{\text{в}} = Q_{\text{ф}} = 0,15 \text{ м}^3/\text{с}$$

Таким чином тип локального фільтра ZEO-FG-800 вибираємо вентилятор вітчизняного виробника Ц4-70 №2 1/2 та за графіком знаходимо ККД вентилятора. ККД для цього вентилятора дорівнює 0,6. [1]

Число обертів вентилятора та його ККД визначаємо за точкою перетину характеристик $Q_{\text{в}}$ и $H_{\text{мер}}$, а необхідну потужність на валу електродвигуна визначаємо за формулою:

$$N = \frac{Q_{\text{в}} * H_{\text{в}}}{1000 * \mu_{\text{в}} * \mu_{\text{пер}} * \mu_{\text{п}}}, \text{ кВт},$$

де $\mu_{\text{в}}$ - ККД вентилятора;

$\mu_{\text{пер}}$ - ККД передачі (0,98);

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

$$N = \frac{0,15 * 817,3}{1000 * 0,6 * 0,98 * 0,98} = 0,2 \text{ кВт}$$

Фактичну потужність електродвигуна $N_{\text{у}}$ визначаємо з урахуванням коефіцієнта запасу потужності електродвигуна:

$$N_{\text{у}} = K_{\text{з}} * N, \text{ кВт}$$

Для електродвигунів потужністю до 0,5 кВт $K_{\text{з}} = 1,5$

$$N_{\text{у}} = 1,5 * 0,2 = 0,3 \text{ кВт}$$

Обираємо електродвигун SIEMENS типу 1LA7070-2AA потужністю $N=0,37$ кВт, з частотою обертів 2740, ККД=75%, масою 5 кг.

3.7 Аспірація мережі, до якої входять: змішувач НРВ-2000 №1, конвеєр КСТ-200 №11 і норія Е-20 №9

Для аспірації із таблиці 1 додатка методичних вказівок [2], (табл. 1 «Аеродинамічні дані технологічного та транспортного обладнання») вибираємо значення втрат повітря для обладнання: $Q_3=200$ м³/год, $Q_k=500$ м³/год, $Q_n=500$ м³/год; $H_3=20$ Па, $H_n=50$ Па і $H_k=50$ Па – опір обладнання.

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

$$Q_{\phi} = \Sigma Q_{обл} + Q_n = Q_{зм} + Q_k + Q_n + Q_n \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

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

$$Q_{\phi} = 1,05 \cdot (200 + 500 + 500) = 1260 \text{ м}^3/\text{ГОД} = 0,35 \text{ м}^3/\text{с}$$

За витратами повітря вибираємо модульний фільтр ZEO-FC-2000.

Втрати тиску у фільтрі визначаємо за напруженістю тканини фільтра

$$q = \frac{Q_{\phi}}{F_{\phi.p}} = \frac{0,35}{10,5} = 0,034 \text{ м}^3/\text{с} \cdot \text{м}^2.$$

За графіком $H_{\phi} = f(q)$ [28] визначаємо опір фільтра $H_{\phi} = 820$ Па.

Розраховуємо опір мережі, для чого складаємо площинну схему (рис.3.7.1)

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

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

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

H_{ϕ} – опір фільтра;

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

Розраховуємо опір повітропроводу за виразом

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

де λ – коефіцієнт опору по довжині повітропроводу;

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

D – діаметр

повітропровода, м;

ξ – коефіцієнт місцевого опору;

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

За номограмою Панченко знаходимо за витратами повітря і рекомендованою швидкістю його – (10...12 м/с) – λ/D , D , v , $H_{дин}$.

$\lambda/D=0,097$; $D=180$ мм; $v=12,5$ м/с;

$H_{дин}=110$ Па.

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

Так, як у нас за магістраллю 12 місцевих опорів, то

$$\Sigma\xi=12\cdot0,2=2,4,$$

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

$$H_{уд} = \frac{\rho v_{вих}^2}{2},$$

де $v_{вих}$ – швидкість повітря на виході з конфузора, приймаємо $v=20...22$ м/с;

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

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

Розраховуємо опір мережі

$$H_{мер}=50+499+820+290=1659 \text{ Па.}$$

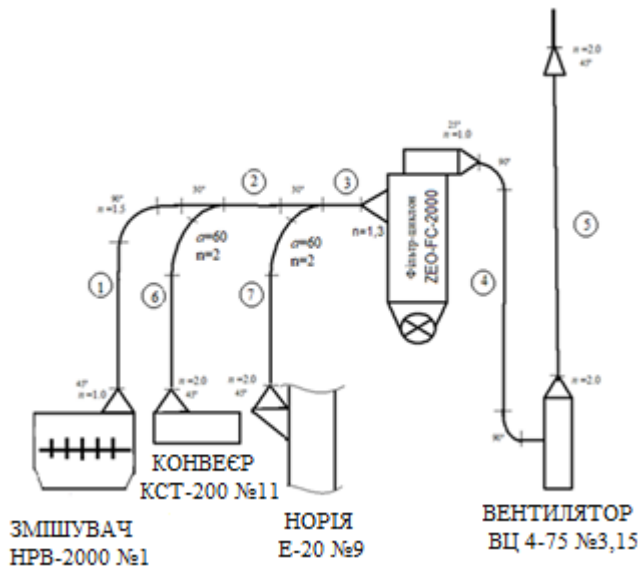


Рис.3.7.1 – Площинна схема аспіраційної мережі

Тиск, який повинен розвивати вентилятор треба збільшити на 10 %

$$H_B = 1,1 \cdot H_{\text{мер}} = 1,1 \cdot 1659 = 1825 \text{ Па.}$$

Витрати повітря, яке повинен переміщувати вентилятор

$$Q_в = Q_ф = 1260 \text{ м}^3/\text{год}$$

Вибираємо вентилятор за параметрами $Q_в$ і $H_в$, використовуючи аеродинамічні характеристики вентилятора $H_в = f(Q_в)$ [2, додаток, табл.4 і 5]: вентилятор вітчизняного виробництва ВЦ 4-75 №3,15. Число обертів робочого колеса вентилятора та його ККД визначають за точкою перетину характеристик вентилятора і мережі, а необхідну потужність на валу електродвигуна визначаємо за формулою

$$N_{\text{вент}} = \frac{Q_в \cdot H_в}{1000 \cdot \eta_в \cdot \eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{п}}}, \text{ кВт,}$$

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).

$$N_{\text{вент}} = \frac{1260 \times 1825}{1000 \times 0,72 \times 0,98 \times 0,98 \times 3600} = 0,92 \text{ кВт}$$

Фактичну потужність електродвигуна $N_ф$ визначають за виразом:

$$N_ф = K_з \cdot N_{\text{ел.дв.}}, \text{ кВт,}$$

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

$$N_ф = 1,15 \times 0,92 = 1,1 \text{ Вт.}$$

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

Розділ 4. Електрозабезпечення та енергозбереження

4.1 Заходи для економії електроенергії і енергозбереження

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

					КРБ.ТЗіК.1.607-03.1.4			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Розробка техніко-технологічних основ підвищення енергоефективності виробництва комбікормової продукції	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		Перева Д.В.						
<i>Консульт.</i>		Штепа Є.П.					82	119
<i>Керівник</i>		Цюндик О.Г.				ОНТУ 2024		
<i>Зав.каф.</i>		Макаринська А.В.						
<i>Н.контр.</i>								

4.2 Розрахування активної потужності споживання підприємством методом питомих витрат електроенергії

Розрахункову активну потужність методом питомих витрат електроенергії визначають за формулою:

$$P_p = \frac{w_{\text{пит}} M_{\text{річ}}}{T_{\text{max}}},$$

де $W_{\text{пит}} = 7.5$ кВт.год/т - нормована питома витрата електричної енергії;

$M_{\text{річ}}$ - річна продуктивність підприємства $200 \cdot 300 = 60000$ т

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

$$P_p = \frac{7.5 \cdot 60000}{3000} = 150 \text{ кВт}$$

Розрахункову активну потужність освітлення лампами розжарювання приймаємо $P_{\text{осв}} = 0,1 P_p = 0,1 \cdot 150 = 15$ кВт.

4.3 Розрахунки повної потужності трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності

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

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

Реактивну розрахункову потужність знаходять за формулою:

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg} \varphi,$$

де $\operatorname{tg} \varphi$ - коефіцієнт реактивної потужності знаходять по середньозваженому коефіцієнту потужності $\cos \varphi = 0,8$, що відповідає $\operatorname{tg} \varphi = 0,75$.

Тоді $Q_p = 150 \cdot 0,75 = 112$ квар.

Потужність конденсаторної установки визначають за формулою:

$$Q_k = Q_p - Q_E,$$

де Q_E - оптимальна реактивна потужність, що задається енергосистемою:

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

Тоді $Q_k = 112 - 50 = 62$ квар.

Вибираємо за допомогою [29] конденсаторну установку типу КСК2-0,4-67-3У3 потужністю $Q_{\text{кном}} = 67$ квар.

Таким чином, повна потужність трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності буде:

$$S_{\text{ТП}} = \sqrt{(150+15)^2 + (112-50)^2} = 176 \text{ кВ.А}$$

Потужність одного трансформатора знаходимо так:

$$S_{\text{тр}} = 0,8 S_{\text{ТП}} = 0,8 \cdot 176 = 140,8 \text{ кВ.А.}$$

За одержаною потужністю, користуючись таблицею технічних даних трансформаторів [29], вибираємо номінальну потужність трансформатора

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 $U1_{\text{НОМ}}$	вторинна $U2_{\text{НОМ}}$		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 здібності

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

$$S_T \geq \frac{S_{\text{ТП}}}{2k_{\text{ДП}}}$$

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

$k_{ДП}$ – коефіцієнт допустимих перевантажень трансформатора, що визначається за графіком залежності тривалості максимального навантаження $t_{ТМ}$ від $k_{ЗГ}$ – коефіцієнта заповнення графіка добового навантаження підприємства (рис.3.1)

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

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

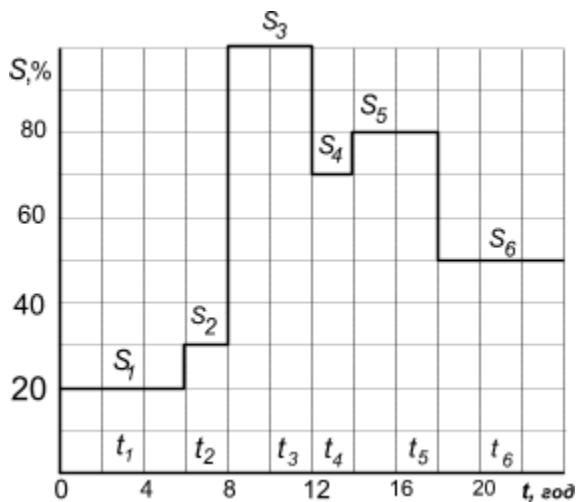


Рис. 4.1- Графік добового навантаження

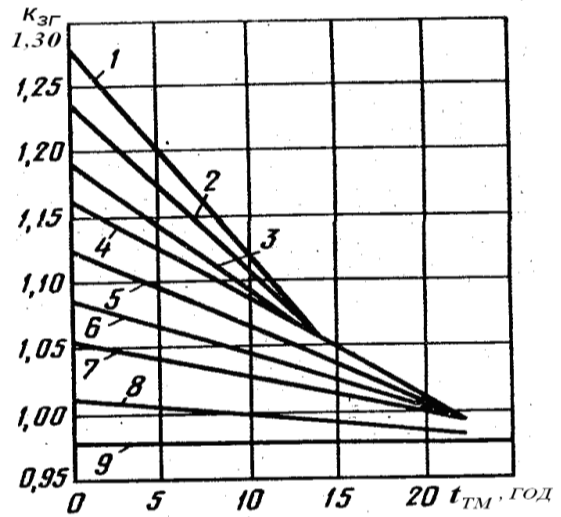


Рис.4.2 - Графік допустимих перевантажень силових трансформаторів
 для $k_{ЗГ}$: 1 - 0,6; 2 - 0,65; 3 - 0,7; 4 - 0,75; 5-0,8; 6 - 0,85; 7 - 0,9; 8 - 0,95; 9 - 1,00.

Знаходимо коефіцієнт заповнення графіка добового навантаження елеватора $k_{ЗГ}$, користуючись графіком добового навантаження (рис. 4.3)

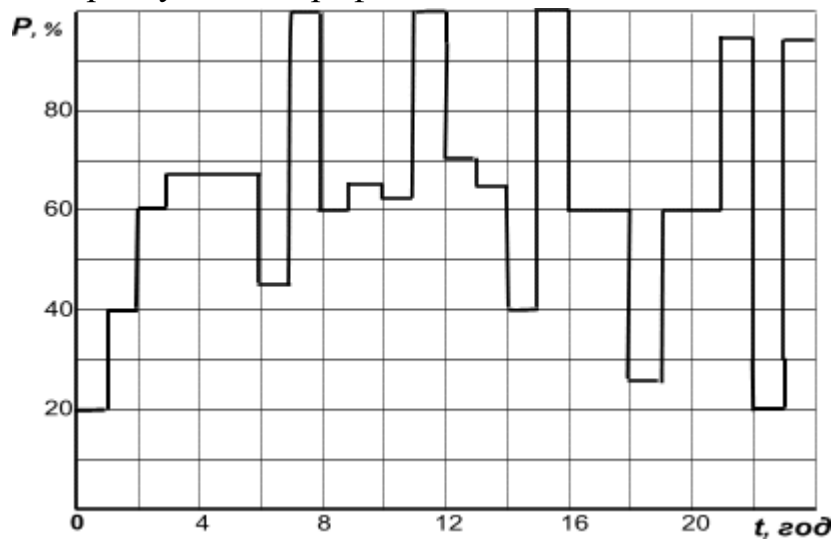


Рис. 4.3 – Графік добового навантаження

$k_{3Г} =$

$$\frac{20.1+40.1+60.1+68.3+45.1+100.1+60.1+65.1+62.1+100.1+70.1+65.1+40.1+100.1+60.2+25.1+60.2+95.1+20.1+95.1}{24.100\%} = 0,63$$

Для графіка добового навантаження (рис.4.3) тривалість максимального навантаження складає: $t_{ГМ1} = 1$ год (з 7 до 8 год); $t_{ГМ2} = 1$ год (з 11 до 12); $t_{ГМ3} = 1$ год (з 15 до 16 год); Тобто $t_{ГМ} = t_{ГМ1} + t_{ГМ2} + t_{ГМ3} = 1 + 1 + 1 = 3$ 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:

$$S_T \geq \frac{S_{ТП}}{2k_{ДП}}$$

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

$$S_T \geq \frac{176}{2.1,15} = 76,5 \text{ кВ.А}$$

По таблиці технічних даних трансформаторів [29], уточняємо номінальну потужність трансформатора SHOM і приводимо його технічні дані у вигляді таблиці .

Тип	Номінальна потужність SHOM, кВ.А	Номінальна 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 _К	
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:

$$\Delta P'_x = \Delta P_x + K_e \Delta Q_x; \quad \Delta P'_k = \Delta P_k + K_e \Delta Q_k.$$

В цих формулах ΔP_x і ΔP_k беремо із таблиці технічних даних вибраного трансформатора: $\Delta P_x = 0,36$ кВт; $\Delta P_k = 1,97$ кВт.

Економічний еквівалент реактивної потужності, що залежить від потужності енергосистеми приймаємо $K_e = 0,05$ кВт/квар.

Втрати ΔQ_x і ΔQ_k знаходять за формулами:

$$\Delta Q_x = S_{НОМ} \frac{I_x \%}{100} = 100 \frac{2,4}{100} = 2,4 \text{ квар};$$

$$Q_k = S_{НОМ} \frac{U_k \%}{100} = 100 \frac{4,5}{100} = 4,5 \text{ квар}.$$

Тоді $\Delta P'_x = 0,36 + 0,05 \cdot 2,4 = 0,48$ кВт; $\Delta P'_k = 1,97 + 0,05 \cdot 4,5 = 2,2$ кВт.

Потужність при якій економічно оправдано відключити від паралельної роботи один із двох трансформаторів визначають за формулою:

$$S_{ЕК} = S_{НОМ} \sqrt{2 \frac{\Delta P'_x}{\Delta P'_k}} = 100 \sqrt{2 \frac{0,48}{2,2}} = 66,1 \text{ кВ.А.}$$

Оскільки потужність двох трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності складає: $100 \times 2 = 200$ кВ.А, що відповідає 100% навантаження добового графіка, то 66,1 кВ.А будуть відповідати

$$\frac{66,1}{200} \cdot 100\% = 33,1\%$$

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

$$\Delta T_{\max} = \frac{\Sigma t}{24} \cdot 100\% = \frac{3}{24} \cdot 100\% = 12,5\%$$

При цьому кількість годин використання розрахункової активної потужності на протязі року зменшиться на

$$\Delta T'_{\max} = \frac{\Delta T_{\max}}{100\%} \cdot T_{\max} = \frac{12,5}{100} \cdot 3000 = 375 \text{ год}$$

і складатиме $T'_{\max} = T_{\max} - \Delta T'_{\max} = 3000 - 375 = 2625$ год.

4.6 Вибір перерізу жил і марку кабелю

Вибір необхідного перерізу жил кабеля напругою до 1000 В проводять для підприємства за допустимим струмовим навантаженням і допустимою втратою напруги [29]. Для цього визначають розрахунковий струм за формулою

$$I_p = \frac{1000 S_p}{\sqrt{3} U_{ном}} = \frac{1000 \cdot 191}{\sqrt{3} \cdot 380} = 289 \text{ А,}$$

де S_p - повна розрахункова потужність підприємства без урахування компенсації реактивної потужності, що визначається так:

$$S_p = \sqrt{(P_p + P_{осв})^2 + Q_p^2} = \sqrt{(150+15)^2 + 112^2} = 199 \text{ кВ.А}$$

де Q_p - реактивна розрахункова потужність.

З урахуванням умов прокладання мереж знаходимо за відповідною таблицею стандартний переріз жил кабеля $S=120$ мм² 2 кабелю паралельно [30].

Марку кабелю приймаємо АВРГ – чотирьох жильний з алюмінієвими жилами і полівінілхлоридною ізоляцією.

Перевірку перерезу жил кабеля на допустиму втрату напруги виконуємо за формулою:

$$\Delta U = \frac{10^5 (P_p + P_{осв})}{U_{ном}^2} R_{л} = \frac{10^5 (150+15)}{380^2} 0,009 = 1,3\%$$

де $U_{ном}$ - номінальна лінійна напруга, В;

$P_p + P_{осв}$ – активна потужність силового і освітлювального навантаження, кВт;

$R_{л}$ - активний опір лінії живлення, який визначають за формулою

$$R_{л} = \rho \frac{L}{S} = 0,0312 \frac{70}{2 \times 120} = 0,009 \text{ Ом.}$$

В цій формулі: $\rho = 0,0312$ Ом.мм²/м питомий опір жили алюмінієвого кабеля;

L - довжина кабеля, м;

S - площа перерізу жили кабелю, мм².

4.7 Річна витрата електроенергії та її вартість

Річну витрату електроенергії знаходимо за формулою:

$$W_a = (P_p + P_{осв}) T_{max} = (188,4 + 18,8) 3000 = 621600 \text{ кВт.год.}$$

Річну вартість електроенергії визначаємо за формулою:

$$S_o = d_o W_a = 2,22 \cdot 621600 = 1379952 \text{ грн.}$$

Розрахунки відносно заходів економії електроенергії на підприємстві

Виходячи із розглянутих заходів і розрахунків економію 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 буде

$$I'_p = \frac{\sqrt{(P_p + P_{осв})^2 + (Q_p - Q_k)^2}}{\sqrt{3}U_{ном}} = \frac{\sqrt{(150+15)^2 + (141,3-67)^2}}{\sqrt{3} \cdot 380} = 334 \text{ А.}$$

Втрати електроенергії в лінії живлення будуть

- до впровадження заходів компенсації реактивної потужності:

$$W_{л} = 3I_p^2 R_{л} T_{max} = 3 \cdot 3792 \cdot 0,009 \cdot 3000 = 11635 \text{ кВт.год,}$$

- після впровадження заходів компенсації реактивної потужності:

$$W'_e = 3 I_p'^2 R_{л} T_{max} = 3 \cdot 3342 \cdot 0,009 \cdot 3000 = 9036 \text{ кВт.год.}$$

Річна економія електроенергії в лінії живлення буде

$$\Delta W_{л} = W_{л} - W'_{л} = 11635 - 9036 = 2599 \text{ кВт.год.}$$

Втрати електроенергії в трансформаторах будуть

- при паралельній роботі двох трансформаторів на протязі часу T_{max}

$$W_{тр} = 2 \Delta P'_k T_{max} = 2 \cdot 2,2 \cdot 3000 = 13200 \text{ кВт.год,}$$

- при паралельній роботі двох трансформаторів на протязі часу T'_{max}

$$W'_{од} = 2 \Delta P'_k T'_{max} = 2 \cdot 2,2 \cdot 2625 = 11550 \text{ кВт.год.}$$

Річна економія електроенергії в трансформаторах буде:

$$\Delta W_{тр} = W_{тр} - W'_{од} = 13200 - 11550 = 1650 \text{ кВт.год.}$$

Витрати електроенергії на освітлення будуть

- лампами розжарювання $W_{осв} = k_q P_p T_{max}$

$$x = 0,63 \cdot 0,1 \cdot 188,4 \cdot 3000 = 35532 \text{ кВт.год;}$$

- люмінесцентними лампами

$$W'_{ін} = k' q' P_p T_{max} = 0,63 \cdot 0,05 \cdot 150 \cdot 3000 = 17766 \text{ кВт.год.}$$

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 типа [29] $q' = (0,035 \dots 0,06)$.

Економія електроенергії від заміни освітлення лампами розжарювання на освітлення люмінесцентними лампами буде:

$$\Delta W_{\text{осв}} = W_{\text{осв}} - W'_{\text{осв}} = 35352 - 17766 = 17766 \text{ кВт.год.}$$

Результати розрахунків з економії електроенергії зводимо в таблицю:

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 буде:

$$\Delta W = \Delta W_{\text{л}} + \Delta W_{\text{тр}} + \Delta W_{\text{осв}} = 2599 + 1650 + 17766 = 22015 \text{ кВт.год.}$$

Річну вартість зекономленої електроенергії визначають за формулою

$$\Delta S_o = d_o \Delta W = 2,22 \cdot 22015 = 48873 \text{ грн.}$$

Висновок

За рахунок проведення заходів з економії електроенергії: компенсація реактивної потужності; відключення одного із трансформаторів; заміни освітлення з лампами розжарювання на люмінесцентні лампи, досягнута

економія коштів, що складає: $\Delta S = \frac{48873}{1379952} \cdot 100\% = 4\%$.

Розділ 5. Охорона праці

5.1 Основні заходи з охорони праці

Охорона праці на комбикормовому заводі є ключовим аспектом, що забезпечує безпеку та здоров'я працівників, знижує ризики виникнення нещасних випадків і професійних захворювань. Для цього застосовуються різні заходи та засоби, які охоплюють організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні та профілактичні заходи [31]:

1. Організаційні заходи:

- розробка та впровадження системи управління охороною праці (СУОП);
- проведення інструктажів та навчання (регулярне навчання працівників правилам безпеки, проведення вступних, первинних, повторних, позапланових та цільових інструктажів);
- атестація робочих місць (оцінка умов праці на відповідність нормативним вимогам з охорони праці).

2. Технічні заходи:

- безпечне обладнання - використання обладнання, що відповідає стандартам безпеки, забезпечене захисними пристроями;
- автоматизація процесів (зниження ризику людських помилок шляхом автоматизації виробничих процесів);
- системи вентиляції та аспірації (забезпечення ефективного видалення пилу та шкідливих речовин з робочої зони).

3. Санітарно-гігієнічні заходи:

- особиста гігієна - надання працівникам засобів індивідуального захисту, таких як респіратори, захисні окуляри, рукавиці, спецодяг;
- медичний контроль - регулярні медичні огляди працівників для виявлення та попередження професійних захворювань;

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.ТЗіК.1.607-03.1.4			
Розроб.		Перева Д.В.			Розробка техніко-технологічних основ підвищення енергоефективності виробництва комбикормової продукції	Літ.	Арк.	Аркуші
Керівник		Цюндик О.Г.					92	119
Консульт.						ОНТУ 2024		
Зав.каф.		Макаринська А.В.						
Н.контр.								

- забезпечення належного санітарного стану виробничих приміщень.

4. Профілактичні заходи:

- регулярна оцінка потенційних ризиків та розробка заходів для їх мінімізації;
- встановлення систем пожежної сигналізації, протипожежних засобів та навчання працівників діям у разі пожежі;
- постійний контроль за дотриманням правил охорони праці, проведення аудитів та внутрішніх перевірок.

5.2 Засоби забезпечення безпеки праці на комбикормовому заводі

Засоби забезпечення безпеки, які необхідно потримуватись на комбикормовому заводі [32]:

1. Засоби індивідуального захисту:

- захист органів дихання - респіратори, маски для захисту від пилу та аерозолів;
- захист очей (захисні окуляри та щитки);
- захист рук (захисні рукавиці для роботи з хімічними речовинами та механічними частинами);
- захист тіла - спецодяг, включаючи комбінезони, куртки, штани з вогнетривкими властивостями.

2. Засоби колективного захисту:

- захисні огорожі навколо рухомих частин машин і механізмів;
- місцева та загальна вентиляція для видалення шкідливих речовин з повітря;
- світлова та звукова сигналізація для попередження про небезпеку.

3. Технічні засоби:

- системи моніторингу та управління виробничими процесами, що знижують ризик аварійних ситуацій;

– автоматичні та ручні системи пожежогасіння, включаючи вогнегасники, спринклерні системи.

Охорона праці на комбікормовому заводі є комплексним завданням, яке потребує систематичного підходу та залучення всіх учасників виробничого процесу. Впровадження ефективних заходів та засобів безпеки, а також постійне навчання та мотивація працівників дозволяють створити безпечні та здорові умови праці, знижуючи ризики нещасних випадків та професійних захворювань.

5.3 Вимоги щодо організації освітлення на комбікормовому заводі

Освітлення на комбікормовому заводі є важливим аспектом, який впливає на продуктивність праці, якість виробленої продукції та безпеку працівників. Правильне освітлення робочих зон забезпечує комфортні умови праці, знижує ризик нещасних випадків та підвищує ефективність виробничих процесів [31].

Основні вимоги до освітлення:

1. Рівень освітленості - відповідність рівня освітленості встановленим нормативам для різних робочих зон. Наприклад, для загальних виробничих приміщень рівень освітленості має бути не менше 300 люкс, а для зон з підвищеною точністю робіт — до 500 люкс і більше.

2. Рівномірність освітлення - забезпечення рівномірного розподілу світла по всій робочій поверхні, уникнення різких тіней та блисків.

3. Колірна температура і якість світла - використання світильників з колірною температурою, яка сприяє зменшенню втоми очей та підвищенню концентрації (звичайно від 4000К до 5000К для промислових приміщень).

4. Захист від засліплення - встановлення світильників таким чином, щоб уникнути прямого потрапляння світла в очі працівників, використання світлорозсіювальних екранів та антивідблискових панелей.

5. Енергоефективність - використання енергоефективних світлодіодних (LED) світильників, які мають довгий термін служби та низьке енергоспоживання.

Типи освітлення:

1. Загальне освітлення - основне освітлення приміщень, що забезпечує рівномірне освітлення всієї робочої зони;

2. Місцеве освітлення - додаткове освітлення для конкретних робочих місць або ділянок, де виконуються роботи, що потребують більшої точності або концентрації.

3. Аварійне освітлення - освітлення, яке забезпечує видимість у випадку аварійної ситуації або при відключенні основного освітлення. Воно повинне працювати автономно та мати достатній рівень освітленості для безпечної евакуації.

Правильне організоване освітлення на комбікормовому заводі сприяє підвищенню продуктивності праці, покращенню якості продукції та забезпеченню безпеки працівників. Вибір енергоефективних світильників, правильне їх розміщення та впровадження автоматизованих систем управління дозволяють оптимізувати витрати на освітлення та створити комфортні умови праці.

5.4 Пожежо-вибухонебезпека на комбікормовому заводі

Комбікормові заводи є об'єктами підвищеної пожежо-вибухонебезпеки через наявність пилу, легкозаймистих матеріалів та хімічних речовин. Ризик виникнення пожеж і вибухів може бути спричинений як технічними, так і організаційними факторами [32].

Основні причини виникнення пожеж і вибухів:

1. Пилова загроза. Комбікормовий пил є легко займистим та може створювати вибухонебезпечні концентрації у повітрі. Пил може накопичуватися на обладнанні, електроустановках та інших поверхнях, що підвищує ризик займання.

2. Несправність обладнання:

- іскри від електрообладнання або механічних частин, що труться;
- перегрів обладнання через недотримання технологічних режимів або відсутність належного технічного обслуговування.

3. Електричні причини - коротке замикання, перевантаження електричних мереж та несправність електрообладнання, використання несправних або неправильно встановлених електроустановок.

4. Людський фактор;

5. Хімічні реакції - взаємодія хімічних речовин, що використовуються у виробництві, з утворенням горючих або вибухонебезпечних сумішей.

Заходи зниження ризику пожеж і вибухів:

- встановлення систем вентиляції та аспірації для видалення пилу з повітря;
- заземлення та екранування обладнання для запобігання накопиченню статичної електрики;
- встановлення автоматичних систем пожежогасіння, таких як спринклерні системи, системи газового пожежогасіння;
- використання обладнання та інструментів з іскрозахищеними конструкціями.

Пожежо-вибухонебезпека на комбікормовому заводі вимагає комплексного підходу до організації безпеки. Впровадження ефективних організаційних, технічних та профілактичних заходів, а також автоматизація систем контролю дозволяють мінімізувати ризики виникнення пожеж та вибухів, забезпечуючи безпечні умови праці та захист працівників.

Розділ 6. Техніко-економічні показники

6.1 Розрахунок необхідної суми інвестицій

Для будівництва комбікормового заводу необхідні інвестиції в основні засоби і в оборотні кошти. Загальна сума інвестицій (I) складається з первісної вартості впроваджуваного обладнання (ПВ_{об}), первісної вартості будівельних робіт (ПВ_{буд}), оборотних коштів, які знадобляться комбікормовому заводу для випуску необхідного обсягу продукції (ОК) і розраховується по формулі $I = ПВ_{об} + ПВ_{буд} + ОК$.

Інвестиції в основні засоби є первісною вартістю запропонованого до впровадження обладнання та будівельних робіт. До складу первісної вартості впроваджуваного обладнання (ПВ_{об}) входять вартість його придбання (В_{пр}), транспортні витрати на доставку (Т_р), заготівельно-складські витрати (З_с) та витрати на монтаж обладнання (М_н):

$$ПВ_{об} = 1,2 \times (В_{пр} + Т_r + З_c + М_n),$$

де Т_р = 8 % від вартості придбання обладнання;

З_с = 2 % від вартості придбання обладнання;

1,2 – коефіцієнт, що враховує додаткові витрати у розмірі 20 % від врахованої частини первісної вартості впроваджуваного обладнання.

$$Т_r = 7651 \times 0,08 = 612 \text{ тис.грн}$$

$$З_c = 7651 \times 0,02 = 153 \text{ тис.грн}$$

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).

					КРБ.ТЗіК.1.607-03.1.4			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка техніко-технологічних основ підвищення енергоефективності виробництва комбікормової продукції	Літ.	Арк.	Аркуші
Розроб.		Перева Д.В.					97	119
Консульт.		Басюркіна Н.Й.						
Керівник		Цюндик О.Г.						
Зав.каф.		Макаринська А.В.						
Н.контр.								ОНТУ 2024

Загальну суму вартості придбання та монтажу впроваджуваного обладнання представлено у таблиці 6.1.1.

Таблиця 6.1.1 – Кошторисно-фінансовий розрахунок вартості придбання та монтажу впроваджуваного обладнання

Обладнання	Марка	Кількість, шт.	Вартість одиниці, тис. грн з ПДВ	Загальна вартість, тис.грн. з ПДВ	Вартість монтажу обладнання, тис.грн.
сепаратор магнітний	БМП	1	65	65	6,5
Сито-повітряний сепаратор	БСХ-3	1	150	150	15
луцильна машина	А1-ЗПН	2	55	110	11
аспіратор	АСХ-5	1	90	90	9
Ваги	ВБ-1000	1	125	125	12,5
Просіювач	VZ800 2000	1	287	287	28,7
Магнітна колонка	УЗ-ДКМ-00	1	70	70	7
Магнітна колонка	УЗ-ДКМ-01	1	85	85	8,5
Молоткова дробарка	ДМВ-10	1	359	359	35,9
Ваги	ВБ-100	1	95	95	9,5
Модуль мікродозування	ММД-10-12	1	115	115	11,5
Змішувач	УЗ-ДСП-0,01	1	180	180	18
Змішувач	НРВ-2000	1	245	245	24,5
Магнітна колонка	УЗ-ДКМ-02	1	100	100	10
Прес-гранулятор	ГКТ-520	1	1050	1050	105
Охолоджувач	ОПТ-24	1	750	750	75
Подрібнювач	ИГТ 250/1000	1	685	685	68,5
Просіювальна машина	Е-101	1	375	375	37,5
Скребокний конвеєр	КСТ-200	12	120	1440	14,4
Гвинтовий конвеєр	КВ-200	1	100	100	10
Норія	Е-5	4	85	340	34
Норія	Е-10	3	95	285	28,5
Норія	Е-20	5	110	550	55
Покупна вартість обладнання				7651	765,1

$$ПВ_{об} = 1,2 \times (7651 + 765,1 + 612 + 153) = 11017,3 \text{ тис.грн}$$

Враховуючи загальну площу виробничої будівлі 1620 м² інвестиції на будівництво становлять:

$$ПВ_{буд} = 1620 \times 7000 \times 1,2 / 1000 = 13608 \text{ тис.грн}$$

Комбікормовому заводу знадобляться оборотні кошти. Обсяг оборотних коштів визначають за формулою:

$$ОК = ОВ \times T_{об} / 360,$$

де ОК – оборотні кошти підприємства;

ОВ – обсяг виробництва продукції за рік;

T_{об} – тривалість 1 обороту оборотних коштів (40 днів).

$$ОК = 637170,1 \times 40 / 360 = 70796,7 \text{ тис.грн.}$$

$$I = 11017,3 + 13608 + 70796,7 = 95422 \text{ тис.грн}$$

6.2 Розрахунок виробничої програми

Розрахунок виробничої програми комбікормового заводу представимо у вигляді табл. 6.2.1 та табл. 6.2.2.

Таблиця 6.2.1 – Розрахунок планового обсягу виробництва підприємства

Показники	Значення
Виробнича потужність підприємства, т/добу	200
Плановий фонд робочого часу підприємства, діб	260
Коефіцієнт використання виробничої потужності	0,8
Плановий обсяг виробництва к/к на рік, тис.т	41,6

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
ПК-1-8	20	8320
ПК-9-17	25	10400
ПК-41-45	25	10400
ПК-50-1	15	6240
ПК-50-2	15	6240
Всього	100	41600

6.3 Розрахунок собівартості продукції

Матеріальні витрати

Витрати на сировину та матеріали

Для кожного виду продукції розраховано калькуляцію витрат на сировину.

Таблиця 6.3.1 – Витрати на сировину на 1 т рецепту ПК-1-8

Компоненти	Вміст, %	Ціна 1 т інгредієнту, грн	Вартість інгредієнту	
			в 1 т комбікорму, грн	у загальному обсязі виробництва комбікорму, тис.грн
Кукурудза	38	8550	3249	27031,7
Пшениця	20	8850	1770	14726,4
Шрот соєвий	22,8	17000	3876	32248,3
Макуха соняшникова	11,4	7700	877,8	7303,3
Борошно м'ясо-кісткове	3,29	34000	1118,6	9306,8
Крейда кормова	1,87	4500	84,15	700,1
Монокальційфосфат	0,83	16000	132,8	1104,9
Сіль поварена	0,31	20000	62	515,8
Монохлорідрат лізину	0,25	100000	250	2080
DL-метіонін	0,18	170000	306	2545,9
Холін-хлорид	0,05	90000	45	374,4
Треонін	0,02	95000	19	158,1
Премікс	1	32000	320	2662,4
Всього	100		12110,4	100758,5

Таблиця 6.3.2 – Витрати на сировину на 1 т рецепту ПК-9-17

Компоненти	Вміст, %	Ціна 1 т інгредієнту, грн	Вартість інгредієнту	
			в 1 т комбікорму, грн	у загальному обсязі виробництва комбікорму, тис.грн
Кукурудза	31,19	8550	2666,8	27734,7
Пшениця	20	8850	1770	18408
Висівки пшеничні	10	3500	350	3640
Шрот соєвий	14,3	17000	2431	25282,4
Макуха соняшникова	15,1	7700	1162,7	12092,1
Крейда кормова	1,82	4500	81,9	851,8
Монокальційфосфат	0,62	16000	99,2	1031,7
Сіль поварена	0,31	20000	62	644,8
Монохлорідрат лізину	0,6	100000	600	6240
DL-метіонін	0,29	170000	493	5127,2

Продовження табл. 6.3.2

Компоненти	Вміст, %	Ціна 1 т інгредієнту, грн	Вартість інгредієнту	
			в 1 т комбікорму, грн	у загальному обсязі виробництва комбікорму, тис.грн
Холін-хлорид	0,04	90000	36	374,4
Треонін	0,12	95000	114	1185,6
Премікс	1	32000	320	3328
Всього	100		10186,6	105940,6

Таблиця 6.3.3 – Витрати на сировину на 1 т рецепту ПК-41-45

Компоненти	Вміст, %	Ціна 1 т інгредієнту, грн	Вартість інгредієнту	
			в 1 т комбікорму, грн	у загальному обсязі виробництва комбікорму, тис.грн
Кукурудза	22,83	8550	1952	20300,8
Пшениця	20	8850	1770	18408
Висівки пшеничні	20	3500	700	7280
Шрот соєвий	3,6	17000	612	6364,8
Макуха соняшникова	26,8	7700	2063,6	21461,4
Борошно м'ясо-кісткове	2,67	34000	907,8	9441,1
Крейда кормова	1,4	4500	63	655,2
Монокальційфосфат	0,26	16000	41,6	432,6
Сіль поварена	0,2	20000	40	416
Монохлоргідрат лізину	0,8	100000	800	8320
DL-метіонін	0,24	170000	408	4243,2
Холін-хлорид	0,03	90000	27	280,8
Треонін	0,17	95000	161,5	1679,6
Премікс	1	32000	320	3328
Всього	100		9866,5	102611,6

Таблиця 6.3.4 – Витрати на сировину на 1 т рецепту ПК-50-1

Компоненти	Вміст, %	Ціна 1 т інгредієнту, грн	Вартість інгредієнту	
			в 1 т комбікорму, грн	у загальному обсязі виробництва комбікорму, тис.грн
Пшениця	36,12	8850	3196,6	19946,8
Ячмінь без плівок	3,5	6000	210	1310,4
Кукурудза	18,5	8550	1581,8	9870,4
Висівки пшеничні	9,7	3500	339,5	2118,5
Шрот соєвий	15,66	17000	2662,2	16612,1
Шрот соняшниковий	8,9	11500	1023,5	6386,6

Продовження табл. 6.3.4

Компоненти	Вміст, %	Ціна 1 т інгредієнту, грн	Вартість інгредієнту	
			в 1 т комбікорму, грн	у загальному обсязі виробництва комбікорму, тис.грн
Борошно м'ясо-кісткове	4,5	34000	1530	9547,2
Крейда кормова	1,59	4500	71,55	446,5
Сіль поварена	0,3	20000	60	374,4
Монохлоргідрат лізину	0,15	100000	150	936
DL-метіонін	0,08	170000	136	848,6
Премікс	1	35000	350	2184
Всього	100		11311,2	70581,9

Таблиця 6.3.5 – Витрати на сировину на 1 т рецепту ПК-50-2

Компоненти	Вміст, %	Ціна 1 т інгредієнту, грн	Вартість інгредієнту	
			в 1 т комбікорму, грн	у загальному обсязі виробництва комбікорму, тис.грн
Пшениця	29	8850	2566,5	16015
Ячмінь без плівок	5,5	6000	330	2059,2
Кукурудза	19,18	8550	1639,9	10233
Висівки пшеничні	11	3500	385	2402,4
Шрот соєвий	20	17000	3400	21216
Шрот соняшниковий	10,58	11500	1216,7	7592,2
Борошно м'ясо-кісткове	4,5	34000	1530	9547,2
Крейда кормова	1,68	4500	75,6	471,7
Сіль поварена	1,8	20000	360	2246,4
Монохлоргідрат лізину	0,25	100000	250	1560
DL-метіонін	0,08	170000	136	848,6
Премікс	1	35000	350	2184
Всього	100		12239,7	76375,7

Загальні витрати на сировину представлені у таблиці 6.3.6.

Таблиця 6.3.6 – Розрахунок загальних витрат на сировину

Вид продукції	Обсяг виробництва, т	Витрати на сировину на 1 т	Загальні витрати на сировину
ПК-1-8	8320	12110,4	100758,5
ПК-9-17	10400	10186,6	105940,6
ПК-41-45	10400	9866,5	102611,6
ПК-50-1	6240	11311,2	70581,9
ПК-50-2	6240	12239,7	76375,7
Всього	41600		456268,3

Додаткові витрати на паливо й енергію

Витрати на енергію:

$$V_{\text{ел}} = P_{\text{ел.дв}} \times \text{РП}_i \times T_p \times T_{\text{ел}},$$

де $P_{\text{ел.дв}}$ – потужність електродвигунів обладнання, кВт;

РП_i – річний період роботи заводу в днях;

T_p – середня тривалість роботи заводу за добу;

T – тариф за 1 кВт×год електроенергії.

$$V_{\text{ел}} = 525 \times 260 \times 24 \times 3,05 / 1000 = 9991,8 \text{ тис.грн}$$

Таблиця 6.3.7 – Розрахунок додаткової вартості палива для гранульованих комбікормів

Показники	Значення
Річний обсяг виробництва гранульованого комбікорму, тис.т	41,6
Норма витрачання умовного палива на 1 т комбікорму, кг	12
Річна потреба в умовному паливі, т	499,2
Вид натурального палива	Газ
Коефіцієнт переведу умовного палива в натуральне	0,88
Річна потреба в натуральному паливі, т (або куб. м)	439,3
Вартість 1 тонни (або 1 куб. м) натурального палива, грн	8200
Вартість річної потреби натурального палива, тис.грн	3602,3

Загальні витрати на паливо та енергію:

$$V_{\text{пе}} = 9991,8 + 3602,3 = 13594,1 \text{ тис.грн}$$

Загальні матеріальні витрати:

$$MВ = V_{\text{сир}} + V_{\text{мат}} + V_{\text{пе}}$$

$$MВ = 456268,3 + 13594,1 = 469862,4 \text{ тис.грн}$$

Витрати на оплату праці

Таблиця 6.3.8 – Розрахунок витрат на оплату праці на 1 зміну

Склад виробничої зміни	Кількість	Розряд	Годинна тарифна ставка, грн	Фонд робочого часу, год/рік	Фонд оплати праці, грн/рік
Начальник зміни	1	6	43,76	2080	91020,8
Оператор	1	5	39,08	2080	81286,4
Вантажник	1	2	24,34	2080	50627,2
Технолог	1	5	39,08	2080	81286,4

Продовження табл. 6.3.8

Склад виробничої зміни	Кількість	Розряд	Годинна тарифна ставка, грн	Фонд робочого часу, год/рік	Фонд оплати праці, грн/рік
Електрик	1	4	33,93	2080	70574,4
Усього основна зарплатня	5				374795,2
Додаткова зарплатня (20 %)					74959
Всього основна і додаткова заробітна платня, грн					449754,2

Кількість змін – 2

Чисельність виробничого персоналу: $5 \times 2 = 10$ осіб

Чисельність невиробничого персоналу: $10 \times 0,3 = 3$ особи

Загальна чисельність персоналу – 13 осіб

При середній заробітній платі одного працівника невиробничого персоналу у 20000 грн, фонд оплати праці невиробничого персоналу складе:

$$3 \text{ос.} \times 20000 \text{грн.} \times 8,5 \text{міс.} / 1000 = 510 \text{ тис. грн.}$$

Загальні річні витрати на оплату праці складають:

$$V_{\text{оп}} = 899,5 + 510 = 1409,5 \text{ тис. грн}$$

Відрахування до єдиного соціального внеску

Відрахування до єдиного соціального внеску необхідно визначити, використовуючи встановлені ставки відрахувань (22 %):

$$V_{\text{св}} = 1409,5 \times 0,22 = 310,1 \text{ тис. грн}$$

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:

$$\Delta A_{\text{буд(обл)}} = (\text{ПВ}_{\text{буд(обл)}} - \text{БВ}_{\text{буд(обл)}}) \times N_{\text{а}} / 100,$$

де $\text{ПВ}_{\text{буд}}$ та $\text{ПВ}_{\text{обл}}$ – первісна вартість встановлених будівель, споруд та впроваджуваного обладнання;

$\text{БВ}_{\text{буд}}$ та $\text{БВ}_{\text{обл}}$ – балансова (залишкова) вартість демонтованих будівель, споруд та обладнання тощо;

H_a – норма річних амортизаційних відрахувань для основних засобів групи 1, до складу якої входять будівлі та споруди ($H_a = 5 \%$); для технологічного обладнання ($H_a = 20 \%$).

$$A_{\text{обл.}} = 11017,3/1,2 \times 0,2 = 2754,3 \text{ тис. грн}$$

$$A_{\text{буд.}} = 13608/1,2 \times 0,05 = 567 \text{ тис. грн}$$

$$A_{\text{заг}} = 2754,3 + 567 = 3321,3 \text{ тис. грн}$$

Відрахування на ремонт будівель, споруд ($PM_{\text{буд}}$) та обладнання ($PM_{\text{обл}}$) необхідно визначити у розмірі 10...20 % від вартості будівель, споруд та обладнання відповідно:

$$PM_{\text{обл.}} = 11017,3 \times 0,2 = 2203,5 \text{ тис. грн.}$$

$$PM_{\text{буд.}} = 13608 \times 0,2 = 2721,6 \text{ тис. грн.}$$

$$PM_{\text{заг}} = 2203,5 + 2721,6 = 4925,1 \text{ тис. грн.}$$

Загальні витрати за статтею «Амортизація» складають:

$$A = 3321,3 + 4925,1 = 8246,4 \text{ тис. грн.}$$

Додаткові інші витрати

Інші витрати можна прийняти на рівні 5 % від матеріальних витрат підприємства

$$V_{\text{інші}} = 469862,4 \times 0,05 = 23493,1 \text{ тис. грн}$$

Таблиця 6.3.9 – Розрахунок виробничих витрат підприємства

Елементи економічних витрат	Сума витрат, тис.грн	
	Всього, тис.грн	на 1 т, грн
Матеріальні витрати	469862,4	11294,8
в тому числі: сировина та матеріали	456268,3	10968
паливо та енергія	13594,1	326,8
Витрати на оплату праці	1409,5	33,9
Відрахування до єдиного соціального внеску	310,1	7,5
Амортизація основних засобів	8246,4	198,2
Інші витрати	23493,1	564,7
Всього витрат (собівартість виробленої продукції)	503321,5	12099,1

Розрахуємо повну собівартість окремих видів продукції (табл. 6.3.10).

Таблиця 6.3.10 – 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-1-8	8320	12110,4	100758,5	10227,9	1229,3	13339,7
ПК-9-17	10400	10186,6	105940,6	10753,9	1034	11220,6
ПК-41-45	10400	9866,5	102611,6	10416	1001,5	10868
ПК-50-1	6240	11311,2	70581,9	7164,7	1148,2	12459,4
ПК-50-2	6240	12239,7	76375,7	7752,8	1242,4	13482,1
Всього	41600		456268,3	46315,2		

6.4 Розрахунок річного обсягу реалізованої продукції та прибутку від реалізації продукції

Рівень рентабельності по кожному виду продукції приймаємо в межах 20...50 %, 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 продукції	Обсяг виробництва, т	Собівартість 1 т, грн	Рентабельність, %	Ціна 1 т, грн	Собівартість виробництва продукції, тис. грн	Обсяг виробництва, тис. грн	Прибуток, тис. грн
ПК-1-8	8320	13339,7	30	17341,6	110986,3	144282,1	33295,8
ПК-9-17	10400	11220,6	30	14586,8	116694,2	151702,7	34738,5
ПК-41-45	10400	10868	30	14128,4	113027,2	146935,4	33908,2
ПК-50-1	6240	12459,4	20	14951,3	77746,7	93296,1	15549,4
ПК-50-2	6240	13482,1	20	16178,5	84128,3	100953,8	16825,5
Всього	41600				503321,5	637170,1	133848,6

6.5 Оцінка економічної ефективності

Прибуток від реалізації продукції розраховують як різницю між виручкою від реалізації продукції та повною її собівартістю.

Таблиця 6.5.1 – Вихідні дані для оцінки економічної ефективності

Показники	Значення
Річний обсяг реалізованої продукції, тис.грн	637170,1
Повна собівартість річного обсягу реалізованої продукції, тис.грн	503321,5
Прибуток від реалізації продукції, тис.грн	133848,6
Чистий прибуток підприємства, тис.грн	109755,9
Амортизація основних засобів, нематеріальних активів та інших позаоборотних активів, тис.грн	3321,3
Сума інвестицій у будівництво, тис.грн	95422

Оцінку економічної ефективності інвестицій в будівництво комбікормового заводу здійснюють за допомогою показника строку окупності інвестицій (Т).

Строк їх окупності можна розрахувати за формулою:

$$T = I / (\text{ЧП} + A)$$

де ЧП – чистий прибуток заводу;

A – сума амортизаційних відрахувань.

Власними коштами заводу для інвестування будівництва може бути сума чистого прибутку та річної суми амортизації основних засобів.

$$T = 95422 / (109755,9 + 3321,3) = 0,84 \text{ (рік)}$$

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, тис.грн	95422						
ЧП		109755,9	109755,9	109755,9	109755,9	109755,9	
A		3321,3	3321,3	3321,3	3321,3	3321,3	
МД		113077,2	113077,2	113077,2	113077,2	113077,2	565386
d (20%)		0,8333	0,6944	0,5787	0,4823	0,4019	
ЧПД		94227,2	78520,8	65437,8	54537,1	45445,7	338168,6
NPV	242746,6						
ЧПД накопленням підсумком	-95422	-1194,8	77326	142763,8	197300,9	242746,6	

Чиста нинішня вартість (NPV) – різниця між поточною вартістю результатів і поточною вартістю витрат за проектом. Якщо $NPV > 0$, то проект можна рекомендувати до реалізації, якщо $NPV < 0$ – проект збитковий.

$$NPV = \sum \text{ЧПД} - I$$

$$NPV = 338168,6 - 95422 = 242746,6 \text{ тис. грн.}$$

$$T_{\text{ок д}} = 2 + 1194,8 / 77326 = 2,02 \text{ роки}$$

Дисконтований строк окупності менше 4 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
Річний обсяг виробництва комбікормів у натуральному виразі, тис.т	41,6
Реалізована (вироблена) продукція, тис.грн	637170,1
Повна собівартість продукції, тис.грн	503321,5
Прибуток від реалізації продукції, тис.грн	133848,6
Витрати на 1 грн виробленої продукції, грн	0,79
Середньооблікова чисельність персоналу за основною діяльністю, осіб	13
Продуктивність праці, тис.грн/особу	49013,1
Річна виробнича потужність, тис.т	52

Продовження табл. 6.5.3

Показники	Значення
Коефіцієнт використання виробничої потужності	0,8
Середня оптова ціна за 1 тону комбікорму (без ПДВ), грн	15316,6
Строк окупності будівництва, років	0,84
NPV, тис. грн	242746,6
Строк окупності дисконтований, років	2,02

Висновки: Результати розрахунків свідчать, що на будівництво комбікормового заводу потужністю 41,6 тис.т у рік, необхідні інвестиції у розмірі 95,4 млн грн, які окупяться за 2,02 роки. Щорічний прибуток від реалізації складатиме 133,8 млн грн, витрати на 1 гривню дорівнюватиме 80 копійок. Середня оптова ціна за 1 тону комбікорму без ПДВ дорівнюватиме 15,3 тис. грн (з ПДВ – 18,4), що є конкурентоспроможною ціною. Все це свідчить про економічну доцільність та господарську необхідність впровадження розробленого нами проєкта.

Висновки та технічні пропозиції

Розглянуто шляхи підвищення енергоефективності комбікормових підприємств.

Розроблено рецепти повнораціонних комбікормів для бройлерів і поросят, які відповідають нормам годівлі і обмеженням по введенню компонентів комбікормів.

Розроблена схема технологічного процесу виробництва комбікормів, яка включає:

- лінію луцення зерна ячменю;
- лінію підготовки порції зернової, мучнистої сировини та шротів;
- лінію підготовки порції білкової та мінеральної сировини;
- лінію підготовки порції макро- та мікрокомпонентів;
- лінію змішування;
- лінію гранулювання.

Виробничий процес організований на п'яти поверхах виробничого корпусу. Проектна продуктивність заводу 200 т/добу при виробництві повнораціонних комбікормів. Встановлена порційна технологія виробництва 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.

При проектуванні комбікормового заводу дотримувались всіх правил і вимог з охорони праці.

Для забезпечення чистоти повітря, протипожежних та противибухових функцій для аспірації встановили сучасні локальні фільтри.

За рахунок проведення заходів з економії електроенергії: відключення одного із трансформаторів; заміни освітлення з лампами розжарювання на люмінесцентні лампи.

На будівництво комбікормового заводу потужністю 41,6 тис.т у рік, необхідні інвестиції у розмірі 95,4 млн грн, які окупяться за 2 роки. Щорічний прибуток від реалізації складатиме 134,6 млн грн. Все це свідчить про економічну доцільність та господарську необхідність впровадження розробленого нами проєкта.

Список літератури

1. Петрига О.М., Яворська Т.І., Прус Ю.О. Економіка аграрного підприємства: навчальний посібник. Мелітополь: Вид-во Мелітопольська типографія «Люкс», 2016. 498 с.
2. Сироватко К.М., Зотько М.О. Технологія кормів та кормових добавок: навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2020. 263 с.
3. Маковей Ю. Солодко й смачно – як годувати свиней ефективно і вигідно. Kurkul.com. 2023. URL: <https://kurkul.com/spetsproekty/1507-solodko-y-smachno--yak-goduvati-sviney-efektivno-i-vigidno>
4. Вишницька С.В., Зозульов О.В. Стан та тенденції розвитку вітчизняного ринку комбікормів та біологічних мінерально-вітамінних добавок. «Економічний вісник НТУУ "Київський політехнічний інститут"». 2023. №26. С.102-108.
5. Ринок комбікорму в Україні: актуальна інформація про сферу бізнесу. Pro-Consulting. 2024. URL: <https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/rynok-kombikorma-v-ukraine-aktualnaya-informaciya-o-sfere-biznesa>
6. За 9 місяців 2023 виробництво м'яса населенням скоротилося на 10%. 2023. URL: <https://skilky-skilky.info/za-9-misiatsiv-2023-vyrobnytstvo-m-iasa-naselenniam-skorotylosia-na-10/>
7. Запащук Л.В. Енергозбереження як напрям підвищення ефективності виробничої діяльності. Економіка і суспільство. 2017. Випуск # 9. С.428-434.
8. Радзиховський А. Енергозбереження виробництва корму. Agro Times. 2016. URL: <https://agrotimes.ua/article/energozberezhennya-virobnictva-kormu/>
9. Dijkink, B.H., & Langelaan, H.C. (2002). "Energy savings by improving feed conditioning in the compound feed industry." *Applied Engineering in Agriculture*, 18(1), 85-91.
10. Singh, R.K., & Heldman, D.R. (2009). "Introduction to Food Engineering: Energy efficiency in feed manufacturing." *Food Engineering Reviews*, 1(1), 3-23.
11. Lacey, R.E., & Aalhus, J.L. (2005). "Energy efficiency in feed manufacturing." *Agriculture and Agri-Food Canada*. Available online: *Agriculture and Agri-Food Canada*
12. Behnke, K.C. (1994). "Factors affecting energy efficiency in feed mills." *Kansas State University Extension*. Available online: *K-State Research and Extension*

13. Єгоров Б.В. Технологія виробництва комбікормів. Одеса: Друкарський дім, 2011. 448 с.
14. Кукурудза. URL: https://pidru4niki.com/1171080362351/tovarovnavstvo/ku_kurudza
15. Варибок К. Озимий ячмінь забезпечує найвищу якість комбікорму. AgroTimes. 2019. URL: <https://agrotimes.ua/tvarinnitstvo/ozymuj-yachmin-zabezpechuye-najvyshhu-yakist-kombikormu/>
16. Висівки пшеничні. URL: https://polikorm.com.ua/catalog/feed-mixtures-and-compound/feed-mixtures-and-compound_202.html
17. Шрот соєвий: корисні властивості, застосування і зберігання. URL: <https://belvet.ua/ua/shrot-soevyy/>
18. М'ясо-кісткове борошно. URL: https://senda.com.ua/products/korma_zhivotnogo_proishozhdeniya/myasokostnaya_muka.html?lang=ua
19. Сіль у раціоні тварин. URL: <https://evrofermer.com.ua/ua/a393612-sol-ratsione-zhivotnyh.html>
20. Крейда кормова насипом та мішки по 20 кг. URL: <https://rekte.com.ua/kreyda-kormova>
21. L-лізин моногідрохлорид, 98,5%. URL: https://agroforward.com.ua/product/l-lzin-monogdrohlorid-985_8d/
22. <https://budprom.in.ua/uk/articles/osobennosti-processa-granulirovaniya-kombikormov-na-proizvodstve>
23. Кощенко О.М., Неділько Т.М., Шейко К.В. Особливості використання спеціалізованих комп'ютерних програм для розрахунку оптимальної рецептури комбікормів. ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. 2008. Том 10. №1(36). Ч. 1. С. 202-207.
24. Єгоров Б.В., Кочетова А.О., Величко Т.О. Контроль якості та безпека продукції в галузі (комбікормова галузь). Херсон: Олді-плюс, 2013. 446 с.
25. Thomas, M., van Zuilichem, D.J., & van der Poel, A.F.B. (1997). "Physical quality of pelleted animal feed. 1. Criteria for pellet quality." *Animal Feed Science and Technology*, 61(1-4), 89-112.
26. Stark, C.R. (2009). "Application of process control in the feed manufacturing industry." *International Poultry Scientific Forum*. Atlanta, Georgia.

27. Коломоєць Д. Ключовий елемент технології. The Ukrainian Farmer. 2023. URL: <https://agrotimes.ua/article/aspiracziya-na-elevatori-klyuchovyj-element-tehnologiyi/>
28. Гапонюк О.І., Дмитрук Є.А., Квітинський В.І., Гоф О.Н., Опря Н.М. Правила проектування та налагодження аспіраційних і пневмотранспортних установок підприємств по збереженню та переробці зерна. Зернова столиця, Одеса-Київ. 2014. с.130.
29. Монтік П.М., Штепа Є.П. Методичні вказівки до виконання розділу дипломного проекту «Енергозабезпечення та енергозбереження». Одеса: ОНХТ, 2008. 15 с.
30. Монтік П.М. Електротехніка та електромеханіка. Навчальний посібник. Львів: "Новий світ-2000", 2007. 500 с.
31. Brown, N., & Baxter, G. (2003). "Occupational Safety and Health in the Animal Feed Industry." Proceedings of the World Conference on Safety in Agriculture. Saskatoon, Canada.
32. Brown, N., & Baxter, G. (2003). "Occupational Safety and Health in the Animal Feed Industry." Proceedings of the World Conference on Safety in Agriculture. Saskatoon, Canada.
33. Ярема Л.В., Загора О.І. Економічний потенціал сільського господарства Тернопільської області та можливості його ефективного використання. Науковий вісник Ужгородського національного університету. 2018. Випуск 17. Частина 2. С. 153-157.
34. Сільське, лісове та рибне господарство. Державна служба статистики України Головне управління статистики у Тернопільській області. 2024. URL: <https://www.te.ukrstat.gov.ua/statinfoSG.html>
35. Довідка про стан використання земель сільськогосподарського призначення. Тернопільська обласна рада. <https://tor.gov.ua/list/?type=view&id=3539#:~:text=Земельний%20фонд%20Тернопільської%20області%20складає,високий%20рівень%20сільськогосподарського%20освоєння%20земель.>

Додаток А

РЕЦЕПТ ПОВНОРАЦІОННОГО КОМБІКОРМУ № ПК-1-8 ДЛЯ БРОЙЛЕРІВ 1-8 ДНІВ

Вироблення: 1 т.

ДСТУ 4120-2002

Вид комбікорму: КРУПКА

Склад	У рецепті
КУКУРУДЗА	38,00 %
ПШЕНИЦЯ	20,00 %
ШРОТ СОЄВИЙ СП 46%	22,80 %
МАКУХА СОНЯШНИКОВА	11,40 %
БОРОШНО М'ЯСО-КІСТКОВЕ СП 46%	3,29 %
КРЕЙДА КОРМОВА	1,87 %
МОНОКАЛЬЦІЙФОСФАТ	0,83 %
СІЛЬ КУХОННА	0,31 %
МОНОХЛОРИДРАТ ЛІЗИНУ 98%	0,25 %
DL-МЕТІОНІН 98,5%	0,18 %
ХОЛІН-ХЛОРИД	0,05 %
ТРЕОНІН	0,02 %
П1-1 КУРИ-НЕСУЧКИ ЯЄЧНИХ КРОСІВ	1,00 %

Показники якості

Найменування	Од.вим.	Розрахунок	Мін.	Макс.
ОБМІННА ЕНЕРГІЯ ПТИЦІ	ккал/100г	205	205	
СИРИЙ ПРОТЕЇН	%	20,49	20,00	22,00
СИРА КЛІТКОВИНА	%	3,99		5,00
ЛІЗИН	%	1,12	1,00	1,30
МЕТІОНІН+ЦИСТИН	%	0,83	0,75	0,82
СА	%	1,10	1,10	3,50
Р	%	0,66	0,60	0,70
Na	%	0,17	0,10	0,20

**РЕЦЕПТ ПОВНОРАЦІОННОГО КОМБІКОРМУ № ПК-9-17
ДЛЯ БРОЙЛЕРІВ 9-17 ДНІВ**

Вироблення: 1 т.

ДСТУ 4120-2002

Вид комбікорму: КРУПКА

Склад	У рецепті
КУКУРУДЗА	31,19 %
ПШЕНИЦЯ	20,00 %
ВИСІВКИ ПШЕНИЧНІ	10,00 %
ШРОТ СОЄВИЙ СП 46%	14,30 %
МАКУХА СОНЯШНИКОВА	15,10 %
БОРОШНО М'ЯСО-КІСТКОВЕ СП 46%	4,61 %
КРЕЙДА КОРМОВА	1,82 %
МОНОКАЛЬЦІЙФОСФАТ	0,62 %
СІЛЬ КУХОННА	0,31 %
МОНОХЛОРИДРАТ ЛІЗИНУ 98%	0,60 %
DL-МЕТІОНІН 98,5%	0,29 %
ХОЛІН-ХЛОРИД	0,04 %
ТРЕОНІН	0,12 %
П1-1 КУРИ-НЕСУЧКИ ЯЄЧНИХ КРОСІВ	1,00 %

Показники якості

Найменування	Од.вим.	Розрахунок	Мін.	Макс.
ОБМІННА ЕНЕРГІЯ ПТИЦІ	ккал/100г	288	265	
СИРИЙ ПРОТЕЇН	%	19,02	19,00	19,00
СИРА КЛІТКОВИНА	%	4,25		5,50
ЛІЗИН	%	1,15	0,80	1,20
МЕТІОНІН+ЦИСТИН	%	0,89	0,60	0,90
СА	%	1,00	1,00	3,00
Р	%	0,62	0,60	0,80
Na	%	0,17	0,10	0,20

**РЕЦЕПТ ПОВНОРАЦІОННОГО КОМБІКОРМУ № ПК-41-45
ДЛЯ БРОЙЛЕРІВ 41-45 ДНІВ**

Вироблення: 1 т.

ДСТУ 4120-2002

Вид комбікорму: КРУПКА

Склад	У рецепті
КУКУРУДЗА	22,83 %
ПШЕНИЦЯ	20,00 %
ВИСІВКИ ПШЕНИЧНІ	20,00 %
ШРОТ СОЄВИЙ СП 46%	3,60 %
МАКУХА СОНЯШНИКОВА	26,80 %
БОРОШНО М'ЯСО-КІСТКОВЕ СП 46%	2,67 %
КРЕЙДА КОРМОВА	1,40 %
МОНОКАЛЬЦІЙФОСФАТ	0,26 %
СІЛЬ КУХОННА	0,20 %
МОНОХЛОРИДРАТ ЛІЗИНУ 98%	0,80 %
DL-МЕТІОНІН 98,5%	0,24 %
ХОЛІН-ХЛОРИД	0,03 %
ТРЕОНІН	0,17 %
П1-1 КУРИ-НЕСУЧКИ ЯЄЧНИХ КРОСІВ	1,00 %

Показники якості

Найменування	Од.вим.	Розрахунок	Мін.	Макс.
ОБМІННА ЕНЕРГІЯ ПТИЦІ	ккал/100г	294	265	
СИРИЙ ПРОТЕЇН	%	16,99	16,00	19,00
СИРА КЛІТКОВИНА	%	5,49		5,50
ЛІЗИН	%	1,03	0,80	1,20
МЕТІОНІН+ЦИСТИН	%	0,83	0,60	0,90
Са	%	0,84	1,00	3,00
Р	%	0,57	0,60	0,80
Na	%	0,14	0,10	0,20

**РЕЦЕПТ ПОВНОРАЦІОННОГО КОМБІКОРМУ № ПК-50-1
ДЛЯ ПОРОСЯТ У ВІЦІ 9-42 ДНІ**

Вироблення: 1 т.

ДСТУ 4124-2002

Вид комбікорму: КРУПКА

Склад	У рецепті
ПШЕНИЦЯ	36,12 %
ЯЧМІНЬ БЕЗ ПЛІВОК	3,50 %
КУКУРУЛЗА	18,50 %
ВИСІВКИ ПШЕНИЧНІ	9,70 %
ШРОТ СОЄВИЙ СП 46%	15,66 %
ШРОТ СОНЯШНИКОВИЙ СП 43%, СК 13%	8,90 %
БОРОШНО М'ЯСО-КІСТКОВЕ СП 46%	4,50 %
МОНОХЛОРИДРАТ ЛІЗИНУ 98%	0,15 %
DL-МЕТІОНІН 98,5%	0,08 %
СІЛЬ КУХОННА	0,30 %
КРЕЙДА КОРМОВА	1,59 %
П51-1 ПОРОСЯТА ДО 4 МІС. ВІКУ	1,00 %

Показники якості

Найменування	Од.вим.	Розрахунок	Мін.	Макс.
ОБМІННА ЕНЕРГІЯ СВИНЕЙ	МДж/кг	12,5	11,1	13,3
КОРМОВІ ОДИНИЦІ	в 100 кг.	113	110	
СИРИЙ ПРОТЕЇН	%	22,00	22,00	
СИРА КЛІТКОВИНА	%	3,50		3,50
ЛІЗИН	%	1,10	1,10	
МЕТІОНІН+ЦИСТИН	%	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**

Вироблення: 1 т.

ДСТУ 4124-2002

Вид комбікорму: КРУПКА

Склад	У рецепті
ПШЕНИЦЯ	29,00 %
ЯЧМІНЬ БЕЗ ПЛІВОК	5,50 %
КУКУРУДЗА	19,18 %
ВИСІВКИ ПШЕНИЧНІ	11,00 %
ШРОТ СОЄВИЙ СП 46%	20,00 %
ШРОТ СОНЯШНИКОВИЙ СП 43%, СК 13%	10,58 %
МОНОХЛОРИДРАТ ЛІЗИНУ 98%	0,01 %
DL-МЕТІОНІН 98,5%	0,25 %
СІЛЬ КУХОННА	1,80 %
КРЕЙДА КОРМОВА	1,68 %
П51-1 ПОРОСЯТА ДО 4 МІС. ВІКУ	1,00 %

Показники якості

Найменування	Од.вим.	Розрахунок	Мін.	Макс.
ОБМІННА ЕНЕРГІЯ СВИНЕЙ	МДж/кг	12,8	11,1	
КОРМОВІ ОДИНИЦІ	в 100 кг.	115	115	
СИРИЙ ПРОТЕЇН	%	18,00	18,00	
СИРА КЛІТКОВИНА	%	3,72		4,50
ЛІЗИН	%	0,90	0,90	
МЕТІОНІН+ЦИСТИН	%	0,60	0,60	
СА	%	1,00	1,00	1,30
P	%	0,80	0,80	1,00
NaCl	%	0,34	0,30	0,90