

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



ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
на тему Науково-технічні основи гранулювання висівок пшеничних
на комбікормових заводах

Здобувача Окула Олексія Вікторовича
2 курсу ТЗХ-64а групи

Керівник д.т.н., доц. Макаринська А.В.

Консультант д.е.н., проф. Басюркіна Н.Й.

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	Магістр
Спеціальність	181 «Харчові технології»
Освітньо-професійна програма	«Технології зберігання і переробки зерна»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Макаринська

Алла Василівна

« 23 » жовтня 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Окула Олексія Вікторовича

1. Тема роботи Науково-технічні основи гранулювання висівків пшеничних на комбікормових заводах

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, обґрунтування використання пшеничних висівків при виробництві комбікормів, загальна методика досліджень, експериментальне обґрунтування технології гранулювання пшеничних висівків, технологічна частина (характеристика сировини, розрахунок рецептів комбікормової продукції на ЕОМ, аналіз і обґрунтування схеми технологічного процесу з технічними пропозиціями, розрахунок ємності складів для зберігання сировини, комбікормової продукції, розрахунок технологічного, транспортного обладнання, ємності оперативних бункерів, проектування внутрішньоцехової комунікації, технохімічний та технологічний контроль виробництва), охорона праці, техніко-економічні показники.

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

Схема технологічного процесу (б/м) – 1 аркуш

Плани поверхів (М 1:50) – 4 аркуша

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

Наукові дані – 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.		
Охорона праці	Макаринська А.В., доц., д.т.н.		

7. Дата видачі завдання 23 жовтня 2023 р.

Керівник _____ Макаринська А.В.

Завдання прийняв до виконання _____ Окул О.В.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Техніко-економічне обґрунтування	14.03.2024 – 20.03.2024	
2.	Науково-дослідна частина	21.03.2024– 05.04.2024	
3.	Технологічна частина	06.04.2024 – 15.04.2024	
4.	Вибір розташування обладнання, комунікація.	16.04.2024 – 30.05.2024	
5.	Технохімічний та технологічний контроль виробництва	01.05.2024 – 03.05.2024	
6.	Графічне виконання проекту	04.05.2024 – 21.05.2024	
7.	Техніко-економічні показники	22.05.2024 – 02.06.2024	
8.	Затвердження роботи	03.06.2024 – 16.06.2024	
9.	Захист проекту	17.06.2024 – 20.06.2024	

Здобувач – дипломник _____ Окул О.В.

Керівник роботи _____ Макаринська А.В.

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

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

Здобувач – дипломник Окул О.В. _____

Анотація

Тема кваліфікаційної роботи: Науково-технічні основи гранулювання висівків пшеничних на комбикормових заводах.

Мета кваліфікаційної роботи: Розробка технології виробництва гранульованих пшеничних висівків для подовження термінів зберігання, зменшення ємностей під зберігання, зниження пилоутворення та покращення зручності транспортування.

Кваліфікаційна робота включає сім розділів. У першому розділі проведено техніко-економічне обґрунтування. У другому розділі обґрунтовано використання пшеничних висівків при виробництві комбикормів. У третьому розділі наведені загальна методика, об'єкт і методи дослідження.

У четвертому розділі експериментально обґрунтовано технологію гранулювання пшеничних висівків. У п'ятому розділі розглянута характеристика сировини; представлено розрахунок рецептів комбикормової продукції за допомогою ЕОМ; проведено аналіз схеми технологічного процесу виробництва комбикормів; проведений розрахунок ємності складів для зберігання сировини, готової продукції; технологічного обладнання; ємності оперативних бункерів; транспортного обладнання; представлена внутрішньоцехова комунікація; розглянуто технохімічний та технологічний контроль виробництва. У шостому розділі представлені вимоги охорони праці. У сьомому розділі розраховано техніко-економічні показники.

Кваліфікаційна робота оформлена в двох частинах:

- 1) пояснювальна записка, яка викладена на 83 аркушах друкованого тексту, містить 29 таблиць, 4 рисунків, список літератури включає 23 найменування;
- 2) графічна, представлена на дев'яти аркушах формату А1: схема технологічного процесу виробництва комбикормової продукції – 1 аркуш (б/м), плани поверхів – 4 аркуша (М 1:50), розрізи (поздовжній і поперечний) – 2 аркуш (М 1:50), наукові дані – 2 аркуші.

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. Макаринської А.В. про перевірку на академічну доброчесність кваліфікаційної роботи здобувача СВО «Магістр» Окула Олексія Вікторовича, тема: «Науково-технічні основи гранулювання висівків пшеничних на комбикормових заводах». На перевірку надавались наступні розділи: техніко-економічне обґрунтування роботи, літературний огляд за темою та результати наукових досліджень; інші розділи пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи, враховуючи їх ідентичність, не проходили перевірку, так як всі методики та розрахунки наведені у цих розділах виконуються відповідно до методичних вказівок, та нормативної документації. Перевірка проводилась за допомогою сервісу для запобігання плагіату PLAG.COM.UA. За результатами перевірки унікальність тексту кваліфікаційної роботи становить 80%.

УХВАЛИЛИ: звіт доц. Макаринської А.В. про перевірку на академічну доброчесність кваліфікаційної роботи здобувача СВО «Магістр» Окула Олексія Вікторовича, тема: «Науково-технічні основи гранулювання висівків пшеничних на комбикормових заводах» затвердити та рекомендувати до захисту на засіданні екзаменаційної комісії №29.

Зав. кафедри ТЗіК,
д.т.н., доц

Алла МАКАРИНСЬКА

Секретар кафедри ТЗіК,
к.т.н., доц.

Тетяна ТУРПУРОВА

Зміст

Вступ.....	
Розділ 1. Техніко-економічне обґрунтування.....	
1.1 Маркетингові дослідження з обґрунтування проекту.....	
1.2 Мета і робоча гіпотеза проектування, результати, які очікуються.....	
Розділ 2. Обґрунтування використання пшеничних висівок при виробництві комбікормів.....	
2.1 Характеристика пшеничних висівок.....	
2.2 Хімічний склад пшеничних висівок.....	
2.3 Спосіб отримання пшеничних висівок.....	
2.4 Використання пшеничних висівок в раціонах сільськогосподарських тварин і птиці.....	
2.5 Теоретичне обґрунтування процесу гранулювання пшеничних висівок.....	
Розділ 3. Загальна методика досліджень	
3.1 Методи дослідження фізичних властивостей.....	
3.2 Методи дослідження хімічних показників.....	
Розділ 4. Експериментальне обґрунтування технології гранулювання пшеничних висівок.....	
4.1 Визначення фізичних властивостей розсипних пшеничних висівок..	
4.2 Визначення хімічних показників розсипних пшеничних висівок.....	
4.3 Гранулювання пшеничних висівок.....	
4.4 Визначення хімічних показників гранульованих пшеничних висівок.....	
Розділ 5. Технологічна частина.....	
5.1 Характеристика сировини.....	
5.2 Розрахунок рецептів комбікормової продукції на ЕОМ.....	

КРМ.ТЗіК.1.607-03.4.3				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		ОквЛ О.В.		
Керівник		Макаринська А.В.		
Консульт.				
Зав.каф.		Макаринська А.В.		
Н.контр.				
Науково-технічні основи гранулювання висівок пшеничних на комбікормових заводах				
		Літ.	Арк.	Аркушів
		5	83	
ОНТУ 2024				

5.3 Аналіз і обґрунтування схеми технологічного процесу з технічними пропозиціями.....	
5.4 Розрахунок ємності складів для зберігання сировини та готової продукції.....	
5.5 Розрахунок технологічного обладнання.....	
5.6 Розрахунок ємності оперативних бункерів.....	
5.7 Розрахунок транспортного обладнання.....	
5.8 Проектування внутрішньоцехової комунікації.....	
5.9 Технохімічний та технологічний контроль виробництва.....	
Розділ 6. Охорона праці.....	
6.1 Основні вимоги до організації охорони праці на комбікормовому заводі.....	
6.2 Нормування показників освітлення робочої зони.....	
6.3 Загальні вимоги до вентиляції на комбікормовому заводі.....	
6.4 Пожежо- та вибухонебезпека на комбікормовому заводі.....	
Розділ 7. Техніко-економічні показники.....	
7.1 Розрахунок необхідної суми інвестицій.....	
7.2 Розрахунок виробничої програми.....	
7.3 Розрахунок додаткових витрат.....	
7.4 Оцінка економічної ефективності інвестицій.....	
Висновки та технічні пропозиції.....	
Список літератури.....	
Додаток А.....	
Додаток Б.....	

Вступ

Сучасна комбікормова промисловість є важливою складовою аграрного сектору, забезпечуючи збалансовану та поживну годівлю для сільськогосподарських тварин та птиці. Завдяки інноваційним технологіям та науковим розробкам, галузь постійно вдосконалюється, впроваджуючи нові види сировини та покращуючи якість продукції. В умовах зростаючих вимог до ефективності виробництва і якості кормів, комбікормова промисловість відіграє ключову роль у забезпеченні стабільного росту продуктивності тваринництва та птахівництва. Висока поживність, збалансований склад та доступність комбікормів сприяють здоров'ю та продуктивності тварин, що, у свою чергу, позитивно впливає на економічні показники фермерських господарств [1].

Сучасні комбікорми виготовляються з використанням нових видів сировини, що дозволяє забезпечити їх високу поживність та збалансованість. Це, в свою чергу, сприяє підвищенню ефективності виробництва в тваринництві та птахівництві, забезпечуючи стабільний ріст і розвиток цих галузей. Крім того, комбікормова промисловість відіграє важливу роль у зниженні витрат на виробництво тваринницької продукції, що робить її більш доступною для споживачів і конкурентоспроможною на світовому ринку.

Висівки, як побічний продукт переробки зернових культур, є цінним інгредієнтом у комбікормах для тварин. Їх використання в комбікормах має багато переваг.

Висівки багаті на клітковину, білки, вітаміни (особливо групи B), мінеральні речовини та антиоксиданти. Вони забезпечують тварин необхідними поживними речовинами, сприяючи їхньому здоров'ю та продуктивності [1].

Використання висівок у комбікормах може знижувати їхню вартість, оскільки висівки є відносно дешевим і доступним джерелом поживних речовин.

Розділ 1. Техніко-економічне обґрунтування

1.1 Маркетингові дослідження з обґрунтування проєкту

Борошномельно-круп'яна промисловість України має соціальну значущість для населення, є стратегічно важливою та повністю залежить від зернового агропромислового комплексу.

За оцінкою Спілки «Борошномели України» до ТОП-10 ключових виробників борошна відносяться [2]:

- «Вінницький комбінат хлібопродуктів №2»;
- «Столичний млин»;
- «Дніпромлин»;
- «Новопроектівський КХП»;
- «Комерційна фірма Рома»;
- «Рівне-Борошно»;
- «Зернарі»;
- «Запоріжмлин»;
- «ТД Ельдорадо»;
- «Новоукраїнський КХП».

8 з цих підприємств є членами Спілки «Борошномели України», які формують понад 60% українського ринку борошна [2].

Висівки, які є побічним продуктом борошномельного виробництва, відіграють важливу роль у цій галузі. Вони використовуються як цінний компонент у комбікормах для сільськогосподарських тварин та птиці завдяки своїй високій поживності та вмісту клітковини. Таким чином, висівки сприяють ефективному використанню сировини і підвищують економічну ефективність виробництва.

					КРМ.ТЗіК.1.607-03.4.3			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Окунь О.В.			Науково-технічні основи гранулювання висівків пшеничних на комбікормових заводах	Літ.	Арк.	Аркушів
Консульт.		Басюркіна Н.Й.					8	83
Керівник		Макаринська А.В.				ОНТУ 2024		
Зав.каф.		Макаринська А.В.						
Н.контр.								

При виробництві пшеничного борошна зазвичай утворюється від 20% до 25% висівок від загальної маси обробленого зерна. Точний відсоток може варіюватися в залежності від технології переробки та типу виробленого борошна (наприклад, чим вищий сорт борошна, тим більше висівок утворюється). Висівки додають у комбікорми для сільськогосподарських тварин і птиці в різних відсотках залежно від виду тварин, їх віку, фізіологічного стану та інших чинників. Для свиней – 10...15% у складі комбікорму, для птиці – 5...10% у складі комбікорму.

Ринок пшеничних висівок є повністю залежним ринком, і його стан визначається не стільки попитом споживачів, скільки ціновою ситуацією в сегменті пшеничного борошна та темпами його реалізації.

Цього року в Україні валовий збір озимої та ярої пшениці склав 22,41 млн тонн із урожайністю 4,76 т/га. Поточний урожай перевищив торішній на 1 679 тис. тонн. Варто зазначити, що за показником виробництва пшениці минулого року Україна посіла дев'яте місце серед світових виробників [3].

Лідером стала Одеська область, де аграрії зібрали найбільший обсяг пшениці – 2 млн 251 тис. тонн при урожайності 3,2 т/га. Трійку лідерів разом з Одещиною доповнили Хмельницька область, яка зібрала 1 млн 863 тис. тонн пшениці при урожайності 6,1 т/га, та Дніпропетровська область із показником 1 млн 993 тис. тонн і урожайністю 4 т/га. Урожайність пшениці понад 6 т/га вдалося досягти також у Хмельницькій та Черкаській областях. Найнижчі показники врожайності були зафіксовані в Херсонській, Запорізькій та Донецькій областях – 3 т/га, 3,1 т/га та 3,3 т/га відповідно [3].

Аналітики USDA прогнозують, що врожай пшениці в Україні у маркетинговому році 2024/25 складе 21 млн тонн, що на 2 млн тонн менше порівняно з попереднім роком. Водночас, за оцінками українських експертів, врожай очікується майже на рівні минулого року і становитиме 22,3 млн тонн [3].

Показники виробництва озимої пшениці в 2023/2024 маркетинговому році зазначені у табл. 1.1.1 [4].

Таблиця 1.1.1 – Показники виробництва озимої пшениці в 2023/2024 маркетинговому році

Показник	Підконтрольні Україні території	Тимчасово окуповані території	Вся Україна
Площа, млн га	4,72	1,64	6,36
Виробництво, млн т	22,79	6,26	29,05
Урожайність	4,83	3,81	4,57

Рентабельність переробки пшениці на борошно становить 6% . За умови, що ціни становлять:

- на борошно вищого гатунку 9800 грн;
- на борошно першого гатунку 9100 грн;
- на висівки – 2 000 грн за тонну.

У середині березня ціни пропозицій на пшеничні висівки знизились на 100...200 грн/т і станом на 26 березня фіксувалися в межах 2000...3300 грн/т без урахування вартості доставки [5].

Згідно з даними Державної митної служби, у лютому 2024 року Україна експортувала 26,7 тис. тонн пшеничних висівок, що на 15% менше порівняно з січнем і на 14% менше, ніж у лютому минулого року.

Протягом перших восьми місяців поточного сезону Україна експортувала 183,4 тис. тонн висівок, що на 4% більше порівняно з аналогічним періодом минулого маркетингового року [6].

1.2 Мета і робоча гіпотеза проєктування, результати, які очікуються

Завданням кваліфікаційної роботи є розробка універсальної технології гранулювання пшеничних висівок, яку можна встановлювати на комбікормових, борошномельних заводах, фермерських господарствах.

Основними каналами збуту гранульованих висівок є:

- комбікормові заводи;
- фермерські господарства;
- виробництво на експорт;
- інтернет-магазин – роздрібний та оптовий продаж;
- соціальні мережі;
- українські маркетплейси.

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.

Планується будівництво цеху потужністю 144 т/добу.

Економічна мета проекту:

- підвищення строків зберігання пшеничних висівок;
- зменшення об'ємів під зберігання та зручність транспортування;
- відправка гранульованих висівок на експорт;
- виробництво конкурентоспроможної продукції за розробленими рецептами комбікормів.

Проект передбачає очікуваний термін окупності до 4 років, що свідчить про його доцільність та високу економічну ефективність.

Розділ 2. Обґрунтування використання пшеничних висівок при виробництві комбікормів

2.1 Характеристика пшеничних висівок

Пшеничні висівки – побічний продукт борошномельного виробництва, який складається із зародка, алейронового шару, плодових та насінневих оболонок, частини ендосперми. Цей продукт має важливе значення для забезпечення балансу сировини при виробництві комбікормів [7].

Кормова цінність висівок залежить від частки борошна – чим більше борошна і менше оболонок зерна, тим вища поживна цінність і калорійність. Зазвичай висівки використовуються в кормах для тварин як у чистому вигляді, так і як сировина для виробництва комбікормів [8].

Пшеничні висівки повинні відповідати стандарту ДСТУ 3016-95 (табл. 2.1.1).

Таблиця 2.1.1 – Характеристика пшеничних висівок за стандартом

Назва показника	Характеристика і норма
Зовнішній вигляд	Сухий сипучий продукт без грудочок
Колір	Краснувато-жовтий із сіруватим відтінком
Запах	Властивий висівкам, не протухлий, не пліснявілий
Масова частка вологи, %, не більше	15,0
Масова частка сирого протеїну, %, не більше	14,0
Зараженість і ураженість шкідниками	не допускається

					КРМ.ТЗіК.1.607-03.4.3			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Науково-технічні основи гранулювання висівок пшеничних на комбікормових заводах	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Окунь О.В.					12	83
Керівник		Макаринська А.В.						
Консульт.								
Зав.каф.		Макаринська А.В.						
Н.контр.								ОНТУ 2024

2.2 Хімічний склад пшеничних висівків

Пшеничні висівки багаті на клітковину та безазотисті екстрактивні речовини (табл. 2.2.1). Висівки бідні на кальцій і багаті на фосфор. Значна частина фосфору перебуває в сполуці з вітаміном групи В – інозитолом і має назву фітину. Цей тип фосфору може сповільнювати процеси травлення, що робить висівки корисним дієтичним кормом. Вони також багаті на вітаміни групи В [9].

Таблиця 2.2.1 – Хімічний склад пшеничних висівків (літературні дані)

Показник	Вміст
Сирий протеїн, %	14,4
Сира клітковина, %	11,6
Сирий жир, %	4,14
Безазотисті екстрактивні речовини, %	54,17
в т.ч. крохмалю, %	40,32
цукрів, %	4,7
Сира зола, %	4,67
Мікроелементи, %	
Кальцій, %	0,14
Фосфор, %	1,08
Натрій, %	0,04
Вітаміни, мг/кг	
Вітамін Е	20,9
Вітамін В ₁	6
Вітамін В ₂	2,9
Вітамін В ₃	150
Вітамін В ₄	1300
Вітамін В ₅	23,5
Кормові одиниці в 100 кг	75

Встановлено, що зайве вживання клітковини у раціоні негативно впливає на травні процеси поживних речовин у організмі, тоді як її недостатнє вживання порушує процеси травлення [10].

Вуглеводи є основною джерелом енергії для організму. В той же час, коли крохмаль зазвичай повністю перетравлюється в організмі тварин, структурні вуглеводи такі як геміцелюлоза та целюлоза сполучені з лігніном, що ускладнює їх розщеплення та залежить від вмісту та сполучення. Лігнін впливає на низьку енергетичну цінність клітковини для різних видів тварин, і впливає на засвоєння та продуктивність корму. Клітковина має значний потенціал для перетравлення, однак важливо стежити за балансом між структурними та неструктурними вуглеводами [10].

Пшеничні висівки містять у своєму складі амінокислоти (табл. 2.2.2), які є важливим будівельним матеріалом для організму сільськогосподарських тварин і птиці. Амінокислоти відіграють важливу роль у підтримці здоров'я та відновленні тканин.

Таблиця 2.2.2 – Амінокислотний склад пшеничних висівок (літературні дані)

Амінокислоти	г/100 г висівок	% від загального вмісту амінокислот
Незамінні амінокислоти		
Треонін	0,49	3,58
Валін	0,72	5,41
Метіонін	0,23	1,65
Ізолейцин	0,48	3,53
Лейцин	0,91	6,68
Фенілаланін	0,59	4,31
Лізін	0,58	4,29
Триптофан	0,27	2,00
Всього	4,27	31,45

Продовження табл. 2.2.2

Амінокислоти	г/100 г висівок	% від загального вмісту амінокислот
Замінні амінокислоти		
Аспарагінова кислота	1,11	8,11
Серин	0,67	4,88
Глютамінова кислота	2,80	20,61
Пролін	0,86	6,32
Гліцин	0,88	6,45
Аланін	0,76	5,54
Цистин	0,36	2,66
Тирозин	0,43	3,16
Гістидин	0,42	3,09
Аргінін	1,01	7,82
Всього	9,3	68,64
Разом	13,57	100,09

Як видно з табл. 2.2.1 та табл. 2.2.2, пшеничні висівки є джерелом клітковини, яка необхідна для нормального травлення, вітамінів групи В, мають значний вміст макро- і мікроелементів, таких як кальцій та фосфор.

2.3 Спосіб отримання пшеничних висівок

Під час виробництва борошна зерно проходить очищення від сторонніх домішок, в результаті чого утворюється побічний продукт - зернова січка. До її складу входять біте та щупле зерно, насіння бур'янів, частинки соломи, колосків, землі та інші домішки [11].

Перед розмелюванням зерно проходить обробку на спеціальній оббивній машині, де з нього відділяється оболонка та зародок разом з частиною алейронового шару. Цей продукт називається висівками [11].

Виробництво борошна складається з трьох ключових етапів [12]:

1. Очищення: зерно ретельно очищається від сторонніх домішок, таких як пил, бруд, камінці, а також від інших зернових культур.

2. Подрібнення: очищене зерно подрібнюють на спеціальних машинах, розділяючи його на борошно та пшеничні висівки.

3. Сортування: За допомогою сит з різними фракціями отворів борошно просіюється, відокремлюючи його від висівок, які складаються з оболонки пшеничних зерен.

Пшеничні висівки, які залишаються після виробництва борошна, зазвичай мають темно-коричневі або світло-коричневі кольори.

2.4 Використання пшеничних висівок в раціонах сільськогосподарських тварин і птиці

Використання пшеничних висівок у раціонах може допомогти зменшити кількість відходів від переробки зерна, тим самим сприяючи сталому виробництву.

Висівки включають до складу комбікормів для птиці та сільськогосподарських тварин для покращення їх кормової цінності. Вони очищають шлунково-кишковий тракт, стимулюють його роботу, сприяють нормалізації травних процесів, позитивно впливають на якість молочної продукції.

Пшеничні висівки включаються в раціони тварин, таких як вівці і дійні корови, а також худоба на відгодівлі до 50...60%, коні до 40%, телята старше 6 місяців, поросні і підсосні свиноматки, кабани-виробники до 35...40%, а молодняку і свиней для відгодівлі до 20...25% [7].

Поживність пшеничних висівок висока і становить в 1 кг 0,75 кормові одиниці, або 8,85 МДж обмінної енергії, 97 г перетравного протеїну, 88 г сирової клітковини і 47 г цукру, 5,4 г лізину, 9,6 г фосфору, 21 мг вітаміну Е, мікроелементи, вітаміни групи В, за винятком вітаміну В12.

У комбікорми та кормові суміші пшеничні висівки включають для великої рогатої худоби – до 30...40%, для овець – до 20%, для птиці (дорослої) – до 15%, для молодняку курей з 8-тижневого віку, качок і гусей з 4-тижневого віку – до 5%; для свиней – до 10-15%, для коней – до 10% і для кроликів – до 15% (по масі) (табл. 2.4.1) [13, 14].

Таблиця 2.4.1 – Норми введення пшеничних висівок у комбікорми, %

Вид	Пшеничні висівки
Молодняк свиней у віці до 4 міс.	до 15
Ремонтний молодняк у віці від 4 до 8 міс.	до 30
Свиноматки поросні другого періоду і підсисні, кнури-плідники, свині на відгодівлі (до жирних кондицій)	до 35
Свиноматки поросні першого періоду	до 40
Молодняк свиней на м'ясній та беконній відгодівлі	до 25
Телята у віці від 1 до 6 міс.	до 20
Телята у віці від 6 міс. до 1 року	до 40
Молочні корови, молочна рогата худоба на відгодівлі	60
Робочі коні	50
Кури-несучки	10
Індики батьківського стада	15
Качки батьківського стада	25

2.5 Теоретичне обґрунтування процесу гранулювання пшеничних висівок

Під час зберігання пшеничних висівок у розсипному вигляді якісні характеристики швидко погіршуються. Зберігання при вологості понад 13% протягом короткого періоду призводить до активізації мікробіологічних процесів, а також збільшення окисних процесів, що призводить до значного

зростання кислотного числа жирів (табл. 2.5.1, 2.5.2) [7]. Також розсипні висівки мають ряд недоліків, до яких належать високі витрати на зберігання та транспортування, утворення пилу під час годівлі тварин.

Таблиця 2.5.1 – Якість пшеничних висівок при зберіганні

Показники	Вихідні показники	Через 30 днів зберігання при вологості, %		
		14	15	16
Вологість, %	12,2	14,3	14,7	15,2
Кислотність, град.	5,9	12,9	12	14
Кислотне число, мг КОН/г	26,5	136,8	152,7	168,4
Сирий протеїн, %	14,4	14,6	14,5	14,7
Сирий жир, %	4,14	4,5	4,2	4

Таблиця 2.5.2 – Вплив вологості пшеничних висівок на кислотність

Строк зберігання, дні	Вологість, %	Кислотність, %
Розсипні		
Початок	13	6,9
15	13	7,2
30	13	7,5
Початок	15	7
15	15	8,1
30	15	8,3
Початок	17	7,9
15	17	7,9
30	17	9,2

Для збільшення терміну зберігання, полегшення транспортування, збільшення об'ємної маси та поліпшення якості готового продукту використовують спеціальну технологію обробки – гранулювання [7].

Гранулювання сипкої сировини – процес, який ґрунтується на фізико-механічних властивостях цієї сировини, що сприяють їх ущільненню за дії зовнішнього навантаження. Сировина у розсипному вигляді складається з двох фаз: твердої, що містить певну кількість вологи, та газоподібної, яка заповнює простір між частинками. Під час пресування відбувається зміна кількісного співвідношення цих фаз [7].

Процес гранулювання відбувається на пресі-грануляторі, який складається з матриці, роликів і ножа (рис. 2.5.1).

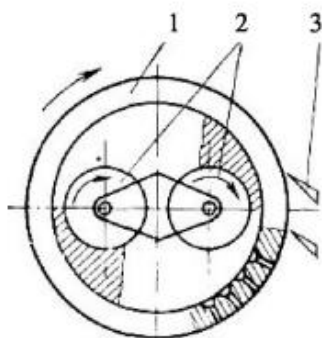


Рис. 2.5.1 – Склад преси-гранулятора

1 – матриця, 2 – ролики, 3 – ножі

Під час гранулювання продукту зі зростанням тиску спостерігається збільшення пружних і пластичних деформацій. Після проходження під тиском через фільтри (отвори матриці) сировина набуває форми гранул, діаметр яких майже рівний діаметру фільтра, а довжина гранул залежить від положення зрізного ножа [7]. На міцність гранул і питомі енерговитрати впливає довжина шляху основного етапу пресування, тобто пресування в циліндровій частині фільтри [15].

Під час гранулювання можна виділити дві основні групи впливових факторів [7].

До першої групи факторів включають:

- тиск під час пресування;
- тривалість процесу;
- температуру робочих органів і матеріалу;

- конструктивні особливості;
- технічний стан робочих органів.

Другу групу факторів складають:

- хімічний склад продукту;
- дисперсність;
- коефіцієнти внутрішнього і зовнішнього тертя;
- гігроскопічні властивості;
- кількість і характеристики зв'язуючих речовин.

Розрізняють два основні способи виготовлення гранул – сухий і вологий. Для гранулювання за сухим способом використовують матричні прес-гранулятори при вологості 16...18% (рис. 2.5.1) [7].

Технологічний процес сухого гранулювання включає примусове пресування пропареного та нагрітого розсипного комбікорму через фільтри матриці за допомогою пресуючих роликів [15].

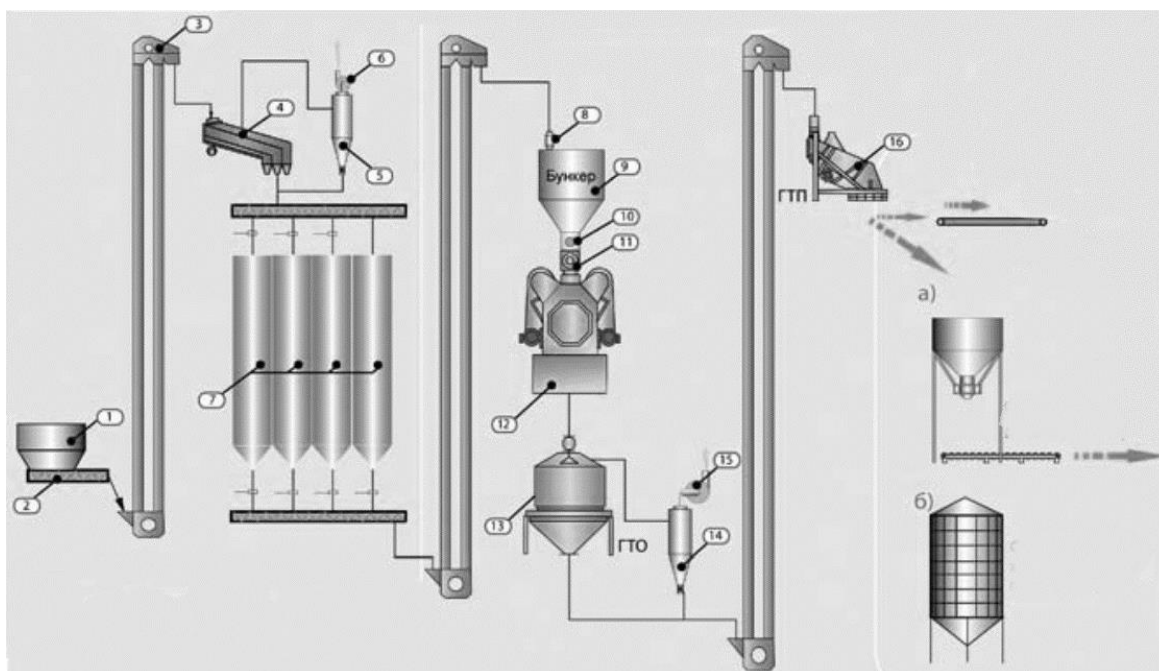


Рис. 2.5.1 – Технологічна схема лінії гранулювання пшеничних висівок
 1 - приймальна лійка, 2 - гвинтовий конвеєр, 3 - норія, 4 - сепаратор, 5, 14 - циклон, 6, 15 - вентилятор, 6, 7 - силосу, 8 - магнітний сепаратор, 9 - накопичувальний бункер для сировини, 10 - дозатор, 11 - змішувач безперервної дії, 12 - прес-гранулятор, 13 - протиточний охолоджувач, 16 - просіювач.

Оптимальна температура нагрівання комбікорму становить 70...85 °С. За таких умов відбувається знищення багатьох токсичних грибів та бактерій. При температурі вище 82 °С починаються процеси, що погіршують якість білка, зокрема утворюються нові хімічні зв'язки, стійкі до дії травних ферментів. Температура гранул на виході з поширених пресів з кільцевою матрицею досягає 85...90 °С, залежно від складу раціону [16].

Гранули, що виходять із преса, мають високу температуру та неміцні, тому вони транспортуються в охолоджувальну колонку. Тут через шар гранул вентилятором всмоктується повітря, яке охолоджує гранули. У процесі охолодження вологість гранул зменшується за допомогою випаровування вологи, й у гранулах відбуваються фізико-хімічні зміни.

Гранулювання висівок пов'язане з низкою істотних переваг.

1. Термічна обробка за досить високих температур дозволяє зменшити кількість патогенних мікроорганізмів із збереженням мікроелементів та вітамінів (табл. 2.5.3).

Таблиця 2.5.3 – Зміна мікробіологічних показників гранульованих пшеничних висівок

Сировина	Тривалість зберігання, діб		
	0	15	30
Гранульовані пшеничні висівки	<10	3,1*10 ²	3,4*10 ²

Загальне мікробне число гранульованих пшеничних висівок відрізняється на один порядок для 15 діб зберігання і на два порядки для 30 діб зберігання, що пояснюється їх доступністю для розвитку мікроорганізмів.

2. Спричиняє позитивні зміни в структурі клітковини та жиру, підвищує ефективність засвоєння фосфору, білків і обмінної енергії, активізує метаболічні процеси у тварин і покращує засвоєння поживних речовин, що сприяє поліпшенню синтезу речовин.

3. Покращення транспортувальних властивостей продукту знижує потребу у збільшенні потужностей транспортного обладнання, а також втрати продукту під час переміщення, залягання його у транспортних лініях.
4. Зменшується пилоутворення.
5. Знижується вибухо- та пожежонебезпечність.
6. Менше піддаються впливу навколишнього середовища через низьку гігроскопічність, збільшуються терміни зберігання; менше займають складкою площі.

Розділ 3. Загальна методика досліджень

3.1 Методи дослідження фізичних властивостей

Визначення масової частки вологи

Сутність методу полягає у висушуванні наважки продукту в сушильній шафі при температурі 130 °С протягом 40 хв.

В попередньо висушені до постійної маси бюкси зважують наважки продукту по 5 г кожна з точністю до 0,01 г. Продукт розсипають тонким шаром по дну бюкси. Відкриті бюкси і кришки від них поміщають в сушильну шафу попередньо нагріту до температури 130 °С. Висушують протягом 40 хвилин, починаючи з моменту фіксації температури. Потім бюкси виймають із сушильної шафи, швидко закривають кришками і поміщають в ексікатор на 20...30 хвилин для охолодження їх до кімнатної температури [17]. Після висушування і охолодження бюкси зважують і за різницею мас до і після сушіння визначають вміст вологи, яку розраховують за формулою:

$$\omega = \frac{g_1 - g_2}{g_1 - g_0} \times 100, \%$$

де g_0 – маса пустої бюкси, г

g_1 – маса бюкси з наважкою до сушіння, г

g_2 – маса бюкси з наважкою після сушіння, г.

Визначення об'ємної маси

Об'ємну масу визначають за допомогою літрової пурки. Зерно або інші продукти засипають у циліндр до риски. Якщо в циліндрі риска відсутня, то продукт засипають в циліндр не до самого верху, а так щоб між поверхнею продукту і верхнім краєм циліндра залишився проміжок в 1 см. Циліндр закривають лійкою вниз і після висипання продукту циліндр знімають. Ніж швидко, без струсу приладу, виймають із щілини і після того, як тягар та

					КРМ.ТЗіК.1.607-03.4.3			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		ОквЛ О.В.			Науково-технічні основи гранулювання висівків пшеничних на комбикормових заводах	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Макаринська А.В.					23	83
Консульт.						ОНТУ 2024		
Зав.каф.		Макаринська А.В.						
Н.контр.								

продукт упадуть в мірку, ніж знову обережно вставляють в щілину. Мірку разом з наповнювачем виймають з гнізда, перевертають, підтримуючи ніж і наповнювач. Висипають продукт, який залишився і виймають ніж із щілини. Мірку з продуктом зважують і визначають об'ємну масу [17].

Визначення кута насипного схилу

Кут насипного схилу – це кут між горизонтальною поверхнею і утворюючою конуса при вільному падінні продукту на цю поверхню. Кут насипного схилу відноситься до показників, які характеризують сипучі властивості продуктів. На його величину, в першу чергу, впливають такі показники, як щільність, середній розмір частинок продукту і характер їх розподілення у матеріалі. Для визначення кута насипного схилу продукт засипають в металеву лійку, яка має кут конуса 60° і трубку діаметром 25 мм. Трубку встановлюють в суміжні стінки приладу таким чином, щоб центр її отвору збігався з лінією перетину внутрішньої площини стінок. Сипучий продукт через лійку засипають до тих пір, поки вершина насипу не зрівняється по висоті з вертикальними стінками. Кут вимірюють за допомогою транспортира [17]. Для цього транспортер прикладають до утворюючої конуса і визначають по виску кут β . Тоді кут насипного схилу α знаходять як: $\alpha = 90 - \beta$.

Визначення сипкості

Сипкість характеризується швидкістю витікання продукту крізь отвір визначеного розміру. Продукт засипають в ящик з вихідним отвором, який закривають заслінкою. Для визначення сипкості продукту заслінку відкривають і засікають час висипання продукту крізь вихідний отвір на горизонтальну поверхню [17]. Об'єм висипаного продукту вимірюють циліндром. Сипкість визначають за формулою:

$$V_c = \frac{g}{S \times t}, \text{ см}^3/\text{с}$$

де g – об'єм продукту, який пройшов через вихідний отвір бункера, см^3 ;

S – площа поперечного перерізу вихідного отвору, см^2 ;

t – тривалість висипання продукту, с.

Визначення крихкості гранул

Сутність методу полягає у примусовому зіткненні гранул досліджуваного комбікорму, відокремленні не зруйнованих, або частково зруйнованих гранул від дрібних фракцій, що просіюються через сита із заданими діаметром отворів, зважуванні та обчисленні індексу крихкості.

$$K = m_1 - m_2 / m_1 \times 100,$$

де m_1 – маса гранул до проведення дослідіду, г;

m_2 – маса незруйнованих гранул після проведення дослідіду, г;

100 – коефіцієнт перерахунку у відсотки.

3.2 Методи дослідження хімічних показників

Визначення сирого протеїну методом К'ельдаля

Метод заснований на мінералізації органічної речовини проби продукту концентрованої сірчаної кислотою в присутності каталізатора з утворенням сірчаноокислого амонію, при перерахунку його в аміак, відгонки останнього в розчин борної кислоти, кількісному обліку аміаку титриметричним методом і розрахунку масової частки азоту в аналізованій пробі продукту з наступним перерахунком результатів на загальний білок, з використанням коефіцієнтів перерахунку азоту на молочний або рослинний білки.

При вимірі масової частки білка в будь-якому продукті маса сухих речовин, що містяться в пробі, не повинна перевищувати 0,15 г. У стаканчик для зважування або скляну бюксу з кришкою зважують пробу рідкого продукту масою від 1 до 2 г. Продукт зі стаканчика (бюкси) переливають в колбу К'ельдаля. Порожній стаканчик (бюксу) з кришкою знову зважують і за різницею між масою стаканчика (бюкси) з кришкою з продуктом і масою порожнього стаканчика (бюкси) з кришкою встановлюють масу взятого продукту. У стаканчик з кришкою і вкладеною в нього скляною паличкою, не виступаючи за його краї, зважують пробу пастоподібного продукту масою від 0,2 до 0,3 г. За допомогою палички переносять продукт в колбу К'ельдаля.

Порожній стаканчик з кришкою і паличкою знову зважують і за різницею встановлюють масу взятого продукту.

У сухій пробірці, яка ввійшла вільно в горло колби К'ельдаля, зважують пробу сухого продукту масою від 0,1 до 0,2 г. Вміст пробірки обережно переносять в колбу К'ельдаля. Порожню пробірку знову зважують і за різницею між першим і другим зважуванням визначають масу взятого продукту. Додають в колбу К'ельдаля 1,5...2 г змішаного каталізатора і потім обережно доливають 5 см³ концентрованої сірчаної кислоти. Колбу прикривають насадкою або скляною лійкою і приступають до нагрівання в похилому положенні під кутом 45°. Встановлюють регулятор нагріву нагрівального приладу в середнє положення. Стежать за тим, щоб рідина в колбі безперервно кипіла і на стінках колби не залишалося чорних незгорілих часток, змиваючи їх легкими круговими рухами.

При наявності чорних частинок на горловині колби, якщо вони не захоплюються конденсатом парів кислоти в період кипіння або кислотою при перемішуванні вмісту колби, слід добре охолодити колбу, змити ці частки в колбу невеликою кількістю води, потім продовжити спалювання.

Після того, як рідина в колбі знебарвиться (допускається злегка зеленуватий відтінок), нагрів продовжують ще протягом 30 хв. Дають колбі охолонути до (20 ± 5) °С, до вмісту доливають, обмиваючи стінки колби, від 20 до 30 см³ дистильованої води і приступають до відгонки аміаку. Якщо при мінералізації суміш довго залишається темною або твердне при охолодженні, ймовірно відбувається неповне згорання. В таких випадках використовують більший обсяг сірчаної кислоти (10 см³ замість 5 см³).

Після «пропарювання приладу» відкривають крани та закривають затискач. Під холодильник підставляють замість порожньої колби колбу з 20 см³ борної кислоти і п'ятьма краплями змішаного індикатора так, щоб кінчик холодильника був занурений в розчин. Замість порожньої колби К'ельдаля приєднують колбу з мінералізованою пробєю. Закривають кран, наливають у воронку 20 см³ розчину гідроксиду натрію і відкриваючи

повільно кран при обережному погойдуванні колби К'ельдаля, вливають гідроксид натрію. Відкриваючи зажим, закривають крани. У холодильнику пари розчину аміаку конденсуються і потрапляють в колбу з розчином борної кислоти. Перегонку продовжують 10 хвилин, рахуючи з того моменту, коли борна кислота в приймальній колбі придбає зелене забарвлення. Після закінчення відгонки кінець трубки холодильника виймають з борної кислоти, обполіскують дистильованою водою і продовжують процес перегонки ще 2 хв. Потім відкривають крани, закривають затискач.

Вміст приймальної колби титрують водним розчином соляної кислоти молярної концентрації $c(\text{HCl}) = 0,2 \text{ моль/дм}^3$ до переходу забарвлення індикатора від зеленої до фіолетової. Для внесення відповідної поправки на реактиви в результат вимірювання проводять визначення азоту в контрольній пробі, використовуючи замість продукту 1 см³ дистильованої води і 0,1 г сахарози. Кількість повторювань контрольної проби повинно бути не менше трьох. Контрольну пробу застосовують при заміні хоча б одного з реактивів.

Визначення сирової клітковини гравіметричним методом

Клітковину визначають в залишку матеріалу після вилучення геміцелюлоз. Цей залишок промивають водою і обережно висушують до повітряно-сухого стану при температурі не вище 50 °С. Висушений матеріал переносять у колбу, де проводили гідроліз геміцелюлоз, заливають 10 об'ємами 80%-ної сірчаної кислоти і залишають на 2,5 години при кімнатній температурі, періодично розмішуючи осад скляною паличкою для кращого змочування його кислотою. Скляний фільтр, через який відфільтровували гідролізат геміцелюлоз промивають тією ж кислотою для повного вилучення частинок клітковини і приєднують її до кислоти, що знаходиться в колбі. Після закінчення 2,5 годин додають 15 об'ємів води на 1 об'єм кислоти, вводячи деяку частину води через фільтр, потім проводять гідроліз клітковини протягом 5 годин у киплячій водянній бані. Гідролізат фільтрують через той же скляний фільтр, промивають 3...4 рази водою, об'єм розчину доводять до 200 см³ і визначають у ньому глюкозу по Бертрану.

Вміст клітковини СК у % в твердому матеріалі або г/100 см³ рідини визначають за рівнянням:

$$СК = \frac{100 \times 0,9 \times b \times V_1}{1000 \times a \times V_2},$$

де а – кількість досліджуваного твердого матеріалу (в г) або рідини (у см³);

б – кількість цукру, визначеного при реакції, з розчинами Фелінга, мг;

V₁ – об'єм гідролізату, см³;

V₂ – обсяг гідролізату, взятого на визначення цукрів, см³;

0,9 – коефіцієнт для перерахунку цукрів в клітковину;

100 – перерахунок у відсотки;

1000 – переведення мг у г.

Визначення сирого жиру екстракційним методом

Визначення ґрунтується на екстрагуванні жиру з висушеної до постійної маси наважки продукту жиророзчинниками. Наважку сухої речовини зважують на фільтрувальному папері розміром 6х7 см і загортають у пакетик. Цей пакетик поміщають в інший пакетик із фільтрувального паперу розміром 7х8 см. Внутрішній пакетик поміщають так, щоб його шов не збігався зі швом зовнішнього пакетика. Приготований пакетик поміщають у бюкс і висушують у сушильній шафі при температурі 103±2 °С до постійної маси. Потім пакетик переносять у екстрактор апарата Сокслета і заливають етиловим ефіром. Ефіру наливають стільки, щоб він почав переливатися через сифон екстрактора, після чого додають ще 50 см³ ефіру і з'єднують усі частини приладу. У холодильник пускають холодну воду, а перегінну колбу поміщають на водяну баню (температура не вище 45 °С). Нагрівання треба регулювати так, щоб ефір зливався з екстрактора через кожні 5...6 хв. При безперервній дії апарата Сокслета для повного екстрагування жиру з добре подрібненої наважки потрібно 5...6 годин, при погано подрібненій наважці екстракцію необхідно проводити 10...12 годин. Повноту екстракції перевіряють на фільтрувальному папері. Для цього беруть 2...3 краплі ефіру, що витікає з екстрактора, папір підігривають. Якщо на папері після випаровування ефіру не залишається пляма,

то екстракцію вважають закінченою. Пакетики виймають з екстрактора, підсушують, після чого поміщають у бюкс і висушують у сушильній шафі при температурі 103 ± 2 °С до постійної маси.

Вміст жиру (X) г сухої речовини визначають за формулою (у грамах):

$$X = \frac{A-B}{M},$$

де А – маса пакетика з наважкою сухої речовини до екстракції жиру, г;

В – маса пакетика з наважкою сухої речовини після екстракції жиру, г;

М – наважка сухої речовини, г.

Визначення вмісту сирової золи

Зважують з точністю 0,001 г приблизно 5 г досліджуваної проби в тигель із платинового чи платиново-золотавого сплаву. Розміщують тигель з наважкою на гарячу плитку чи газовий пальник і нагрівають, поки наважка не обвуглиться. Переносять тигель у муфельну піч, попередньо нагріту до температури 550 °С і витримують протягом 3 год. Візуально визначають, чи є в золі обвуглені частинки. Якщо видно обвуглені частинки чи, якщо є сумнів щодо їх присутності, охолоджують золу, зволожують дистильованою водою, випаровують насухо в сушильній шафі при температурі 103 °С. потім поміщають тигель у піч і нагрівають ще 1 год. Охолоджують тигель в ексикаторі до кімнатної температури. Переносять золу 75 см³ або 400 см³. Обережно нагрівають на гарячій плитці або газовому пальнику до кипіння і кип'ятить 15 хв. Фільтрують гарячий розчин через незолений паперовий фільтр, промивають залишок з фільтром гарячою водою до тих пір, поки промивні води не звільняться від кислоти. Переносять залишок з фільтром в тигель, попередньо нагрітий протягом хоча б 30 хвилин у муфельній печі при температурі 550 °С, охолоджений в ексикаторі та зважений з точністю 0,001 г. Сушать тигель і його вміст 2 годин в сушильній шафі при температурі 103 °С, тоді спалюють 30 хвилин в муфельній печі при температурі 550 °С. Охолоджують тигель до кімнатної температури в ексикаторі та швидко зважують з точністю 0,001 г. Проводять два визначення маси наважок з тієї самої проби.

Розділ 4. Експериментальне обґрунтування технології гранулювання пшеничних висівок

4.1 Визначення фізичних властивостей розсипних пшеничних висівок

Для виробництва гранульованих пшеничних висівок використовуються висівки у розсипному вигляді, які повинні відповідати вимогам ДСТУ 3016 «Висівки кормові пшеничні і житні, технічні умови» (табл. 4.1.1).

Таблиця 4.1.1 – Фізичні властивості розсипних пшеничних висівок

Показники	Пшеничні висівки
Вологість, %	13
Об'ємна маса, кг/м ³	342
Кут природного укусу, град	47
Середній розмір частинок, мм	0,72

З табл. 4.1.1 видно, що вологість розсипних пшеничних висівок 13%, а об'ємна маса склала 342 кг/м³. Через високу вологість висівки погано зберігаються, при транспортуванні розпилюються. Тому для покращення зберігання і транспортування необхідно висівки гранулювати. Під час гранулювання пшеничні висівки ущільнюються приблизно в п'ять разів, що зменшує їх об'єм та робить транспортування і зберігання більш зручним. Крім того, гранулювання знижує запиленість під час завантаження та розвантаження.

4.2 Визначення хімічних показників розсипних пшеничних висівок

У розсипних пшеничних висівках визначали вміст сирого протеїну, сирого клітковини і сирого жиру (табл. 4.2.1).

					КРМ.ТЗіК.1.607-03.4.3			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Окунь О.В.			Науково-технічні основи гранулювання висівок пшеничних на комбикормових заводах	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Макаринська А.В.					30	83
Консульт.						ОНТУ 2024		
Зав.каф.		Макаринська А.В.						
Н.контр.								

Таблиця 4.2.1 – Хімічні показники розсипних пшеничних висівок

Показники	Вміст, %
Вологість, %	13
Масова частка сирого протеїну	12,3
Масова частка сирої клітковини	7,9
Масова частка сирого жиру	2,3

З таблиці 4.2.1 видно, що розсипні пшеничні висівки містять сирого протеїну 12,3%, сирої клітковини – 7,9%, сирого жиру – 2,3%.

4.3 Гранулювання пшеничних висівок

Гранульовані пшеничні висівки легше зберігати, транспортувати та згодувувати тваринам, а також вони мають вищу енергетичну цінність. Однак цей процес потребує значних витрат електроенергії, що впливає на загальну ефективність і економічність виробництва.

Для кращого процесу гранулювання використовують зволоження пшеничних висівок. Продукт зволожується до 14...18%. Зволоження сприяє зниженню витрати електроенергії та зменшенню зносу робочих органів прес-гранулятора в процесі експлуатації.

Гранулювання проводили на лабораторному пресі-грануляторі марки ОГП-150, який оснащений двосторонньою матрицею діаметром 150 мм. Частота обертання матриці преса-гранулятора – 250 об/хв, діаметр отворів – 4 мм, кількість роликів – 2 шт. Поетапна схема гранулювання пшеничних висівок наведена на рис. 4.3.1.

Гранулювання знижує вологість, підвищує об'ємну масу та знижує кут природного укосу (табл. 4.3.1).

Таблиця 4.3.1 – Фізичні властивості гранульованих пшеничних висівок

Показники	Пшеничні висівки		
	14	16	18
Вологість, %	8,1	8,5	8,9
Об'ємна маса, кг/м ³	612	625	629
Кут природного укусу, град	40	40	41
Крихкість, %	9,5	9,2	9,2

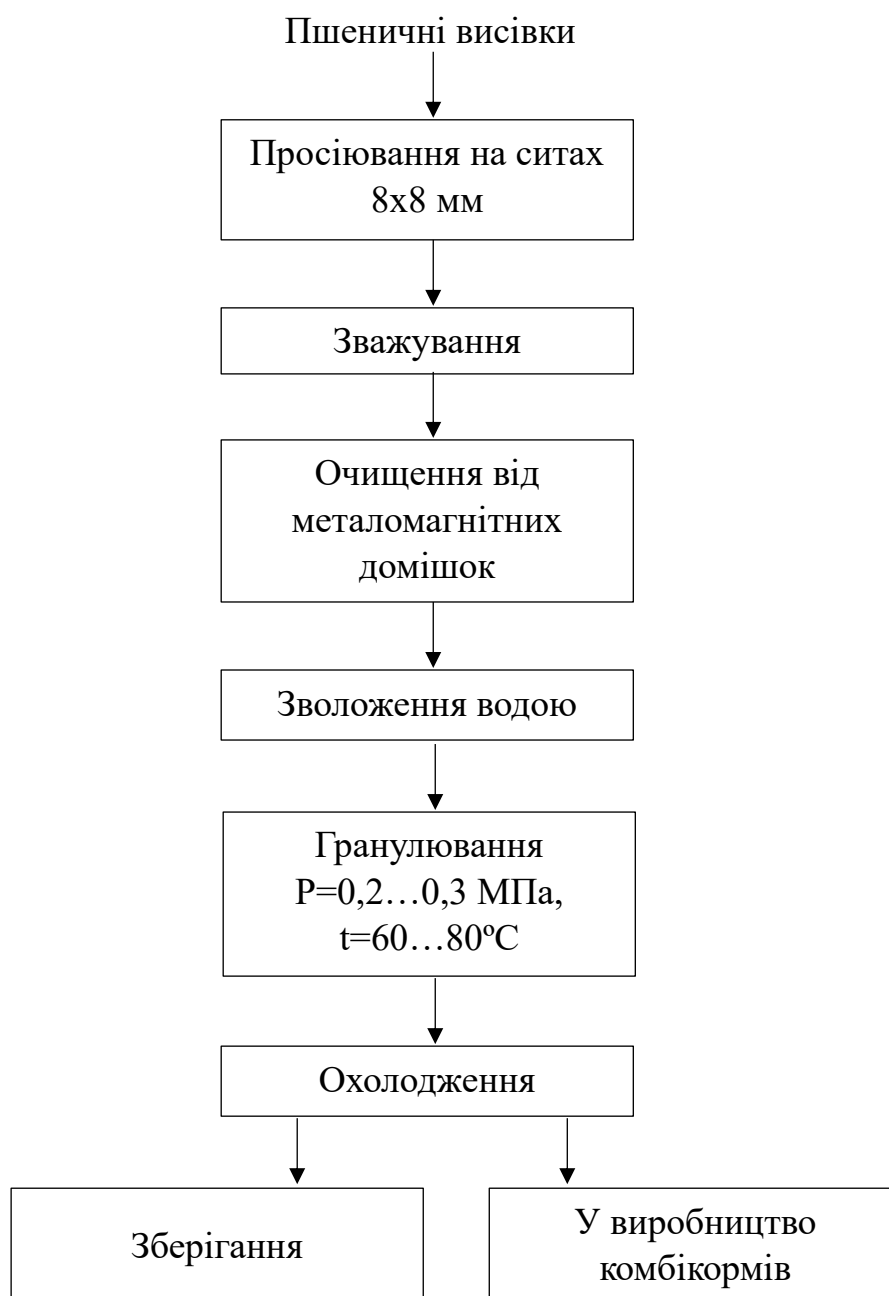


Рис. 4.3.1 – Поетапна схема гранулювання пшеничних висівок

При гранулюванні висівок за рекомендованими параметрами, встановлено оптимальне значення вологості висівок на рівні 16 %, яка дозволяє зменшити затрати електроенергії (рис. 4.3.2), крихкість пшеничних висівок та збільшити об'ємну масу. Кут природного укосу гранульованих пшеничних висівок становить менше 45 градусів, що свідчить про вищу технологічність гранульованих висівок у порівнянні з розсипними. Збільшення вологості до 18 % можна вважати недоцільним через значне зменшення продуктивності преса-гранулятора.

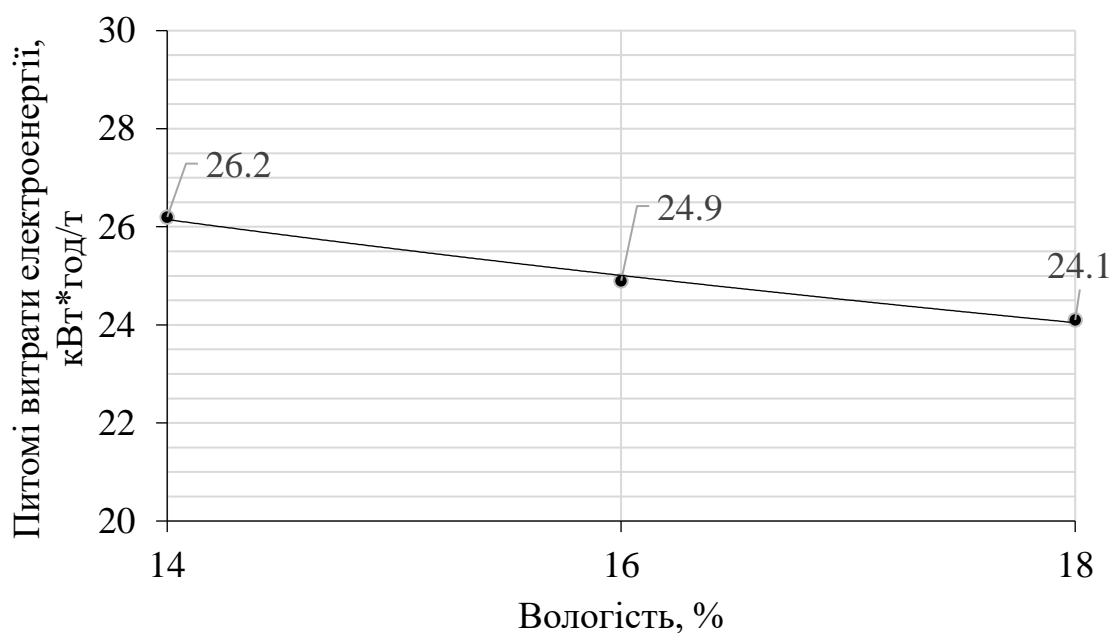


Рис. 4.3.2 – Питомі витрати електроенергії на гранулювання пшеничних висівок

Питомі витрати електроенергії на гранулювання із зростанням масової частки вологи знижуються з 26,2 до 24,1 кВт·год/т. При несприятливих умовах (низька вологість, великі частинки, застаріле обладнання) витрати можуть збільшуватися до 40...60 кВт·год/т.

4.4 Визначення хімічних показників гранульованих пшеничних висівок

У гранульованих висівках визначали вміст сирого протеїну, сирі клітковини і сирого жиру (табл. 4.4.1).

Таблиця 4.4.1 – Хімічні показники гранульованих пшеничних висівок

Показники	Вміст, %
Вологість, %	8,5
Масова частка сирого протеїну	12,1
Масова частка сирі клітковини	6,8
Масова частка сирого жиру	2,1

З таблиці 4.4.1 видно, що гранульовані пшеничні висівки містять сирого протеїну 12,1%, сирі клітковини – 7%, сирого жиру – 2,1% та можуть бути використанні у рецептах комбикормів для сільськогосподарських тварин і птиці. Висівки не потребують додаткової обробки для покращення засвоєння поживних речовин моногастричними сільськогосподарськими тваринами.

Розділ 5. Технологічна частина

5.1 Характеристика сировини

Висівки пшеничні (ДСТУ 3016-95) – оболонки зерна та зародки, які мають червоно-жовтий колір із сіруватим відтінком. Вміст вологи не повинен перевищувати 15%. Поживна цінність пшеничних висівок висока: в 1 кг міститься 0,75 кормових одиниць або 8,85 МДж обмінної енергії, 97 г перетравного протеїну, 88 г сирої клітковини, 5,4 г лізину, 9,6 г фосфору, а також мікроелементи та вітаміни групи В [18].

Пшеничні висівки відіграють важливу роль у годівлі сільськогосподарських тварин і птиці, а також у виготовленні комбікормів. Вони є цінним кормом завдяки своєму складу, що включає високий вміст клітковини, протеїну, фосфору та вітамінів. Високий вміст клітковини сприяє кращому перетравленню корму і зменшенню проблем з шлунково-кишковим трактом, але для кожного виду тварин і птиці свій відсоток допустимого вмісту клітковини у раціоні. Високий вміст фосфору сприяє здоров'ю кісткової системи і загальному розвитку сільськогосподарських тварин і птиці [18].

Пшеничні висівки можуть використовуватися як дешевша альтернатива деяким іншим кормовим компонентам, що дозволяє знизити собівартість виробництва комбікормів без втрати якості [18].

Висівки використовують як у розсипному вигляді, так і у вигляді гранул. Гранулювання пшеничних висівок – процес пресування висівок у гранули, що дозволяє зберегти поживні властивості висівок, також полегшує їх зберігання, транспортування.

Гранулювання висівок має ряд переваг:

- гранули займають менше місця і легше транспортуються, ніж висівки у розсипному вигляді;

					КРМ.ТЗіК.1.607-03.4.3			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Науково-технічні основи гранулювання висівок пшеничних на комбікормових заводах	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		ОквЛ О.В.						
<i>Керівник</i>		Макаринська А.В.					35	83
<i>Консульт.</i>						ОНТУ 2024		
<i>Зав.каф.</i>		Макаринська А.В.						
<i>Н.контр.</i>								

- зменшуються втрати під час транспортування завдяки меншій кількості пилу і дрібних частинок.
- процес гранулювання зберігає всі поживні і біологічно активні речовини;
- висока температура під час гранулювання знищує патогенні мікроорганізми.

5.2 Розрахунок рецептів комбікормової продукції на ЕОМ

Розрахунок рецептів комбікормової продукції на електронно-обчислювальних машинах (ЕОМ) є важливим етапом у виробництві комбікормів для сільськогосподарських тварин і птиці. Цей процес дозволяє оптимізувати склад комбікормів з урахуванням потреб тварин у поживних речовинах та економічної доцільності використання різних компонентів [19].

Для розрахунку рецепта комбікорму необхідні наступні вихідні дані:

- вид продукції, яку необхідно виробляти;
- об'єм партії комбікорму;
- вимоги до якості продукції;
- наявність кормової сировини на підприємстві;
- фактичні показники кормової цінності і хімічного складу сировини;
- ціни на сировину та економічні нормативи підприємства;
- рекомендації щодо введення окремих компонентів.

Програми з розрахунку оптимальних рецептів комбікормів дають можливість [19]:

- розрахувати оптимальні рецепти комбікормів мінімальної вартості, збалансованих за будь-якого числа показників якості;
- розрахувати потребу сировини на виробничу програму на будь-який період часу;
- вести облік витрати і залишків сировини, розрахувати потребу сировини на виробничу програму на будь-який період часу;

- автоматично коригувати амінокислотний склад сировини при зміні рівня сирого протеїну;
- проводити оцінку ринкової вартості сировини;
- автоматично враховувати вплив ферментних препаратів при їх введенні в рецепти комбікормів і концентратів.

Розрахунок рецептів комбікормів на ЕОМ дозволяє досягти високої точності у формуванні збалансованих кормових сумішей, забезпечуючи економічну ефективність і відповідність поживним потребам тварин.

5.3 Аналіз і обґрунтування схеми технологічного процесу з технічними пропозиціями

Схема технологічного процесу виробництва гранульованих висівок є універсальною. Оскільки її можна впроваджувати на комбікормових, борошномельних заводах, фермерських господарствах.

Схему технологічного процесу виробництва гранульованих пшеничних висівок побудовано на чотири поверхи і передбачає компонування наступних ліній:

- лінія підготовки пшеничних висівок;
- лінія гранулювання пшеничних висівок.

Лінія підготовки пшеничних висівок

Висівки пшеничні зі складу силосного типу за допомогою скребкового конвеєра марки КСТ-200 №1 та норії марки Е-20 №1 подаються у просіювач марки VZ 800 2000 №1, де встановлено сито ПР№100, відбувається розділення на фракції. Дрібна фракція – відходи, направляється у бункер відходів. Висівки подаються у наддозаторні бункера №1-№2, звідки за допомогою роторних живильників марки Б6-ДПК №1-№2 подаються у ваги марки УЗ-ДБДТ-1000. Після зважування за допомогою скребкового конвеєра марки КСТ-200 №2 та норії марки НМ-30 №2 подаються на лінію гранулювання.

Лінія гранулювання пшеничних висівок

Висівки пшеничні подаються у магнітний сепаратор марки УЗ-ДКМ-03 для відділення металоманітних домішок. Далі через оперативний бункер №4 подається у кондиціонер марки СМ 5К/6 для зволоження. Зволожені висівки подаються в прес-гранулятор марки РМV. Отримані гранули охолоджують у охолоджувачі марки VK19X24R. Далі за допомогою норії марки Е-20 №3 подаються у просіювач марки УЗ-ДМП-20А №2, де встановлено сито ПР№10. Гранули з просіювача подаються на відвантаження автотранспортом, або на затарювання, або у виробництво комбікормів. Дрібна фракція подається на повторне гранулювання на норію марки НМ-30 №2.

Гранульовані висівки дозволяють раціонально використовувати бункери для їх зберігання. Крім того, відчутна економія транспортних витрат під час реалізації висівок, оскільки об'ємна маса гранул удвічі вища, ніж у розсипних висівок.

5.4 Розрахунок ємності складів для зберігання сировини, комбікормової продукції

Таблиця 5.4.1 – Опосереднені витрати сировини у відсотках від добової продуктивності підприємства

Сировина	Для виробництва комбікормів, a , %	Перерахунок, a , %
Висівки пшеничні	16	100

Таблиця 5.4.2 – Опосереднені значення об'ємних мас сировини, готової продукції

Сировина, готова продукція	Опосереднені значення об'ємних мас сировини, γ_c , т/м ³
Висівки пшеничні розсипні	0,30
Висівки пшеничні гранульовані	0,60

Таблиця 5.4.3 – Запаси сировини для комбікормових підприємств продуктивністю менше, ніж 500 т/добу

Сировина	Тривалість зберігання, Z_1 , діб
Висівки пшеничні розсипні	16
Висівки пшеничні гранульовані	16

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

$$K_{cp} = \frac{Q \times a \times Z_n}{100}, \quad (5.4.1)$$

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

Z_n – тривалість зберігання сировини, яку приймають в залежності від продуктивності підприємства – нормативна, зокрема $Z_n = Z_1$ або $Z_n = Z_2$, діб.

Визначення загального об'єму силосів, необхідного для зберігання кожного виду сировини, m^3 :

$$U_p = \frac{K_{cp}}{\gamma \times \eta}, \quad (5.4.2)$$

де U_p – розрахунковий загальний об'єм силосів, необхідний для зберігання кожного виду сировини, m^3 ;

γ – об'ємна маса сировини, t/m^3 ;

η – коефіцієнт використання об'єму силоса: $\eta = 0,85$ – для зернової сировини.

Розрахункова кількість силосів, шт.:

$$n_p = \frac{U_p}{U_1}, \quad (5.4.3)$$

де n_p – розрахункова кількість силосів, шт.;

U_1 – об'єм одного силоса, m^3 .

Об'єм одного силоса круглої форми перерізу, m^3 :

$$U_1 = \pi \times R^2 \times h, \quad (5.4.4)$$

де R – радіус круга, м;

h – висота силоса, м.

Фактична ємність силосів складу силосного типу для зберігання фактичної маси сировини, т:

$$K_{\text{сф}} = n_{\text{ф}} \times U_1 \times \gamma_{\text{с}} \times \eta, \quad (5.4.5)$$

де $K_{\text{сф}}$ – фактична ємність силосів для зберігання сировини, т.

Фактична тривалість зберігання сировини, готової продукції, діб:

$$Z_{\text{ф}} = \frac{100 \times K_{\text{сф}}}{Q_3 \times a}, \quad (5.4.6)$$

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

Розрахункову масу висівок пшеничних знаходимо за формулою 5.4.1

$$K_{\text{ср}} = \frac{144 \times 100 \times 16}{100} = 2304 \text{ (т)}$$

Загальний об'єм силосів розраховуємо за формулою 5.4.2

$$U_{\text{р.в.р.}} = \frac{2304}{0,3 \times 0,8} = 9600 \text{ (м}^3\text{)}$$

$$U_{\text{р.в.гр.}} = \frac{2304}{0,6 \times 0,85} = 4518 \text{ (м}^3\text{)}$$

Об'єм одного силоса розраховують за формулою 5.4.4

$$U_{1\text{в.р.}} = 3,14 \times 7^2 \times 18 = 2770 \text{ (м}^3\text{)}$$

$$U_{1\text{в.гр.}} = 3,14 \times 4,5^2 \times 12 = 763 \text{ (м}^3\text{)}$$

Кількість силосів розраховують за формулою 5.4.3

$$n_{\text{р.в.р.}} = \frac{9600}{2770} = 3,5 \text{ (шт)}$$

$$n_{\text{р.в.гр.}} = \frac{4518}{763} = 5,9 \text{ (шт)}$$

Приймаємо 4 силоса для висівок пшеничних розсипних та 6 силосів для гранульованих висівок.

Фактичну ємність силосів розраховуємо за формулою 5.4.5

$$K_{\text{сф в.р.}} = 4 \times 2770 \times 0,3 \times 0,8 = 2659 \text{ (т)}$$

$$K_{\text{сф в.гр.}} = 6 \times 763 \times 0,6 \times 0,85 = 2335 \text{ (т)}$$

Фактичну тривалість зберігання розраховуємо за формулою 5.4.6

$$Z_{\text{ф в.р.}} = \frac{100 \times 2659}{144 \times 100} = 18,5 \text{ (діб)}$$

$$Z_{\text{ф в.гр.}} = \frac{100 \times 2335}{144 \times 100} = 16,2 \text{ (діб)}$$

Таблиця 5.4.4 – Дані розрахунку місткості силосів для зберігання сировини та готової продукції

Сировина, готова продукція	Опосередні витрати сировини, а, %	Запас сировини, Zн, діб	Об'ємна маса сировини, γ , т/м ³	Коефіцієнт використання об'єму силоса або площі складів, Кв	Розрахована ємність силосів (корисної площі складів), Кср, т	Фактична ємність силосів (корисної площі складів) на підприємстві, К сф, т	Фактичні запаси сировини після реконструкції, Zф, діб
Склад силосного типу для зберігання сировини							
Висівки пшеничні розсипні	100	16	0,3	0,8	2304	2659	18,5
Склад підлогового типу для зберігання готової продукції							
Висівки пшеничні гранульовані	100	16	0,6	0,85	2304	2335	16,2

Висновок: За результатами розрахунків терміни зберігання висівок пшеничних більші від норм на проектування, що дає можливість зберігати сировину в складі силосного типу.

5.5 Розрахунок технологічного обладнання

Продуктивність лінії, q_l , т/год:

$$q_l = \frac{Q_z}{t}, \quad (5.5.1)$$

де q_l – продуктивність лінії, т/год;

Q_z – продуктивність заводу, т/добу;

t – тривалість роботи лінії, год.

Розрахунок ємності вагів, $E_{p.д.}$, кг:

$$E_{p.д.} = \frac{q_l \times 1000}{n \times K_B}, \quad (5.5.2)$$

де E_p – розрахункова ємність вагів, кг;

K_6 – коефіцієнт використання технологічного обладнання:

$K_6 = 0,7$ – технологічного обладнання, яке застосовують для технологічних процесів подрібнення сировини;

$K_8 = 0,8$ – технологічного обладнання, яке застосовують для технологічних процесів волого-теплової обробки продуктів, пресування продукції;

$K_9 = 0,9$ – технологічного обладнання, яке застосовують для технологічних процесів дозування, змішування компонентів продукції;

$K_{10} = 1,0$ – технологічного обладнання, призначеного для технологічних процесів сепарування та інших технологічних процесів підготовки сировини.

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

$$K_{з.д.} = \frac{E_{р.д.}}{E_{ф.д.} \times K_8}, \quad (5.5.3)$$

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

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

Розрахункова кількість технологічного обладнання, n_p , шт.:

$$n_p = \frac{q_{л.}}{q_{п.} \times K_9}, \quad (5.5.4)$$

де n_p – розрахункова кількість обладнання, шт.;

$q_{п.}$ – паспортна продуктивність обладнання, т/год.

Розрахунок коефіцієнта завантаження технологічного обладнання, K_3 :

$$K_3 = \frac{q_{л.}}{q_{п.} \times n_{ф.} \times K_{10}}, \quad (5.5.5)$$

де K_3 – коефіцієнта завантаження технологічного обладнання;

$n_{ф.}$ – фактична кількість технологічного обладнання, шт.

Лінія підготовки пшеничних висівків

Продуктивність лінії розраховуємо за формулою (5.5.1)

$$q_{л.} = \frac{144}{12 \times 2} = 6 \text{ (Т/ГОД)}$$

Кількість просіювачів розраховуємо за формулою (5.5.9)

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

Обираємо просіювач марки VZ 800 2000 (виробник Van Aarsen).

Коефіцієнт завантаження розраховуємо за формулою (5.5.3)

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

Кількість вагів розраховують за формулою (5.5.2)

$$E_p = \frac{6 \times 1000}{10 \times 0,9} = 667 \text{ (кг)}$$

Обираємо ваги марки УЗ-ДБДТ-1000 (виробник ВАТ «ВНДІ КП»), $E_\phi = 1000$ кг.

Коефіцієнт завантаження вагів розраховуємо за формулою (5.5.3)

$$K_{3.з.м.} = \frac{667}{1000 \times 0,9} = 0,7$$

Лінія гранулювання пшеничних висівків

Враховуючи 20% на повторне подрібнення продуктивність лінії розраховуємо за формулою (5.5.1)

$$q_{л} = \left(6 \times \frac{20}{100}\right) + 6 = 7,2 \text{ (т/год)}$$

Кількість магнітних сепараторів розраховують за формулою (5.5.4)

$$n_p = \frac{7,2}{50 \times 1} = 0,2 \text{ (шт.)}, n_\phi = 1 \text{ шт.}$$

Обираємо магнітний сепаратор марки УЗ-ДКМ-03 з паспортною продуктивністю 50 т/год (виробник ВАТ «ВНДІ КП»).

Коефіцієнт завантаження магнітного сепаратора розраховуємо за формулою (5.5.5)

$$K_3 = \frac{7,2}{50 \times 1 \times 1} = 0,2$$

Кількість кондиціонерів розраховують за формулою (5.5.4)

$$n_p = \frac{7,2}{10 \times 0,8} = 0,9 \text{ (шт.)}, n_\phi = 1 \text{ шт.}$$

Обираємо кондиціонер марки СМ 5К/6 з паспортною продуктивністю 10 т/год (виробник Andritz Sprout).

Коефіцієнт завантаження кондиціонера розраховуємо за формулою (5.5.5)

$$K_3 = \frac{7,2}{10 \times 1 \times 0,8} = 0,9$$

Кількість пресів-грануляторів розраховують за формулою (5.5.4)

$$n_p = \frac{7,2}{10 \times 0,8} = 0,9 \text{ (шт.)}, n_\phi = 1 \text{ шт.}$$

Обираємо прес-гранулятор марки РМV з паспортною продуктивністю 10 т/год (виробник Andritz Sprout).

Коефіцієнт завантаження преса розраховуємо за формулою (5.5.5)

$$K_3 = \frac{7,2}{10 \times 1 \times 0,8} = 0,9$$

Кількість охолоджувачів розраховують за формулою (5.5.4)

$$n_p = \frac{7,2}{10 \times 1} = 0,7 \text{ (шт.)}, n_\phi = 1 \text{ шт.}$$

Обираємо охолоджувач марки VK19X24R з паспортною продуктивністю 10 т/год (виробник Andritz Sprout).

Коефіцієнт завантаження охолоджувача розраховуємо за формулою (5.5.5)

$$K_3 = \frac{7,2}{10 \times 1 \times 1} = 0,7$$

Кількість просіювачів розраховуємо за формулою (5.5.4)

$$n_p = \frac{7,2}{20 \times 1} = 0,4 \text{ (шт.)}, n_\phi = 1 \text{ шт.}$$

Обираємо просіювач марки УЗ-ДМП-20А (виробник ВАТ «ВНДІ КП»).

Коефіцієнт завантаження розраховуємо за формулою (5.5.3)

$$K_3 = \frac{7,2}{20 \times 1 \times 1} = 0,4$$

Лінія фасування гранульованих пшеничних висівок

На фасування йде 10 % гранульованих висівок, тому продуктивність лінії розраховуємо за формулою (5.5.1)

$$q_m = 7,2 \times \frac{10}{100} = 0,7 \text{ (т/год)}$$

Ємність модуля дозування та фасування розраховують за формулою (5.5.2)

$$E_p = \frac{0,7 \times 1000}{10 \times 0,9} = 78 \text{ (кг)}$$

Обираємо модуль дозування та фасування марки МО 50-90Ш (виробник ВАТ «Технекс»); $E_\phi = 90$ кг.

Коефіцієнт завантаження модуля розраховуємо за формулою (5.5.3)

$$K_{з.зм.} = \frac{78}{90 \times 0,9} = 0,9$$

Таблиця 5.5.2 – Дані розрахунку технологічного обладнання

Назва та номер машини	Марка машини	Кількість n_ϕ , шт.	Продуктивність		Коефіцієнт використання машини, K_ϕ	Коефіцієнт завантаження машини, $K_з$
			Паспортна, q_n , т/год	Експлуатаційна, q_e , т/год		
1	2	3	4	5	6	7
Лінія підготовки пшеничних висівків						
Просіювач №1 ваги	VZ 800 2000	1	20	20	1	0,3
	УЗ-ДБДТ-1000	1	1	0,9	0,9	0,7
Лінія гранулювання пшеничних висівків						
магнітний сепаратор	УЗ-ДКМ-03	1	50	50	1	0,2
кондиціонер	СМ 5К/6	1	10	8	0,8	0,9
прес-гранулятор	PMV	1	10	8	0,8	0,9
охолоджувач	VK19X24R	1	10	10	1	0,7
просіювач	УЗ-ДМП-20А	1	20	20	1	0,4
Лінія фасування гранульованих пшеничних висівків						
модуль дозування та фасування №1	МО 50-90Ш	1	0,09	0,081	0,9	0,9

5.6 Розрахунок ємності оперативних бункерів

Розрахунок об'єму бункера, м³:

$$V_6 = \frac{E_p}{\gamma \times \eta}, \quad (5.6.1)$$

де V_6 – ємність бункера, м³;

E_p – ємність оперативного бункера, т;

γ – об’ємна маса сировини (табл. 5.5.2), 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:

$$V_1 = a \times b \times h, \quad (5.6.2)$$

де V_1 – об’єм одного бункера, м³;

a, b – розміри бункера в плані, м;

h – висота бункера, м.

Фактична ємність бункерів, E_ϕ , т:

$$E_\phi = n_\phi \times V_1 \times \gamma \times \eta, \quad (5.6.3)$$

де E_ϕ – фактична ємність бункерів, т;

n_ϕ – фактична кількість бункерів, шт.

Фактична тривалість зберігання сировини в оперативних бункерах, год:

$$\tau_\phi = \frac{E_\phi}{q_\phi}, \quad (5.6.4)$$

де τ_ϕ – фактична тривалість зберігання сировини в оперативних бункерах, год.

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

$$E_p = q_\phi \times \tau, \quad (5.6.5)$$

де E_p – ємність оперативного бункера, т;

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

Масу сировини, яку розміщують в наддозаторних бункерах, т:

$$E_p = \frac{Q_z \times a \times \tau}{t \times 100}, \quad (5.6.6)$$

де E_p – ємність наддозаторного бункера, т;

Q_z – продуктивність підприємства, т/добу;

a – опосереднені витрати сировини (табл. 5.5.1);

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

t – тривалість роботи лінії змішування, год.

Розрахунок кількості бункерів, шт.:

$$n_6 = \frac{V_6}{V_1}, \quad (5.6.7)$$

де n_6 – кількість бункерів, шт.

Фактична тривалість зберігання сировини в наддозаторних бункерах, год:

$$\tau_\phi = \frac{100 \times E_\phi \times t}{Q_3 \times a}, \quad (5.6.8)$$

де τ_ϕ – фактична тривалість зберігання сировини в наддозаторних бункерах, год.

Лінія підготовки пшеничних висівок

Масу пшеничних висівок розсипних, яку розміщують в наддозаторних бункерах розраховують за формулою 5.6.6

$$E_p = \frac{144 \times 100 \times 8}{24 \times 100} = 48 \text{ (т)}$$

Об'єм бункера розраховують за формулою 5.6.1

$$V_6 = \frac{48}{0,3 \times 0,8} = 200 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розміри бункера в плані приймаємо $a = 2$ м, $b = 2$ м, $h = 5$ м.

Об'єм одного бункера розраховують за формулою 5.6.2

$$V_1 = 2 \times 2 \times 5 = 20 \text{ (м}^3\text{)}$$

Кількість бункерів розраховують за формулою 5.6.7

$$n_6 = \frac{200}{20} = 10 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо 2 бункера для пшеничних висівок.

Розраховуємо фактичну ємність бункерів за формулою 5.6.5

$$E_\phi = 2 \times 20 \times 0,3 \times 0,8 = 9,6 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання за формулою 5.6.8

$$\tau_\phi = \frac{100 \times 9,6 \times 24}{144 \times 100} = 1,6 \text{ (год)}$$

Масу сировини, яку розміщують в оперативному бункері під вагами марки УЗ-ДБДТ-1000: $E_p = 1$ (т)

Об'єм бункера розраховують за формулою 5.6.1

$$V_6 = \frac{1}{0,3 \times 0,8} = 4,2 \text{ (м}^3\text{)}$$

Приймаємо розміри бункера $a = 2,55 \text{ м}$, $b = 1,7 \text{ м}$, $h = 1 \text{ м}$.

Об'єм одного бункера розраховують за формулою 5.6.2

$$V_1 = 2,55 \times 1,7 \times 1 = 4,3 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розраховуємо фактичну ємність бункера за формулою 5.6.3

$$E_\phi = 1 \times 4,3 \times 0,3 \times 0,8 = 1 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання за формулою 5.6.4

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

Лінія гранулювання пшеничних висівок

Масу сировини, яку розміщують в оперативному бункері під магнітним сепаратором марки УЗ-ДКМ-01: $E_p = 1 \text{ (т)}$

Об'єм бункера розраховують за формулою 5.6.1

$$V_6 = \frac{1}{0,3 \times 0,8} = 4,2 \text{ (м}^3\text{)}$$

Приймаємо розміри бункера $a = 1,5 \text{ м}$, $b = 1,5 \text{ м}$, $h = 1,9 \text{ м}$.

Об'єм одного бункера розраховують за формулою 5.6.2

$$V_1 = 1,5 \times 1,5 \times 1,9 = 4,3 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розраховуємо фактичну ємність бункера за формулою 5.6.3

$$E_\phi = 1 \times 4,3 \times 0,3 \times 0,8 = 1 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання за формулою 5.6.4

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

Таблиця 5.6.1 – Дані розрахунку ємності оперативних бункерів

Бункер	Об'ємна маса сировини $\gamma_c, \text{ т/м}^3$	Коефіцієнт використання об'єму бункерів, K_ϵ	Фактична ємність бункерів, $E_\phi, \text{ т}$	Запаси сировини, $\tau_p, \text{ год}$	Фактичні запаси сировини, $\tau_\phi, \text{ год}$
Лінія підготовки пшеничних висівок					
Наддозаторні бункера	0,3	0,8	9,6	8	1,6
під вагами марки УЗ-ДБДТ-1000	0,3	0,8	1	1	1

Продовження табл. 5.6.1

Бункер	Об'ємна маса сировини $\gamma_c, \text{т/м}^3$	Коефіцієнт використа- ння об'єму бункерів, K_e	Фактична ємність бункерів, $E_f, \text{т}$	Запаси сирови ни, $\tau_p,$ год	Фактичні запаси сировини, $\tau_f,$ год
Лінія гранулювання пшеничних висівок					
під сепаратором УЗ-ДКМ-01	магнітним марки	0,3	0,8	1	1

5.7 Розрахунок транспортного обладнання

Експлуатаційна продуктивність транспортного обладнання, т/год:

$$q_e = \frac{q_{\text{п}} \times \gamma_c \times K_b}{0,75}, \quad (5.7.1)$$

де q_e – експлуатаційна продуктивність транспортного обладнання при транспортуванні сировини з об'ємною масою $\gamma_c < 0,75 \text{ т/м}^3$, т/год;

$q_{\text{п}}$ – паспортна продуктивність транспортного обладнання при транспортуванні сировини з об'ємною масою $\gamma_c < 0,75 \text{ т/м}^3$, т/год;

γ_c – об'ємна маса сировини, яку переміщує транспортне обладнання, т/м^3 ;

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

Лінія підготовки пшеничних висівок

Розраховуємо продуктивність скребкового конвеєра №1 за формулою 5.7.1

$$q_e = \frac{20 \times 0,3 \times 0,85}{0,75} = 6,8 \text{ (т/год)}$$

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

Розраховуємо продуктивність норії №1 за формулою 5.7.1

$$q_e = \frac{20 \times 0,3 \times 0,85}{0,75} = 6,8 \text{ (т/год)}$$

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

Розраховуємо продуктивність скребкового конвеєра №2 за формулою 5.7.1

$$q_e = \frac{20 \times 0,3 \times 0,85}{0,75} = 6,8 \text{ (т/год)}$$

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

Розраховуємо продуктивність норії №2 за формулою 5.7.1

$$q_e = \frac{30 \times 0,3 \times 0,85}{0,75} = 10,2 \text{ (т/год)}$$

Приймаємо норію марки НМ-30 (виробник ВАТ «Мельінвест»), з паспортною продуктивністю 30 т/год.

Лінія гранулювання пшеничних висівок

Розраховуємо продуктивність норії №3 за формулою 5.7.1

$$q_e = \frac{20 \times 0,6 \times 0,85}{0,75} = 13,6 \text{ (т/год)}$$

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

Розраховуємо продуктивність скребкового конвеєра №3, №4 за формулою 5.7.1

$$q_e = \frac{20 \times 0,6 \times 0,85}{0,75} = 13,6 \text{ (т/год)}$$

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

5.8 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 [20].

Таблиця 5.8.1 – Мінімальні кути нахилу самопливних труб для різних продуктів

Сировина, готова продукція	Гранично допустимі кути нахилу самопливних труб, α , град.
Висівки	47
Гранули на виходу із прес-гранулятора	70
Комбікорми в розсипному вигляді	47
Комбікорми у вигляді гранул	40...47°

Таблиця 5.8.2 – Діаметри самопливних труб, мм

Призначення самопливного трубопроводу	Діаметри самопливних труб при продуктивності лінії, q_L , т/год			
	до 5	до 10	до 20	більше 20
Приймання 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 більші гранично допустимих, що забезпечує вільний рух продукту та стабільну роботу технологічного та транспортного обладнання.

Таблиця 5.8.3 – Відомість руху продуктів

Назва, марка технологічного обладнання (ТО), 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)		№ самопливу	Марка і номер норії	Марка і номер конвеєра	В повздовжньому розрізі	В поперечному розрізі	фактичний	Гранично допустимий		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Лінія підготовки пшеничних висівків													
Склад силосного типу	–	Висівки пшеничні	Висівки пшеничні	Просіювач VZ 800 2000 №1	1	E-20	–	90	90	90	47	180	1
Просіювач VZ 800 2000 №1	1	Висівки пшеничні	Розділення на фракції	Наддозаторні бункера №1-№2	2	№1	–	48	90	48			4
					3	–	–	58	90	58			3
Наддозаторні бункера №1-№2	2	Розділення на фракції	Висівки пшеничні	Ваги УЗ-ДБДТ-1000	4	–	–	58	90	58			3
					5	–	Б6-ДПК №1, №2	90	90	90			2
Ваги УЗ-ДБДТ-1000	1	Висівки пшеничні	Здозовані висівки пшеничні	Бункер відходів	6			–	–	90			90
					7	–	–	58	90	58			3
Бункер під вагами №3	1	Здозовані висівки пшеничні	Висівки пшеничні	Магнітний сепаратор УЗ-ДКМ-03	–	–	–	–	–	–			2
Бункер під вагами №3	1	Здозовані висівки пшеничні	Висівки пшеничні	Магнітний сепаратор УЗ-ДКМ-03	8	НМ-30 №2	КСТ-200 №2	90	64	64			1
					9			65	90	65			дах
					10			65	90	65	4		

КРМ.ТЗІК.1.607-03.4.3

Продовження табл. 5.8.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Лінія гранулювання пшеничних висівок													
Магнітний сепаратор УЗ-ДКМ-03	1	Висівки пшеничні	Висівки пшеничні очищенні від металомагнітних домішок	Оперативний бункер №4	-	-	-	-	-	-	47	180	4
Оперативний бункер №4	1	Висівки пшеничні очищенні від металомагнітних домішок	Висівки пшеничні	Кондиціонер СМ 5К/6	11	-	-	90	90	90			3
Кондиціонер СМ 5К/6	1	Висівки пшеничні	Зволожені висівки	Прес-гранулятор РМV	12	-	-	90	90	90			3
Прес-гранулятор РМV	1	Зволожені висівки	Гранульовані висівки	Охолоджувач VK19X24R	13	-	-	90	90	90	70	2	
Охолоджувач VK19X24R	1	Гранульовані висівки	Охолоджені гранули	Просіювач УЗ-ДМП-20А №2	14	Е-20 №3	-	59	88	54	40	180	1
					15			90	76	76			дах
					16			62	90	62			4
Просіювач УЗ-ДМП-20А №2	1	Охолоджені гранули	Дрібна фракція	Магнітний сепаратор УЗ-ДКМ-03	17	НМ-30 №2	КСТ -200 №2	57	90	57	40	180	3
					18			62	90	62			2
					19			85	76	73			1
			9		65			90	65	дах			
			10		65			90	65	4			
			20		90			90	90	3			
		Гранули	Відпуск автотранспортом або затарювання, або у виробництво комбікормів										

КРМ.ТЗ.К.1.607-03.4.3

Зм.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

53

Арк.

5.9 Технохімічний та технологічний контроль виробництва

Технохімічний контроль розпочинається з відбору проб. Найефективнішим способом відбору проб є використання автоматичних пробовідбірників, встановлених у місцях проходження готової продукції до силосів. Проби відбираються кожні дві години роботи підприємства. В них визначаються крупність, наявність цілих зерен, наявність металомагнітних домішок.

Із проб складаються середньозмінні зразки, в яких визначаються наступні показники:

- органолептичні;
- фізико-технічні (крупність, наявність цілих зерен і металомагнітної домішки);
- хімічні (вологість, сирий протеїн, клітковина).

Основна мета здійснення контролю технологічного процесу полягає у забезпеченні виробництва комбікормів, які відповідають встановленим стандартам і рецептам.

Виробничо-технологічна лабораторія періодично виконує контроль технологічного процесу, а саме:

- контроль роботи очисних машин – один раз на зміну;
- контроль магнітних сепараторів – один раз у квартал;
- контроль процесу гранулювання – через дві години роботи преса визначається температура гранул, які виходять із охолоджувальної колонки, їх довжина, прохід через сито з отворами 0 2,0 мм; крихкість – не менше двох разів за зміну.

Технохімічний та технологічний контроль є невід'ємною частиною виробництва гранульованих висівок. Вони забезпечують високу якість продукції, ефективність виробництва і відповідність встановленим стандартам. Сучасні методи аналізу і автоматизовані системи контролю допомагають досягти стабільності та надійності в процесі виробництва.

Розділ 6. Охорона праці

Охорона праці при гранулюванні пшеничних висівок є важливою складовою забезпечення безпечних умов роботи та запобігання виробничим травмам і професійним захворюванням. Процес гранулювання включає декілька стадій, кожна з яких має свої ризики та вимоги до безпеки.

6.1 Основні вимоги до організації охорони праці на комбикормовому заводі

Необхідно забезпечити належну вентиляцію та систему пилопригнічення для запобігання запиленню робочого простору. Використання респіраторів та інших засобів індивідуального захисту для дихальних органів. Надання працівникам відповідного спецодягу, рукавичок, захисних окулярів. Використання засобів захисту від шуму, таких як беруші або навушники, оскільки процес подрібнення може бути дуже гучним. Забезпечення належного рівня освітленості на робочих місцях, особливо в зонах обслуговування обладнання [22].

Регулярні перевірки стану обладнання, своєчасне проведення технічного обслуговування та ремонтів. Захист робочих від контакту з рухомими частинами обладнання, встановлення захисних огорож і кожухів.

Обладнання для гранулювання працює при високих тисках і температурах, тому важливо дотримуватися всіх інструкцій з безпечної експлуатації. Забезпечення доступу до аварійних зупинок та сигналізації.

Перевірка електрообладнання на предмет справності ізоляції, наявності заземлення, використання тільки сертифікованих пристроїв і обладнання.

					КРМ.ТЗіК.1.607-03.4.3			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Науково-технічні основи гранулювання висівок пшеничних на комбикормових заводах	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		Окун О.В.						
<i>Керівник</i>		Макаринська А.В.					55	83
<i>Консульт.</i>						ОНТУ 2024		
<i>Зав.каф.</i>		Макаринська А.В.						
<i>Н.контр.</i>								

Контроль температурного режиму та забезпечення належного охолодження обладнання для уникнення перегріву [22].

Проведення регулярних інструктажів з охорони праці для всіх працівників. Спеціальне навчання для працівників, які обслуговують і ремонтують обладнання. Проведення повторних інструктажів з охорони праці не рідше одного разу на квартал. Спеціальні інструктажі перед виконанням робіт з підвищеною небезпекою або в разі зміни технологічного процесу.

Наявність планів евакуації і чітких інструкцій на випадок аварійних ситуацій. Проведення регулярних навчань і тренувань з евакуації.

Наявність аптечок з необхідними медикаментами та засобами для надання першої допомоги. Навчання працівників навичкам надання першої медичної допомоги.

Ведення журналів інструктажів з охорони праці, реєстрації нещасних випадків, оглядів обладнання. Оформлення актів розслідування нещасних випадків на виробництві та аналіз причин їх виникнення [22].

6.2 Нормування показників освітлення робочої зони

Необхідно забезпечити рівномірне освітлення робочих зон для зменшення втоми очей і запобігання нещасним випадкам. Встановлення світильників, що не створюють відблисків і не засліплюють працівників. Підтримання освітлення на рівні, що відповідає встановленим стандартам для конкретних типів робіт [23].

Види освітлення:

- загальне освітлення – встановлення основних джерел світла для освітлення всього робочого приміщення;
- місцеве освітлення – використання додаткових світильників на робочих місцях, де виконується особливо точна або небезпечна робота;
- аварійне освітлення – встановлення аварійного освітлення для забезпечення безпечної евакуації в разі зникнення основного освітлення.

Таблиця 6.2.1 – Показники освітлення виробничих приміщень в залежності від розряду зорової роботи

Виробниче приміщення	Вид освітлення	Найменший розмір об'єкта розрізнення, мм	Зорова робота		КПО, %	Освітленість, лк
			Розряд	Підрозряд		
Всі поверхи виробничого корпусу	Природне та штучне	1	VIII	а, б, в, г	0,1-1	20-200

6.3 Загальні вимоги до вентиляції на комбікормовому заводі

Необхідно забезпечити постійний приток свіжого повітря та видалення забрудненого повітря з робочих зон. Нормовані показники мікроклімату робочої зони представленні в табл. 6.3.1 [23].

Таблиця 6.3.1 – Нормування показників мікроклімату робочої зони

Найменування виробничого приміщення	Категорія роботи, що виконується	Температура, °С	Відносна вологість, %, не вище	Швидкість руху повітря, м/с, не більше
Всі поверхи виробничого корпусу	II, III	15-21	75	0,4

Типи вентиляційних систем:

- природна вентиляція – використання відкритих вікон, дверей та вентиляторів для забезпечення циркуляції повітря;
- механічна вентиляція – встановлення вентиляційних установок для примусової подачі та видалення повітря.

Використовують фільтри для очищення повітря від пилу, хімічних речовин та інших забруднень.

6.4 Пожежо- та вибухонебезпека на комбікормовому заводі

Пожежо- та вибухонебезпека на комбікормовому заводі є важливою проблемою через низку факторів, які можуть призвести до займання або вибуху. Основні причини пожежео- вибухонебезпеки [22, 23]:

- пил від зерна, який може утворювати вибухонебезпечні суміші в повітрі;
- зношене або несправне обладнання може стати джерелом іскор або перегріву, що може призвести до займання пилу чи інших горючих матеріалів;
- короткі замикання та перевантаження електромережі можуть спричинити пожежу;
- велика кількість горючих матеріалів може сприяти швидкому поширенню вогню в разі пожежі;
- недотримання правил пожежної безпеки, наприклад, куріння в невідведених для цього місцях, використання відкритого вогню або несправних електроприладів, може сприяти виникненню пожежі або вибуху.

Первинні засоби пожежогасіння на комбікормових заводах:

- вогнегасники, пожежний інвентар (покривала з не горючого теплоізольованого полотна, ящик з піском, бочки з водою, пожежні відра, совкові лопати);
- пожежні інструменти (ломи, сокири), застосовують для ліквідації невеликих загорань до приведення в дію стаціонарних та пересувних засобів гасіння пожежі, або до прибуття пожежної команди.

Ці засоби розміщені на пожежних щитах або стендах. Щити розміщені на сходовій площадці (евакуаційна), при головному виході.

Розділ 7. Техніко-економічне обґрунтування

7.1 Розрахунок необхідної суми інвестицій

Для здійснення проекту необхідні грошові кошти для вкладення в основні засоби і в оборотні кошти – інвестиції. Загальна сума інвестицій (I) складається з:

- первісної вартості впроваджуваного обладнання (ПВ_{об});
- первісної вартості будівельних робіт (ПВ_{буд});
- оборотних коштів, які знадобляться комбикормовому заводу для випуску необхідного обсягу продукції (ОК).

$$I = ПВ_{об} + ПВ_{буд} + ОК$$

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 (B_{пр}), транспортні витрати на доставку (T_p), заготівельно-складські витрати (З_c) та витрати на монтаж обладнання (M_н):

$$ПВ_{об} = 1,2 * (B_{пр} + T_p + Z_c + M_n),$$

де T_p = 8 % від вартості придбання обладнання;

Z_c = 2 % від вартості придбання обладнання;

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

Загальну суму вартості придбання та монтажу впроваджуваного обладнання необхідно розрахувати за допомогою табл. 7.1.1.

КРМ.ТЗіК.1.607-03.4.3				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		ОКВЛ О.В.		
Консульт.		Басюркіна Н.Й.		
Керівник		Макаринська А.В.		
Зав.каф.		Макаринська А.В.		
Н.контр.				
Науково-технічні основи гранулювання висівок пшеничних на комбикормових заводах				
		Літ.	Арк.	Аркушів
		59	83	
ОНТУ 2024				

Таблиця 7.1.1 – 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
Просіювач №1	VZ 800 2000	1	280	280	28
ваги	УЗ-ДБДТ-1000	1	100	100	10
магнітний сепаратор	УЗ-ДКМ-03	1	150	150	15
кондиціонер	СМ 5К/6	1	950	950	95
прес-гранулятор	PMV	1	1150	1150	115
охолоджувач	VK19X24R	1	550	550	55
просіювач	УЗ-ДМП-20А	1	300	300	30
модуль дозування та фасування №1	МО 50-90Ш	1	215	215	21,5
Скребоквий конвеєр	КСТ-200	4	140	560	56
Норія	Е-20	1	65	65	6,5
Норія	НМ-30	1	70	70	7
Покупна вартість обладнання				4390	439

$$T_p = 4390 \times 0,08 = 351,2 \text{ тис.грн}$$

$$Z_c = 4390 \times 0,02 = 87,8 \text{ тис.грн}$$

$$ПВ_{об} = 1,2 \times (4390 + 439 + 351,2 + 87,8) = 6321,6 \text{ тис.грн}$$

Розрахунок інвестицій у будівництво проводимо на основі методу питомих капітальних вкладень. Питомі капітальні вкладення на будівництво 1 кв.м. виробничої будівлі заводу складають 7000 грн. Додатково необхідно врахувати капітальні витрати на проведення комунікацій (20 % від інвестицій на будівництво).

Враховуючи загальну площу виробничої будівлі 864 кв.м інвестиції на будівництво становлять:

$$ПВ_{\text{буд}} = 864 \text{ кв.м} \times 7000 \text{ грн/кв.м} \times 1,2 / 1000 = 7257,6 \text{ тис.грн}$$

Інвестиції складають:

$$I = 6321,6 + 7257,6 = 13579,2 \text{ тис.грн}$$

7.2 Розрахунок виробничої програми

Розрахунок виробничої програми підприємства представимо у вигляді таблиці 7.2.1.

Проектом передбачено, що на підприємстві буде гранулюватись 100 % пшеничних висівок. Для цього буде встановлено лінію гранулювання потужністю 6 т/год.

Таблиця 7.2.1 – Розрахунок планового обсягу виробництва підприємства

	Показники	Значення
1	Виробнича потужність лінії, т/добу	144
2	Плановий фонд робочого часу підприємства, діб	330
3	Коефіцієнт використання виробничої потужності	0,8
4	Плановий обсяг виробництва к/к на рік, тис.т	38

Таким чином, плановий обсяг виробництва гранульованих висівок становитиме 38 тис.тонн на рік. *Гранулювання висівок дає можливість зменшити об'єми під зберігання, збільшити строки зберігання висівок, так як розсипні висівки швидко псуються через високу вологість, а також зручно транспортувати через відсутність пилоутворення. Тому гранулювання висівок економічно вигідне.*

7.3 Розрахунок додаткових витрат

Додаткові витрати на паливо й енергію

Витрати на енергію:

$$В_{\text{ел}} = П_{\text{ел.дв.}} \times РП_i \times T_p \times T_{\text{ел}},$$

де $П_{\text{ел.дв.}}$ – 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.

$$V_{\text{ел}} = 395 \times 330 \times 24 \times 3,05 / 1000 = 9541,6 \text{ тис.грн}$$

Додаткові витрати на паливо розраховуємо за допомогою табл.7.3.1. Проектом передбачено гранулювання усього додаткового обсягу виробництва.

Таблиця 7.3.1 – Розрахунок додаткової вартості палива

Показники	Гранулювання комбікормів
1. Річний обсяг гранулювання комбікормів, т	38
2. Норма витрачання умовного палива на гранулювання 1 тонни комбікорму, кг	12
3. Річна потреба в умовному паливі, т	456
4. Вид натурального палива	газ
5. Коефіцієнт переводу умовного палива в натуральне	0,88
6. Річна потреба в натуральному паливі, тис куб м	401,3
7. Вартість 1 тис куб м натурального палива, грн	8250
8. Вартість річної потреби натурального палива, тис.грн	3310,6

Загальні витрати на паливо та енергію:

$$V_{\text{пе}} = 9541,6 + 3310,6 = 12852,2 \text{ тис. грн}$$

Витрати на оплату праці

Таблиця 7.3.2 – 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
Гранулювальник	1	6	43,76	2080	91016,64
Оператор	1	5	39,08	2080	81282,24
Вантажник	1	2	24,34	2080	50627,2
Усього основна зар. платня	3				222926,1
Додаткова зар. платня (20 %)					44585,2
Всього основна і додаткова заробітна платня, грн					267511,3

Витрати на оплату праці на одну зміну – 267511,3 грн.

Кількість змін – 2.

Чисельність виробничого персоналу: $3 \times 2 = 6$ осіб.

Загальні витрати на оплату праці виробничого персоналу – 535022,6 грн.

Чисельність невиробничого персоналу: $6 \times 0,3 = 2$ особи.

Загальна чисельність персоналу – 8 осіб.

При середній заробітній платі одного працівника невиробничого персоналу у 25000 грн, фонд оплати праці невиробничого персоналу складе:

$$2 \text{ особи} \times 25000 \text{ грн} \times 11 \text{ міс.} / 1000 = 550 \text{ тис. грн.}$$

Загальні річні витрати на оплату праці складають:

$$V_{оп} = 267,5 + 550 = 817,5 \text{ тис. грн}$$

Відрахування до єдиного соціального внеску

Відрахування до єдиного соціального внеску необхідно визначити, використовуючи встановлені ставки відрахувань (22 %):

$$V_{св} = 817,5 \times 0,22 = 179,9 \text{ тис.грн}$$

Витрати з амортизації основних засобів

Амортизаційні відрахування будівель, споруд ($\Delta A_{б\text{уд}}$) та обладнання ($\Delta A_{обл}$) можна розрахувати за формулою:

$$\Delta A_{б\text{уд}(обл)} = (ПВ_{б\text{уд}(обл)} - БВ_{б\text{уд}(обл)}) * H_a / 100,$$

де $ПВ_{б\text{уд}}$ та $ПВ_{обл}$ – первісна вартість встановлених будівель, споруд та впроваджуваного обладнання;

$БВ_{б\text{уд}}$ та $БВ_{обл}$ – балансова (залишкова) вартість демонтованих будівель, споруд та обладнання тощо;

H_a – норма річних амортизаційних відрахувань для основних засобів групи 1, до складу якої входять будівлі та споруди ($H_a = 5 \%$); для основних засобів групи 3 ($H_a = 20 \%$).

$$A_{обл.} = 6321,6 / 1,2 \times 0,2 = 1053,6 \text{ тис. грн}$$

$$A_{буд.} = 7257,6 / 1,2 \times 0,05 = 302,4 \text{ тис. грн}$$

$$A_{заг} = 1053,6 + 302,4 = 1356 \text{ тис.грн}$$

Відрахування на ремонт будівель, споруд ($PM_{\text{буд}}$) та обладнання ($PM_{\text{обл}}$) необхідно визначити у розмірі 30 % від вартості будівель, споруд та обладнання відповідно:

$$PM_{\text{обл}} = 6321,6 \times 0,3 = 1896,5 \text{ тис. грн.}$$

$$PM_{\text{буд}} = 7257,6 \times 0,3 = 2177,3 \text{ тис. грн.}$$

$$PM_{\text{заг}} = 1896,5 + 2177,3 = 4073,8 \text{ тис. грн.}$$

Загальні витрати за статтею «Амортизація» складають:

$$A = 1356 + 4073,8 = 5429,8 \text{ тис. грн.}$$

Додаткові інші витрати

Інші витрати можна прийняти на рівні 5 % від матеріальних витрат підприємства

$$B_{\text{інші}} = (12852,2 + 817,5 + 179,9) \times 0,05 = 692,5 \text{ тис. грн}$$

Загальний приріст витрат підприємства за проектом складе:

$$\Delta CB = 12852,2 + 817,5 + 179,9 + 692,5 = 14542,1 \text{ тис. грн.}$$

У відповідності до ринкової кон'юнктури оптова ціна без ПДВ 1 т пшеничних висівок складає 3500 грн, а гранульованих висівок – 4200 грн/т. Таким чином додатковий дохід на 1 т продукції складатиме:

$$\Delta D_1 = 4200 - 3500 = 700 \text{ грн.}$$

Загальний додатковий дохід по проекту становитиме:

$$\Delta D = 700 \times 38 = 26600 \text{ тис. грн.}$$

Із урахуванням розрахованих додаткових витрат за проектом ми можемо розрахувати додатковий прибуток підприємства:

$$\Delta \Pi = \Delta D - \Delta CB_{\text{зб.шпр}} = 26600 - 14542,1 = 12057,9 \text{ тис. грн.}$$

Додатковий чистий прибуток складе при рівні податку на прибуток у розмірі 18%

$$\Delta \text{ЧП} = 12057,9 - 12057,9 \times 0,18 = 9887,5 \text{ тис. грн.}$$

7.4 Оцінка економічної ефективності інвестицій

Оцінку економічної ефективності інвестицій здійснюють за допомогою показника строку окупності інвестицій (Т).

Строк їх окупності можна розрахувати за формулою:

$$T = \frac{I}{(ЧП+A)}$$

де ЧП – чистий прибуток заводу;

A – сума амортизаційних відрахувань.

$$T = 13579,2 / (9887,5 + 5429,8) = 0,9 \text{ року}$$

Строк окупності менше 4 років, тому проєкт є доцільним.

Розрахунок чистої поточної вартості майбутніх доходів у кожному році слід здійснити за допомогою табл.7.4.1.

Чиста нинішня вартість (NPV) – це різниця між поточною вартістю результатів і поточною вартістю витрат за проєктом.

Якщо $NPV > 0$, то проєкт можна рекомендувати до реалізації, якщо $NPV < 0$ – проєкт збитковий і його необхідно відхилити.

$$NPV = \sum ЧПД - I$$

Таблиця 7.4.1 – Розрахунок чистої поточної вартості майбутніх доходів, за допомогою яких можна окупити інвестиції по проєкту

Показники	0 рік	1 рік	2 рік	3 рік	4 рік	5 рік	Сума
Сума інвестицій, тис.грн	13579,2						
ЧП		9887,5	9887,5	9887,5	9887,5	9887,5	
A		5429,8	5429,8	5429,8	5429,8	5429,8	
МД		15317,3	15317,3	15317,3	15317,3	15317,3	76586,5
d (30 %)		0,7692	0,5917	0,4552	0,3501	0,2693	
ЧПД = МД * d		11782,1	9063,3	6972,4	5362,6	4125	
NPV	63007,3						
ЧПД накопченим підсумком	-13579,2	-1797,1	7266,2				

$$NPV = 76586,5 - 13579,2 = 63007,3 \text{ тис.грн}$$

$$T_{окд} = 2 + 1797,1 / 7266,2 = 2,3 \text{ років}$$

Строк окупності менше 4 років, тому проєкт є доцільним.

Основні техніко-економічні показники проєкту відображено в табл. 7.4.2.

Таблиця 7.4.2 – Основні техніко-економічні показники проєкту

Показники	Значення
Інвестиції, тис.грн	13579,2
Інвестиції у обладнання, тис.грн	6321,6
Інвестиції на будівництво, тис.грн	7257,6
Річний обсяг виробництва гранульованих висівок у натуральному виразі, тис.т	38
Приріст прибутку від реалізації проєкту, тис.грн	12057,9
Приріст чистого прибутку від реалізації проєкту, тис.грн	9887,5
Строк окупності проєкту, років	2,3

Висновок: Розрахунки показали, що за проєктом необхідні інвестиції у розмірі 13579,2 тис. грн., які будуть окуплені протягом 2,3 років. Впровадження проєкту гранулювання пшеничних висівок є економічно ефективним і доцільним. Запропоновану технологію можна використовувати на комбикормових та борошномельних заводах, а також встановлювати у приватних фермерських господарствах.

Висновки та технічні пропозиції

На основі проведених літературних даних і експериментальних досліджень можна зробити наступні висновки:

- були обґрунтовані маркетингові дослідження проекту;
- розглянуто характеристику пшеничних висівок, проаналізовано їх хімічний склад;
- розглянуто використання пшеничних висівок в раціонах сільськогосподарських тварин і птиці
- були визначені фізичні властивості та хімічні показники розсипних і гранульованих висівок;
- обґрунтовано вибір технологічного процесу гранулювання пшеничних висівок;
- розроблено структурну схему виробництва гранульованих пшеничних висівок;
- експериментальним шляхом було встановлено, що оптимальна вологість при гранулювання складає 16%;
- розраховані рецепти комбікорму з включення гранульованих пшеничних висівок;
- розроблена технологічна схема виробництва гранулювання пшеничних висівок;
- розрахунки показали, що за проектом необхідні інвестиції у розмірі 13579,2 тис. грн., які будуть окуплені протягом 2,3 років;
- впровадження проекту гранулювання пшеничних висівок є економічно ефективним і доцільним. Запропоновану технологію можна використовувати на комбікормових та борошномельних заводах, а також встановлювати у приватних фермерських господарствах.

Список літератури

1. Шаповаленко О.І., Шаран А.В., Янюк Т.І, Козин В.Г. Гранулювання суміші пшеничних і житніх висівок. *Хранение и переработка зерна*. 2010. №5 (131). С. 45-47.
2. Ринок борошна та основні тренди 2024 року. *Харчові технології*. 2024. URL: <https://harch.tech/2024/02/27/rynok-boroshna-ta-osnovni-trendy-2024-roku/#:~:text=За%20оцінкою%20Спілки%20“Борошномели%20України,”%2C%20“Новоукраїнський%20КХП”>.
3. Скільки зібрали пшениці в Україні в 2023 р. по областях. 2023. *Super Agronom*. URL: <https://superagronom.com/multimedia/infographics/79-silki-zibrali-pshenitsi-v-ukrayini-v-2023-r-po-oblastyam>
4. У сезоні 2023/24 озимої пшениці на окупованих територіях засіяно на 10% менше. URL: <https://skilky-skilky.info/u-sezoni-2023-24-ozymoi-pshenytsi-na-okupovanykh-terytoriiakh-zasiiano-na-10-menshe/>
5. В Україні зберігається знижувальна цінова динаміка в секторі пшеничних висівок - АПК-Інформ. 2024. URL: <https://www.apk-inform.com/uk/news/1540580>
6. В Україні здешевшали пшеничне борошно та висівки. 2024. URL: <https://delo.ua/agro/v-ukrayini-zdesevsali-psenicne-borosno-ta-visivki-430161/>
7. Резніченко Д.В. Гранулювання висівок. *Хранение и переработка зерна*. 2006. №1(79). С. 27-28.
8. Висівки. URL: <https://www.agroforward.com.ua/product/visivki/>
9. Висівки пшеничні. URL: https://polikorm.com.ua/catalog/feed-mixtures-and-compound/feed-mixtures-and-compound_202.html
10. Чорнолата Л.П., Новаківська В.Ю. Економічна доцільність використання висівок у годівлі свиней — урахуємо структуру клітковини. *Сучасне тваринництво*. 2021. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/suchasne-tvarynnystvo/item/22240-ekonomichna-dotsilnist-vykorystannia-vysivok-u-hodivli-svyniei-urakhovuiemo-strukturu-klitkovyny.html>

11. Бусенко О.Т. Технологія виробництва продукції тваринництва. К.: Вища освіта, 2005. 496 с.

12. Кормові висівки пшеничні гранульовані. URL: <https://agrokit.com.ua/ua/p1370339348-kormovye-otrubi-pshenichnye.html>

13. Дяченко Л.С., Бомко В.С., Сивик Т.Л. Основи технології комбікормового виробництва: навч. посібник. Біла Церква, 2015. 306 с.

14. Висівка Пшенична Гранульована. URL: <https://forwardagrotrade.com/vysivka-pshenychna/>

15. Щаповаленко О.І., Шаран А.В., Євтушенко О.О., Почеп В.А. Вплив нетрадиційної сировини на технологію гранулювання пшеничних висівок. Технологія и переработка зерна. 2009. №4 (118). С. 56-57.

16. Братішко В.В. Науково-технічні основи приготування комбікормів гвинтовими грануляторами : монографія. Тернопіль: Видавництво «Крок», 2017. 234 с.

17. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу "Технологія комбікормового виробництва" [Електронний ресурс]: для здобувачів освіти спец. 181 "Харчові технології" ("Технологія зберігання і переробки зерна"), СВО "Бакалавр" ден. і заоч. форм навчання / Б. В. Єгоров, А. В. Макаринська, Т. М. Турпурова та ін.; за ред Б. В. Єгорова; відп. за вип. А. В. Макаринська; Каф. технології зерна і комбікормів. — Одеса : ОНТУ, 2023. — 59 с.

18. Дяченко Л.С. Основи технології комбікормового виробництва: навч. посібник / Л.С. Дяченко, В.С. Бомко, Т.Л. Сивик. – Біла Церква, 2015. – 306 с.

19. Кощенко О.М., Неділько Т.М., Шейко К.В. Особливості використання спеціалізованих комп'ютерних програм для розрахунку оптимальної рецептури комбікормів. 2008. ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. Том 10. №1(36). Частина 1. С. 202-206.

20. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з курсу «Проектування підприємств галузі з КП» та кваліфікаційних робіт для студ. спец. 181 «Харчові технології» ден. і заоч. форм навчання у 3-х частинах

[Текст] / Б.В. Єгоров, А.В. Макаринська, Т.В. Бордун, О.Г. Цюндик, В.Ю. Луніна; за ред. А.В. Макаринської; Каф. технології зерна і комбікормів – Одеса: ОНТУ, 2022 р. – 45с.

21. Єгоров Б.В., Кочетова А.О., Величко Т.О. та ін. Контроль якості та безпека продукції в галузі (комбікормова галузь) : Підручник. Херсон: Олді-плюс, 2013. 446 с.

22. Іванов В.П., Сліпченко О.Г. «Охорона праці: навчальний посібник». Київ: Центр учбової літератури. 2014.

23. Колотила М.О. «Охорона праці в агропромисловому комплексі». Підручник. Харків: УААН, 2008.

Додаток А

РЕЦЕПТ БМВД № БМВД-81
Для МОЛОДНЯКА ОВЕЦЬ

Вироблення: 1 т.

Вид комбікорму: ГРАНУЛИ

Склад	У рецепті
ВИСІВКИ ПШЕНИЧНІ ГРАНУЛЬОВАНІ	32.9 %
МАКУХА СОНЯШНИКОВА	30.1 %
ШРОТ СОЄВИЙ	20.00 %
МОЛОКО СУХЕ ЗНЕЖИРЕНЕ СП 37%	9.00 %
СІЛЬ КУХОННА	2.00 %
МОНОКАЛЬЦІЙФОСФАТ	1.00 %
ВІДГОДІВЛІ СВИНЕЙ 2 ПЕРІОДУ, КОМПЛЕКСИ	5.0 %

Показники якості

Найменування	Од. зм.	Розрахун		Макс.	Ввід
		ок	Мін.		
ОЕ	МДж/Кг	10.5	10.5		
СУХА РЕЧОВИНА	%	88.36	87		
СИРИЙ ПРОТЕЇН	%	23.6	19		
СИРИЙ ЖИР	%	10.1	2.5		
СИРА КЛІТКОВИНА	%	1.5		10	
СИРА ЗОЛА	%	6.40	0.7		
Са	%	0.80	0.8		1
Р	%	0.90	0.8		0.9

РЕЦЕПТ КОМБИКОРМУ-КОНЦЕНТРАТУ № КК-60
Для ДІЙНИХ КОРІВ ПАСОВИЩНИЙ ПЕРІОД

Вироблення: 1 т.

Вид комбікорму: ГРАНУЛИ

Склад	В рецепті
ЯЧМІНЬ	29,50 %
ПШЕНИЦЯ	24,50 %
ВИСІВКИ ПШЕНИЧНІ ГРАНУЛЬОВАНІ	20,00 %
МАКУХА СОНЯШНИКОВА	14,00 %
ТРАВ'ЯНЕ БОРОШНО	7,00 %
СОЛЬ ПОВАРЕНА	2,00 %
МОНОКАЛЬЦІЙФОСФАТ	2,00 %
ПРЕМИКС	1,00 %

Показники якості		
Найменування	Од. вим.	Розрах.
КОРМОВІ ОДИНИЦІ		1,01
СИРИЙ ПРОТЕЇН	%	11
СИРА КЛЕТЧАТКА	%	8,8
СИРИЙ ЖИР	%	2
Са	%	0,70
Р	%	0,72

Додаток Б

Одеський національний технологічний університет
Факультет Технології зерна і зернового бізнесу
Кафедра Технології зерна і комбікормів



Кваліфікаційна робота магістра
Тема: «**НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ ОСНОВИ
ГРАНУЛЮВАННЯ ВИСІВОК ПШЕНИЧНИХ НА
КОМБІКОРМОВИХ ЗАВОДАХ**»

Розробив Окул Олексій Вікторович
Група ТЗХ-64а
Керівник д.т.н., доц. Макаринська А.В.

За оцінкою Спілки «Борошномели України» до ТОП-10
ключових виробників борошна відносяться:

- «Вінницький комбінат хлібопродуктів №2»;
- «Столичний млин»;
- «Дніпромлин»;
- «Новопрокровський КХП»;
- «Комерційна фірма Рома»;
- «Рівне-Борошно»;
- «Зернарі»;
- «Запоріжмлин»;
- «ТД Ельдорадо»;
- «Новоукраїнський КХП».



					КРМ.ТЗіК.1.607-03.4.3			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Науково-технічні основи гранулювання висівок пшеничних на комбікормових заводах	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		Окул О.В.						
<i>Керівник</i>		Макаринська А.В.					73	83
<i>Консульт.</i>						ОНТУ 2024		
<i>Зав.каф.</i>		Макаринська А.В.						
<i>Н.контр.</i>								

Таблиця 1 – Показники виробництва озимої пшениці в 2023/2024 маркетинговому році

Показник	Підконтрольні Україні території	Тимчасово окуповані території	Вся Україна
Площа, млн га	4,72	1,64	6,36
Виробництво, млн т	22,79	6,26	29,05
Урожайність	4,83	3,81	4,57



При виробництві пшеничного борошна зазвичай утворюється від **20% до 25%** висівок від загальної маси обробленого зерна.

Таблиця 2 – Хімічний склад пшеничних висівок (літературні дані)

Показник	Вміст
Сирий протеїн, %	14,4
Сира клітковина, %	11,6
Сирий жир, %	4,14
Безазотисті екстрактивні речовини, %	54,17
в т.ч. крохмалю, %	40,32
цукрів, %	4,7
Сира зола, %	4,67
Мікроелементи, %	
Кальцій, %	0,14
Фосфор, %	1,08
Нагрій, %	0,04
Вітаміни, мг/кг	
Вітамін Е	20,9
Вітамін В ₁	6
Вітамін В ₂	2,9
Вітамін В ₃	150
Вітамін В ₄	1300
Вітамін В ₅	23,5
Кормові одиниці в 100 кг	75

Таблиця 3 – Амінокислотний склад пшеничних висівків (літературні дані)

Амінокислоти	г/100 г висівків	% від загального вмісту амінокислот
Незамінні амінокислоти		
Треонін	0,49	3,58
Валін	0,72	5,41
Метіонін	0,23	1,65
Ізолейцин	0,48	3,53
Лейцин	0,91	6,68
Фенілаланін	0,59	4,31
Лізин	0,58	4,29
Триптофан	0,27	2,00
Всього	4,27	31,45
Замінні амінокислоти		
Аспарагінова кислота	1,11	8,11
Серин	0,67	4,88
Глютамінова кислота	2,80	20,61
Пролін	0,86	6,32
Гліцин	0,88	6,45
Аланін	0,76	5,54
Цистин	0,36	2,66
Тирозин	0,43	3,16
Гістидин	0,42	3,09
Аргінін	1,01	7,82
Всього	9,3	68,64
Разом	13,57	100,09



Таблиця 4 – Норми введення пшеничних висівків у комбікорми, %

Вид	Пшеничні висівки
Молодняк свиней у віці до 4 міс.	до 15
Ремонтний молодняк у віці від 4 до 8 міс.	до 30
Свиноматки поросні другого періоду і підсисні, кнури-плідники, свині на відгодівлі (до жирних кондицій)	до 35
Свиноматки поросні першого періоду	до 40
Молодняк свиней на м'ясній та беконній відгодівлі	до 25
Телята у віці від 1 до 6 міс.	до 20
Телята у віці від 6 міс. до 1 року	до 40
Молочні корови, молочна рогата худоба на відгодівлі	60
Робочі коні	50
Кури-несучки	10
Індики батьківського стада	15
Качки батьківського стада	25



Таблиця 5 – Якість пшеничних висівок при зберіганні

Показники	Вихідні показники	Через 30 днів зберігання при вологості, %		
		14	15	16
Вологість, %	12,2	14,3	14,7	15,2
Кислотність, град.	5,9	12,9	12	14
Кислотне число, мг				
КОН/г	26,5	136,8	152,7	168,4
Сирий протеїн, %	14,4	14,6	14,5	14,7
Сирий жир, %	4,14	4,5	4,2	4



Переваги гранулювання:

- зменшення кількості патогенних мікроорганізмів із збереженням мікроелементів та вітамінів;
- підвищує ефективність засвоєння фосфору, білків і обмінної енергії, активізує метаболічні процеси у тварин і покращує засвоєння поживних речовин, що сприяє поліпшенню синтезу речовин;
- покращення транспортувальних властивостей продукту, зниження втрат продукту під час переміщення;
- зменшення пилоутворення;
- зниження вибухо- та пожежонебезпечності;
- збільшення термінів зберігання.



Мета кваліфікаційної роботи: Розробка технології виробництва гранульованих пшеничних висівок для подовження термінів зберігання, зменшення ємностей під зберігання, зниження пилоутворення та покращення зручності транспортування.

Завдання кваліфікаційної роботи :

- визначити фізичні властивості та хімічні показники розсипних і гранульованих висівок;
- обґрунтувати вибір технологічного процесу гранулювання пшеничних висівок;
- розробити технологічну схему виробництва гранульованих пшеничних висівок;
- розрахувати техніко-економічні показники.



Таблиця 6 – Фізичні властивості розсипних пшеничних висівок

Показники	Пшеничні висівки
Вологість, %	13
Об'ємна маса, кг/м ³	342
Кут природного укосу, град	47
Середній розмір частинок, мм	0,72

Таблиця 7 – Хімічні показники розсипних пшеничних висівок

Показники	Вміст, %
Вологість, %	13
Масова частка сирого протеїну	12,3
Масова частка сирової клітковини	7,9
Масова частка сирого жиру	2,3



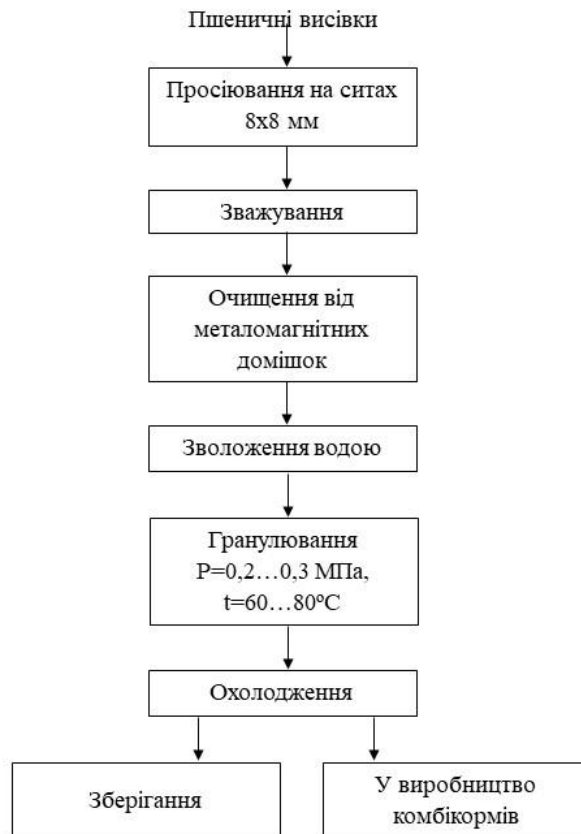


Рис. 1 – Поетапна схема гранулювання пшеничних висівок

Таблиця 8 – Фізичні властивості гранульованих пшеничних висівок

Показники	Пшеничні висівки		
	14	16	18
Вологість, %	8,1	8,5	8,9
Об'ємна маса, кг/м ³	612	625	629
Кут природного укосу, град	40	40	41
Крихкість, %	9,5	9,2	9,2

Таблиця 9 – Хімічні показники гранульованих пшеничних висівок

Показники	Вміст, %
Вологість, %	8,5
Масова частка сирого протеїну	12,1
Масова частка сирі клітковини	6,8
Масова частка сирого жиру	2,1



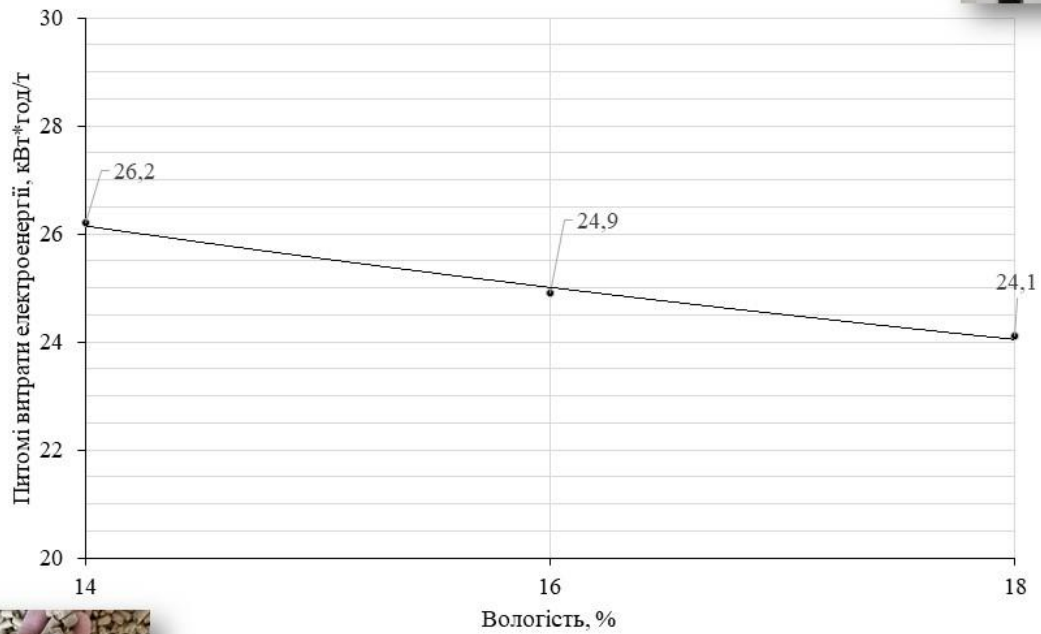
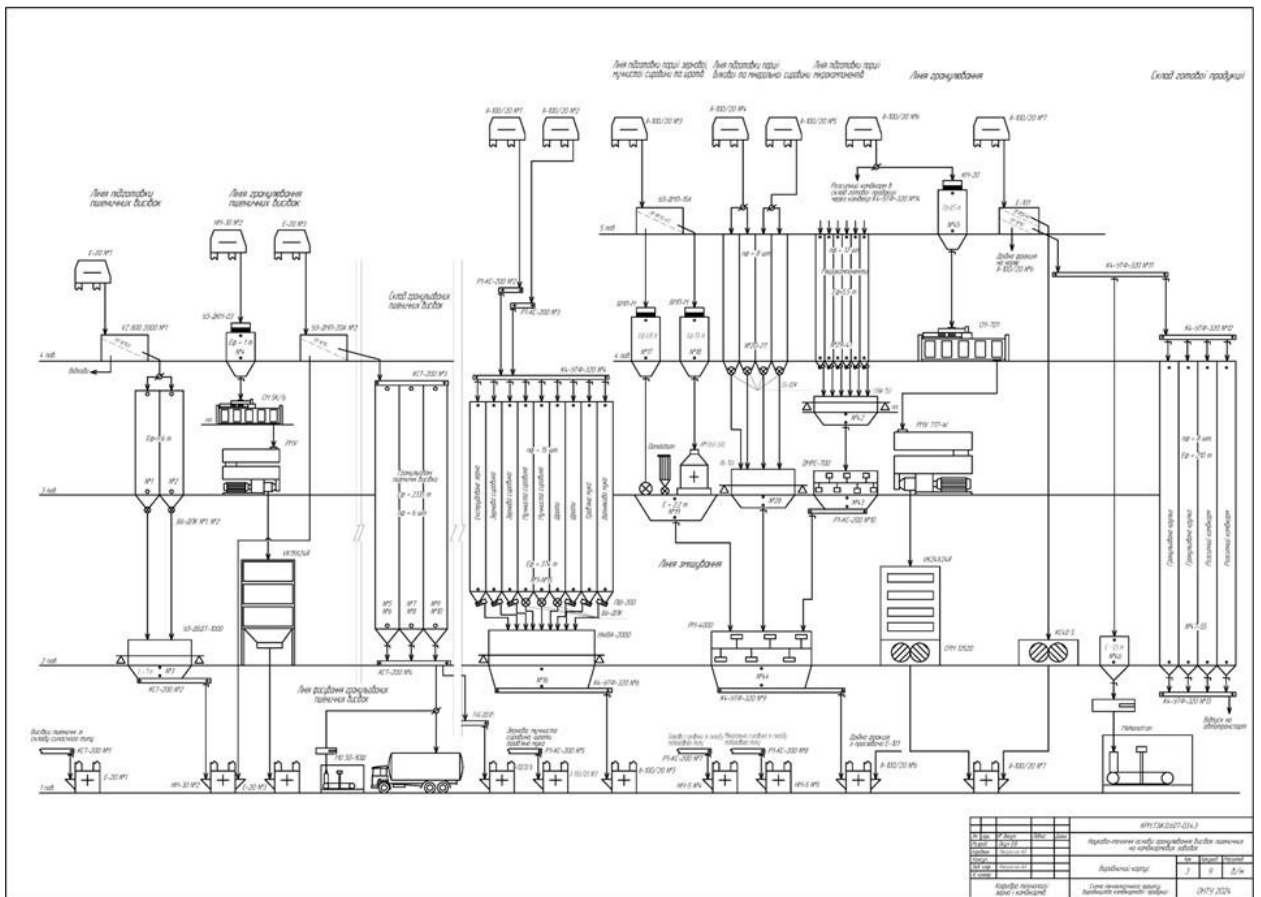
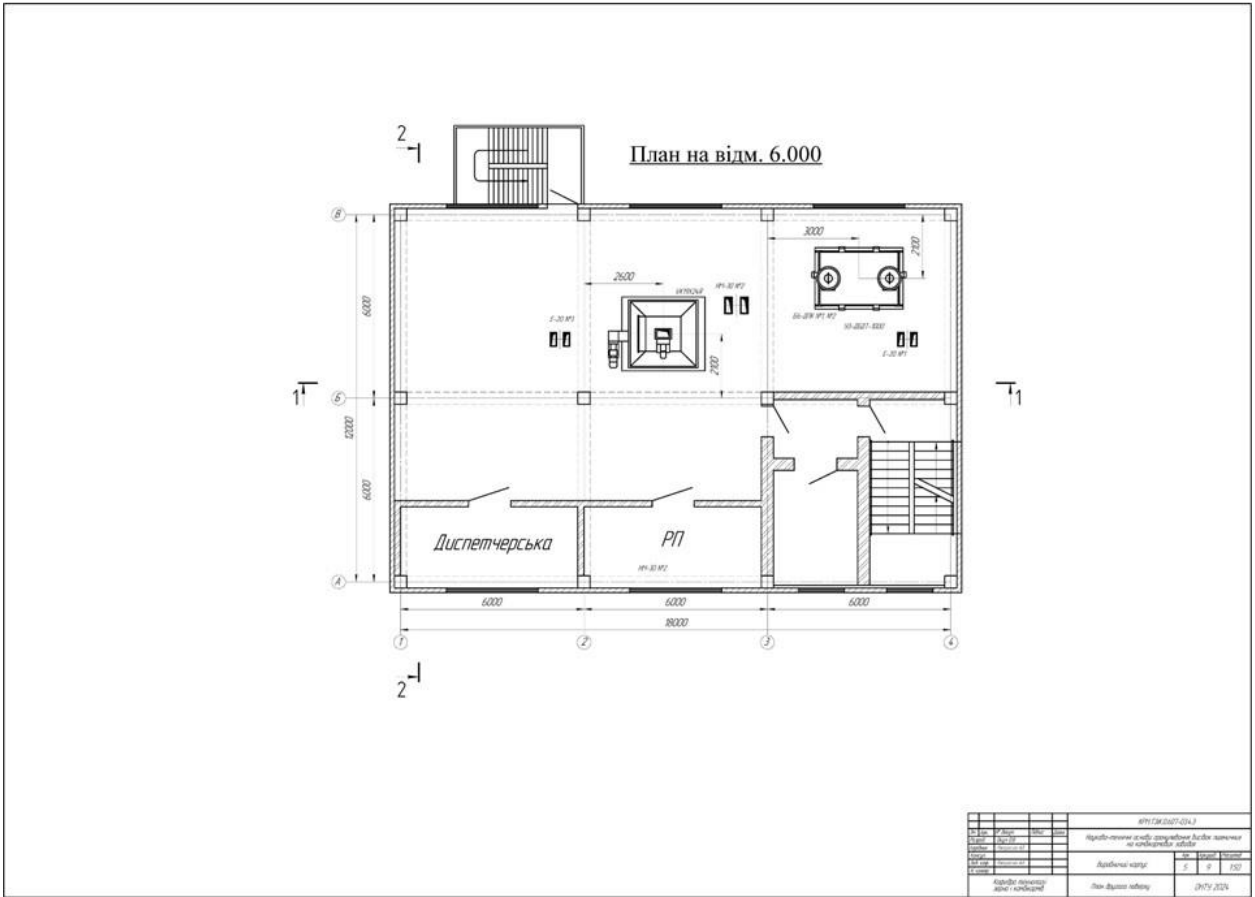
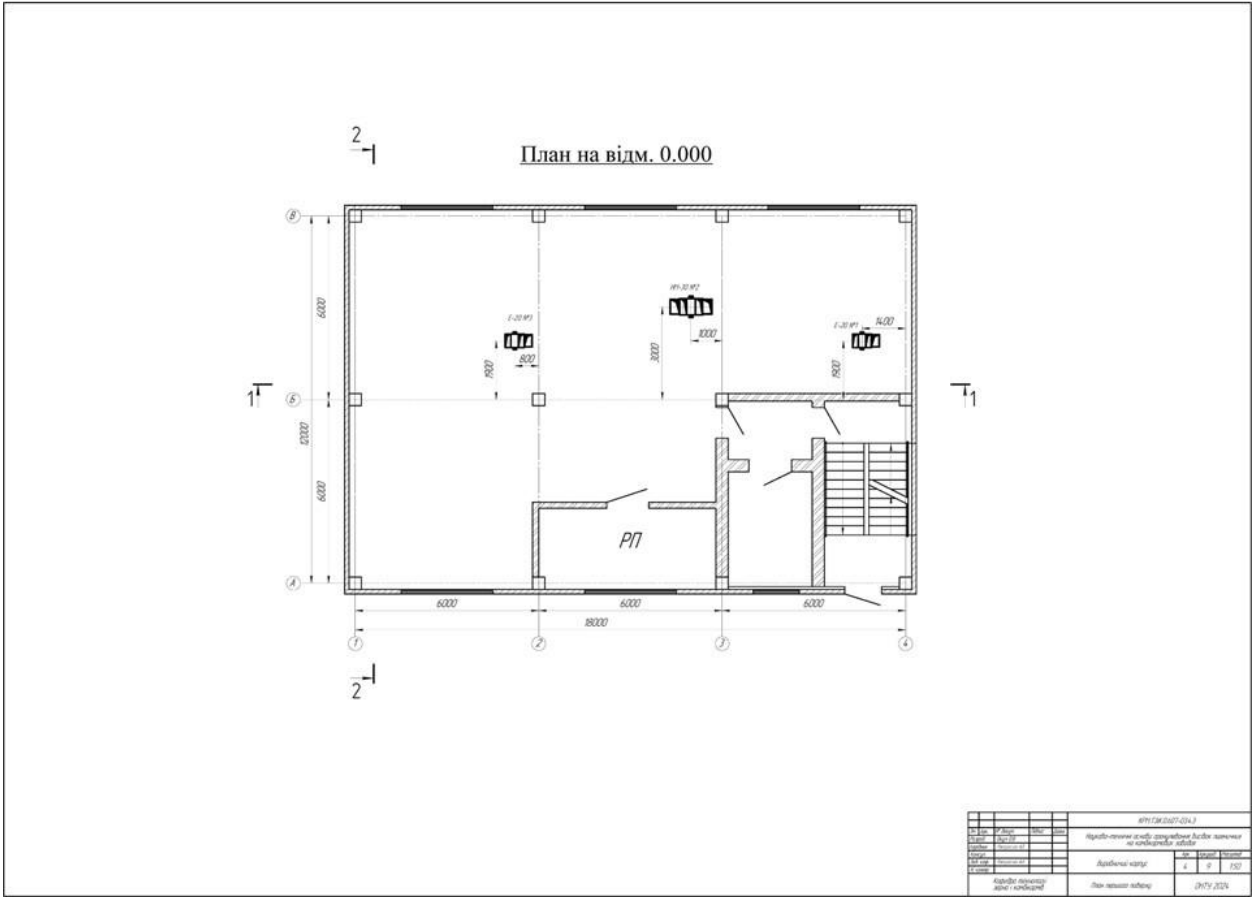
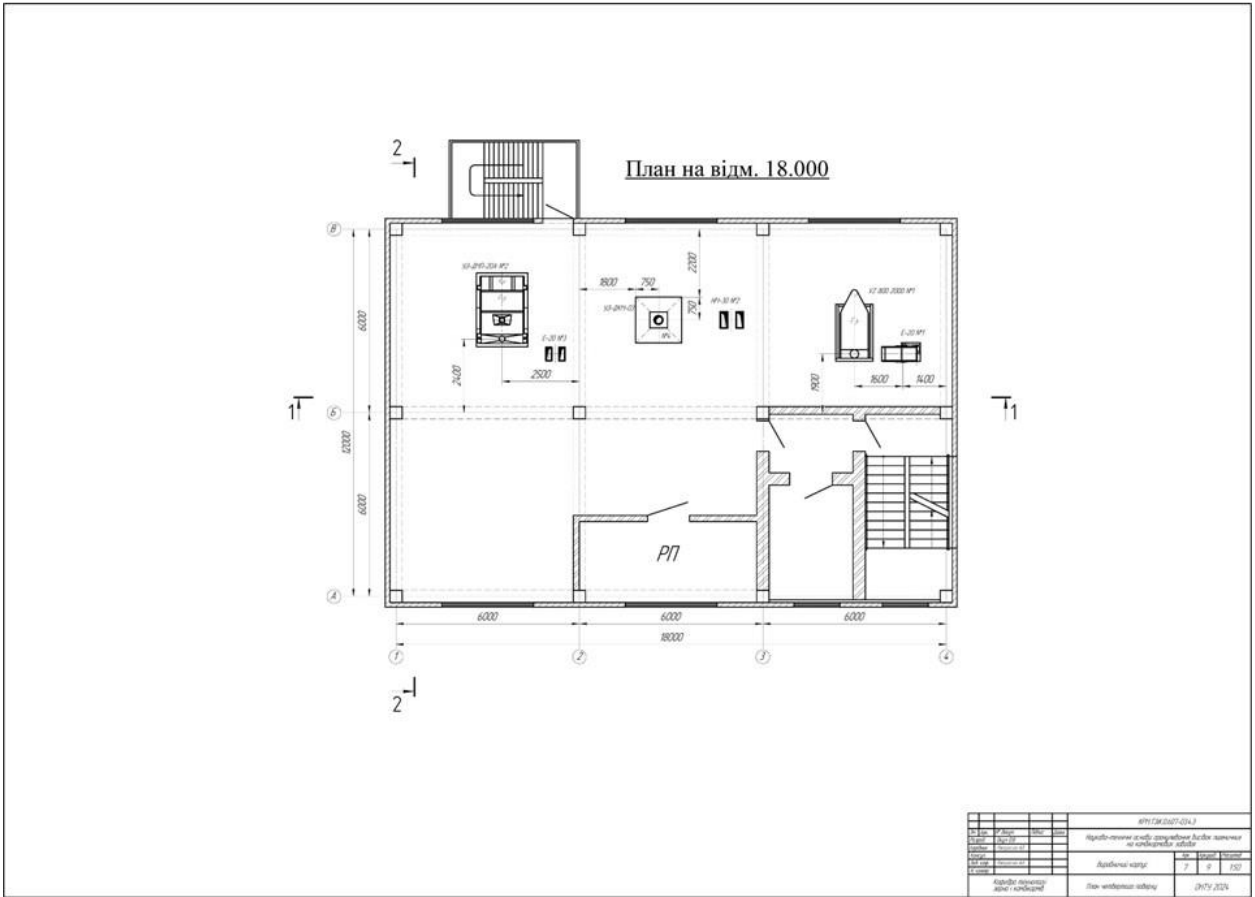
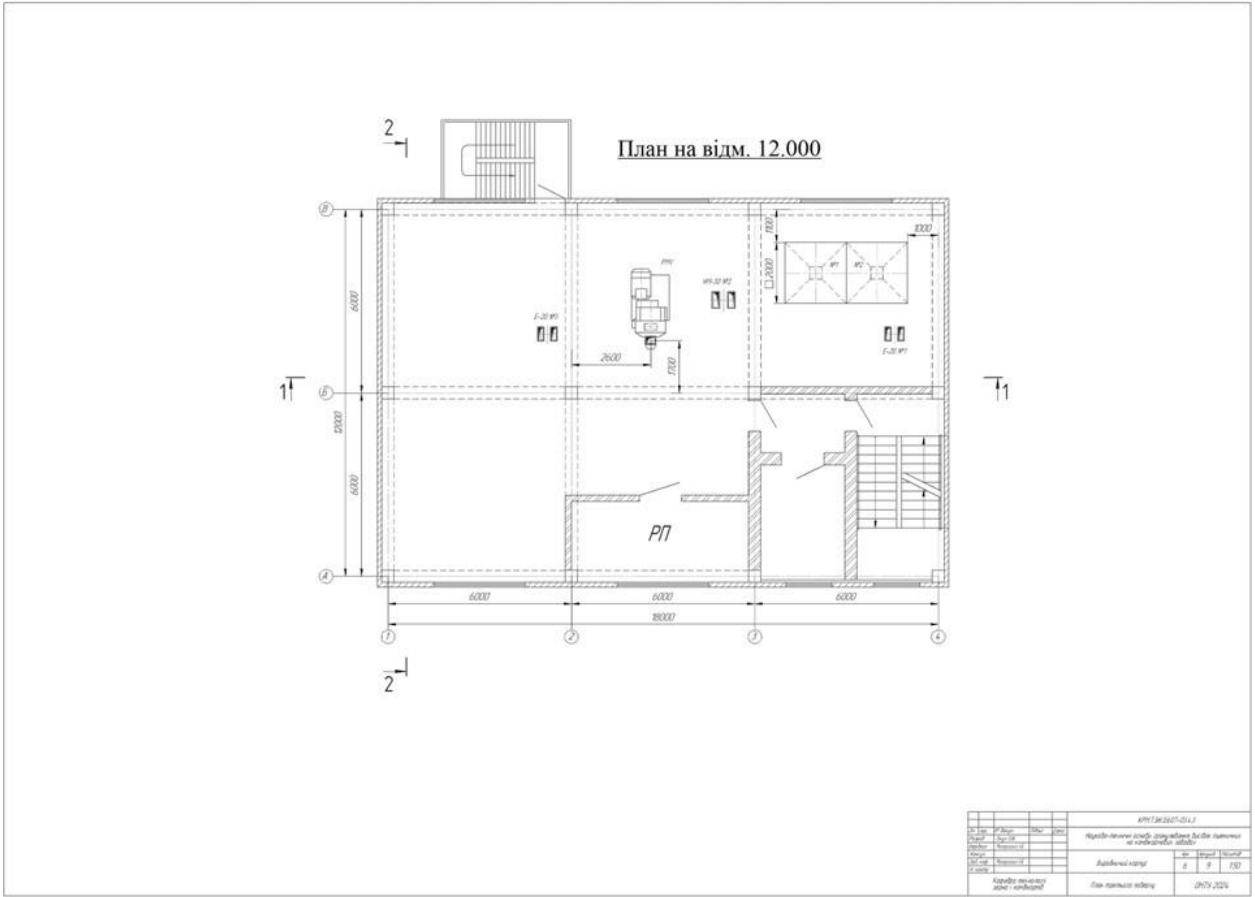


Рис. 2 – Питомі витрати електроенергії на гранулювання пшеничних висівків



КРМ.ТЗіК.1.607-03.4.3			
№	Вид	Дата	Відомості
1	Схематична	10.01.2024	Схематична діаграма технологічного процесу гранулювання пшеничних висівків
2	Технічна	10.01.2024	Технічна специфікація до схематичної діаграми
3	Експлуатаційна	10.01.2024	Інструкція з експлуатації
4	Монтажна	10.01.2024	Монтажні вимоги
5	Тестування	10.01.2024	Програма тестування
6	Діагностика	10.01.2024	Програма діагностики
7	Обслуговування	10.01.2024	Програма обслуговування
8	Ремонт	10.01.2024	Програма ремонту
9	Запасні частини	10.01.2024	Список запасних частин
10	Інше	10.01.2024	Інше







Висновки:

- ✓ були визначені фізичні властивості та хімічні показники розсіпних і гранульованих висівок;
- ✓ обґрунтовано вибір технологічного процесу гранулювання пшеничних висівок;
- ✓ розроблено структурну схему виробництва гранульованих пшеничних висівок;
- ✓ експериментальним шляхом було встановлено, що оптимальна вологість при гранулюванні складає 16%;
- ✓ розраховані рецепти комбікорму з включення гранульованих пшеничних висівок;
- ✓ розроблена технологічна схема виробництва гранулювання пшеничних висівок;
- ✓ розрахунки показали, що за проектом необхідні інвестиції у розмірі 13579,2 тис. грн., які будуть окуплені протягом 2,3 років;
- ✓ впровадження проекту гранулювання пшеничних висівок є економічно ефективним і доцільним. Запропоновану технологію можна використовувати на комбікормових та борошномельних заводах, а також встановлювати у приватних фермерських господарствах.



Дякуємо за увагу!