

Міністерство освіти і науки України
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра технології зернових продуктів, хліба і кондитерських виробів



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

на тему Організація процесу лущення зерна пшениці у технології
сортового помелу

(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)

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

2 курсу ТЗХ-61 групи

Керівник доц., к.т.н. Волошенко О.С.
(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти: _____
(посада, прізвище та ініціали)

(посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від _____ 2023 р., протокол № ____.

Завідувач(ка) кафедри ТЗПХіКВ _____ Дмитро ЖИГУНОВ
(назва кафедри) (підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Одеса – 2023 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет	Технології зерна і зернового бізнесу
Кафедра	Технології зернових продуктів, хліба і кондитерських виробів
Ступінь вищої освіти	Магістр
Спеціальність	181 «Харчові Технології»
Освітня професійна програма	Технології зберігання і переробки зерна

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ТЗПХіКВ

Дмитро ЖИГУНОВ

«_____» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Тодоровський Олег Валерійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Організація процесу луцення зерна пшениці у технології сортового помелу

керівник проекту (роботи) доц., к. т. н. Волошенко О. С.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від "16" 12. 22 р № 948-03

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 11.12. 2023 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи)

Матеріали переддипломної практики: показники якості зерна, що переробляється, і асортимент готової продукції; показники ТЕО.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Стан проблеми та перспективи її вирішення. Техніко-економічне обґрунтування. Характеристика технологічних об'єктів та комунікацій генерального плану підприємства" Архітектурно-будівельне рішення, загальна характеристика генерального плану. Наукова частина. Технологічна частина. Техніко-економічні показники проєкту.

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

Показники якості зерна пшениці, схема технологічного процесу зерноочисного, схема технологічного процесу розмелювального відділення, баланс помелу, плани поверхів

РОЗДІЛ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
ТЕО, ТЕП	Басюркіна Н.Й., проф., д.е.н.		

7. Дата видачі завдання _____ 25.09.2023 р.

Керівник _____ Волошенко О.С.

(підпис) (ПІБ)

Завдання прийняв до виконання _____ Тодоровський О.В.

(підпис) (ПІБ)

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання	Примітка
1.	СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ	25.09-28.09	виконано
2.	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ	29.09-04.10	виконано
3.	ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА	05.10-08.10	виконано
4.	НАУКОВА ЧАСТИНА	09.10-05.11	виконано
5.	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	06.11-23.11	виконано
6.	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ	01.12-05.12	виконано
7.	ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	08.12-10.12	виконано

Здобувач-дипломник _____ Тодоровський О.В.
(підпис) (ПІБ)

Керівник _____ Волошенко О.С.
(підпис) (ПІБ)

Здобувач-дипломник Тодоровський О.В. _____
(ПІБ) (підпис)

ЗМІСТ

ЗМІСТ.....	4
АНОТАЦІЯ	6
ВСТУП	8
1. РОЗДІЛ 1 СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ.....	9
1.1 Характеристика об'єкта.	10
1.2 Мета і завдання проєкту.....	10
2. РОЗДІЛ 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ.....	11
3. РОЗДІЛ 3 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА.....	14
3.1 Загальна характеристика генерального плану підприємства.....	14
3.2 . Архітектурно-будівельні рішення.....	15
4. РОЗДІЛ 4 НАУКОВА ЧАСТИНА	19
4.1 Аналіз процесу лущення зерна при сортових помелах	19
4.2 Методика проведення досліджень	23
4.3 Результати досліджень	25
5. РОЗДІЛ 5 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	31
5.1 Характеристика сировини.....	31
5.2 Опис технологічної схеми зерноочисного відділення борошномельного заводу	35
5.3 Вибір, розрахунок та підбір технологічного обладнання зерноочисного відділення.	38
5.4 Опис технологічної схеми розмелювального відділення борошномельного заводу	41
5.5 Розрахунок балансу помелу зерна	43
5.6 Вибір, розрахунок та підбір технологічного обладнання розмелювального відділення	47
5.7 Технохімічний контроль виробництва. Застосування системи НАССР	52
5.8 Охорона праці.....	61

6. РОЗДІЛ 6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ	65
7. ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	77
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	78

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи магістра: «Організація процесу лущення зерна пшениці у технології сортового помелу».

Задана продуктивність заводу: продуктивність заводу складає 12 т/год.

Особливість заводу: Завод має зерноочисне відділення, розмелювальне відділення та відділення готової продукції.

У зерноочисному відділенні передбачено використання лущильних машин Каскад, що призводить до покращення санітарного стану зерна пшениці та збільшення виходу борошна вищого сорту.

У розмелювальному відділенні реалізовано 78-% помел пшениці (вихід борошна вищого сорту – 40 %, 1 сорту – 38 %).

Мета кваліфікаційної роботи: є удосконалення процесу підготовки зерна до помелу шляхом його лущення.

Завдання кваліфікаційної роботи: визначення техніко-економічних показників, розробка технологічної схеми підприємства, підбір кількості обладнання, розстановка його на планах поверхів, розрахунок місткості і кількості бункерів, передбачення контролю відходів.

В розрахунково-пояснювальну записку входять наступні розділи :

Розділ 1. Стан проблеми та перспективи її вирішення.

Розділ 2. Техніко-економічне обґрунтування.

Розділ 3. Характеристика технологічних об'єктів та комунікації генерального плану підприємства.

Розділ 4. Наукова частина.

Розділ 5. Технологічна частина.

Розділ 6. Техніко-економічні розрахунки.

Висновки та пропозиції.

Кількість листів графічної частини – 6 листів,

Кількість сторінок у розрахунково-пояснювальній записці – 79 стор.

Ключові слова: борошномельний завод, якість пшеничного борошна, лу-
щення зерна, сортовий помел.

ВСТУП

У сучасних умовах постійного зростання населення в багатьох країнах для більшості людей планети зернові є основними та незамінними продуктами харчування. Таке велике значення яких пов'язано в основному високою поживною цінністю, а також відносно низькою вартістю виробництва хлібобулочних, макаронних і кондитерських виробів і можливістю отримання широкого асортименту готової продукції.

Виробництво зерна нестабільне за роками, що зумовлено ускладненням клімату, екстремальними явищами, погіршенням екології й природно-кліматичних умов загалом.

За даними Всесвітньої організації ФАО (Food and Agriculture Organization of the United Nations) у світі вирощується понад 2,5 млрд т зерна, четверта частина припадає на пшеницю.

Зернопереробна галузь є найважливішою частиною народного господарства і служить основним постачальником продовольства для населення і належить до соціально значимих галузей агропромислового комплексу. Стан та розвиток борошномельної промисловості країни є одним з основних показників добробуту, працездатності та здоров'я її населення.

Зростання обсягів виробництва зерна призводить не лише до збільшення кількості зернопереробних підприємств, а й до розробки та застосування сучасних технологічних рішень, що дозволяють відповідати реаліям сучасного ринку.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

Технологія борошна має багаторічну історію, у свою чергу, сучасна технологія сортового помелу пшениці заснована на принципах організації процесу, розроблених у другій половині XIX століття. Технологічні схеми підготовки і помелу поділяються на ряд взаємозалежних етапів і є складною системою.

Для забезпечення високої ефективності помелу у підготовчому відділенні борошномельного заводу проводять сепарування, очищення поверхні зерна, волого-теплову обробку (ВТО), формування помельних партій.

Важливу роль у процесі підготовки зерна має очищення його поверхні, тому що поверхня зернівки забруднена різними мікроорганізмами (токсино- та спороутворюючими) та хімічними компонентами (важкими металами, пестицидами тощо).

У сучасних умовах погіршення екологічного стану навколишнього середовища, підвищення уваги споживачів до безпечності продукції відбувається постійне посилення вимог до сировини та готової продукції. Оббивні машини, які застосовуються на сучасних вітчизняних заводах для очищення поверхні зерна, не завжди здатні забезпечити ефективне очищення зерна від шкідливих речовин, тому для підвищення санітарно-гігієнічного стану зерна необхідно застосування технології інтенсивного очищення з видаленням частини забруднених оболонок.

Одним зі шляхів вирішення даної проблеми є застосування лущення зерна пшениці при підготовці до сортових помелів, що дозволяє отримувати більш екологічну безпечну готову продукцію, яка також володіє кращими органолептичними (зменшується кількість частинок оболонок у борошні і покращується її зовнішній вигляд) і технологічними (вища білість) властивостями.

					КРМ.ТЗПХіКВ.1.948-03.І.1.4			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Тодоровський О.В.						
Керівник		Волошенко О.С.						
Консульт.								
Зав.кафедри		Жигунов Д.О.						
					Літ		Аркуш	Аркушів
							9	
Розділ 1					ОНТУ			

1.1 Характеристика об'єкта.

Завод має зерноочисне відділення, розмелювальне відділення та відділення готової продукції.

У зерноочисному відділенні передбачено використання луцильних машин Каскад, що призводить до покращення санітарного стану зерна пшениці та збільшення виходу борошна вищого сорту.

У розмельному відділенні реалізовано 78-% помел пшениці (вихід борошна вищого сорту – 40 %, 1 сорту – 38 %).

1.2 Мета і завдання проєкту

Метою кваліфікаційної роботи є удосконалення процесу підготовки зерна до помелу шляхом його луцення.

Завдання кваліфікаційної роботи: визначення техніко-економічних показників, розробка технологічної схеми підприємства, підбір кількості обладнання, розстановка його на планах поверхів, розрахунок кількісно-якісного балансу, розрахунок місткості і кількості бункерів, передбачення контролю відходів.

РОЗДІЛ 2

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ

Техніко–економічне обґрунтування будівництва борошномельного заводу потужністю 12 т/год .

Мета будівництва борошномельного заводу – отримання прибутку від виробництва та реалізації борошна.

Пропонується будівництво борошномельного заводу потужністю 12 т/год тобто 288 тон на добу.

Останнім часом збирання зерна в Україні поступово збільшується, тому, необхідне будівництво нових борошномельних заводів.

На виробництво борошна планується використовувати пшеницю 2-3 класу.

Режим роботи підприємства приймаємо безперервний, в три зміни, зупинкою на капітальний ремонт (30 діб), святкових - 10 діб та на проведення точного обслуговування (22 доби), з тривалістю однієї декадної зупинки – 16 год. Інші зупинки – 3 дні.

Робочий період (Р) підприємства складає:

$$P=365-30-22-10-3=300 \text{ діб}$$

На протязі року борошномельний завод буде переробляти:

$$Q_3 = 288 \cdot 300 \cdot 0,85 = 73440 \text{ т зерна,}$$

де

300- робочий період підприємства за рік;

0,850- коефіцієнт використання потужності;

288 –добова потужність, тон

					КРМ.ТЗПХіКВ.1.948-03.І.1.4			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Тодоровський О.В.			Розділ2	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник		Волошенко О.С.					11	
						ОНТУ		
Консульт.		Басюркіна Н.Й.						
Зав.кафедри		Жигунов Д.О.						

При проектуванні заводу планується використовувати сучасну технологію, яка дозволяє виробляти продукцію — борошно в/г, 1/г, висівки які відповідають сучасним стандартам якості продукції.

Мета проектування і результати, які очікуються

Економічною метою будівництва підприємства-є отримання прибутку від здійснення діяльності по виробництву і реалізації борошна (наданню послуг).

Структура помелу відповідає потребі споживачів у даному регіоні:

загальний вихід борошна 78%,у т.ч. в/г - 40% борошна 1г – 38%; висівки - 18,1%;

Прибуток (П) визначається за формулою:

$$П = РП \times \frac{p}{1+p} \text{ де}$$

РП – обсяг реалізації продукції та послуг,

$R_{пр}$ – рентабельність продукції та послуг, яку задають шляхом прогнозування (рекомендується на рівні 10-20%).

$$П=(543602*10)/(100+10)= 49418 \text{ тис грн}$$

Нове підприємство повинно принести прибуток у розмірі 49418 тис грн.

Таблиця 2.1.Розрахунок обсягів виробництва і реалізації продукції та послуг

Показники	Значення показника	Оптові ціни і (тариф) підприємства грн/т	Обсяги реалізації продукції, тис грн
1	2	3	4
1.Добова потужність, т	288	*	*
2.Річний робочий період, сут	300	*	*
3.Річна потужність, т	86400	*	*
4.Борошно в/сорт, %	40		
T	29376	10000	293760
5.Борошно 1/сорт, %	38		
T	27907,2	8000	223256

6.Висівки, %	18,1		
Т	13292,64	2000	26586
Всього	*	*	543602

Визначення потреби в інвестиціях і оцінка економічної доцільності будівництва.

Визначення інвестицій, які необхідні для будівництва підприємства, здійснюється на підставі опису заходів з будівництва.

Розрахунок розміру інвестицій здійснюють за формулою:

$$I = I_{\text{овф}} + I_{\text{ок}},$$

де $I_{\text{овф}}$, $I_{\text{ок}}$ – інвестиції, відповідно, у основні виробничі фонди та на утворення оборотних коштів.

Інвестиції у основні виробничі фонди визначаються по питомим капітальним вкладом (200 тис грн) на 1 т добової потужності.

$$I_{\text{овф.}} = I_{\text{пит}} * \text{ВП}_{\text{доб.}} = 200 * 288 = 57600 \text{ тис грн}$$

Інвестиції на утворення додаткових оборотних коштів визначають 5-10% від обсягу реалізації продукції за формулою:

$$I_{\text{ок}} = 10 * \text{РП}_{\text{власн.}} = (10 * 543602) / 100 = 54360 \text{ тис грн}$$

Загальна сума інвестицій:

$$I_{\text{заг.}} = 57600 + 54360 = 121960 \text{ тис грн}$$

Загальна сума інвестицій перевищує прогнозний прибуток у 2,5 рази (121960/49418) .

Отримані дані свідчать про технічні можливості і економічну доцільність інвестування в будівництво борошномельного заводу.

При визначенні джерел інвестування, в першу чергу необхідно розглянути можливість використання кредиту.

РОЗДІЛ 3

ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА

3.1 Загальна характеристика генерального плану підприємства

Обґрунтувавши техніко-економічну доцільність будівництва борошномельного підприємства можна приступити до проектування та розміщення виробничих і підсобних споруд.

Борошномельний завод необхідно розміщувати з допоміжними підприємствами, господарчими і інженерними спорудами і комунікаціями.

Підприємство повинно розміщуватись в мінімальній відстані від зерносховищ з сировиною і готовою продукцією, а також неподалік від місць виробництва зерна.

Не допустимо розміщувати підприємство в зонах підприємств, віднесених за виділенням шкідливих речовин в навколишнє середовище

Генеральним планом називається проект розміщення і взаємної прив'язки всіх будівель, споруд, інженерних мереж, залізничних колій та автомобільних доріг підприємства.

Основний техніко-економічний показник генерального плану – щільність забудови, тобто відкладення площі, зайнятої будинками та спорудами, до загальної площі території підприємства.

Основні вимоги щодо вирішення генерального плану:

- розташування будівель і споруд;
- відповідність санітарним нормам;
- протипожежні правила;
- транспортні комунікації;

					КРМ.ТЗПХіКВ.1.948-03.І.1.4			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Тодоровський О.В.			Розділ3		Літ	Аркуш
Керівник		Волошенко О.С.						14
							ОНТУ	
Консульт.								
Зав.кафедри		Жигунов Д.О.						

- інженерні комунікації;
- благоустрій території.

Техніко-економічні показники генерального планування: загальна площа (га); площа забудови будівель і споруд; площа озеленення.

При розробці генерального плану підприємства слід враховувати наступні вимоги:

- будівлі та споруди розміщуються та взаємно узгоджуються відповідно до вимог виробничого процесу, дотримуючись послідовності процесів, без зворотного та зустрічного руху сировини та готової продукції;

- відстані між будівлями та спорудами повинні відповідати протипожежним і санітарним нормам промислового підприємства, залізничні та автомобільні шляхи влаштовані на території підприємства відповідно до характеру перевезення вантажів із забезпеченням їх мінімальної протяжності;

- розмістити будівлі та споруди на території підприємства, розділивши їх на різні зони: виробничі, допоміжні та складські приміщення;

- будинки та споруди з урахуванням напрямку вітру розміщуються з підвітряного боку щодо масиву житлових будинків з відстанню не менше 100м.

При проектуванні генерального плану необхідно враховувати можливість майбутнього розширення підприємства. Для цього передбачають вільні ділянки, які слід розташовувати таким чином, щоб не порушувалася технологічна лінія і не розтягувалися інженерні та транспортні комунікації підприємства, що проектується.

3.2 . Архітектурно-будівельні рішення

Проект борошномельного заводу потужністю 12 т/год розроблений згідно наступних вимог:

- розрахункова зимова температура повітря – 20⁰ С;
- сейсмічність – не більше 6 балів;
- клас будівлі борошномельного заводу – II;

– ступінь вогнестійкості – П ІІ;
– категорія виробництва по вибухопожежній безпеці для розмельного відділення – “Б”; для зерноочисного відділення і складу в тарі – “В”.

Фундаменти. У будівлях каркасної конструкції, як в нашому випадку, застосовують фундаментні балки, які призначені для спирання зовнішніх і внутрішніх стін, що є самонесучими. Виготовляють їх із залізобетону, завдовжки до 6 м, переріз балок трапецієвидний або тавровий. Укладають їх на уступи фундаментів колон, а при великій глибині заставляння фундаментів - на підставки (бетонні стовпчики).

Каркас. Збірний каркас промислових багатоповерхових будівель утворюють наступні конструктивні елементи: колони, ригелі, плити, стіни. Застосовують колони прямокутного перерізу 0,4х0,6 і 0,4х0,4. У п'яти - і більш поверхневих спорудах на перших двох-чотирьох поверхах встановлюють колони перерізом 0,4х0,6 м, а на подальших поверхах - 0,4х0,4 м. Колони мають одну або дві трапецієвидні консолі для опору ригелів. Колони, які встановлені в середині будівлі, мають дві консолі, виліт кожної – 0,2...0,3 м, а крайні колони – консоль з однієї сторони. Колони в плані будівлі мають сітку 9х6 м, поверхи будівлі під бункерами (силонами) – сітку колон 3х6 м. На консолях монтують ригелі (балки міжповерхових перекриттів), які міцно з'єднують з колонами. Ригелі зі збірного залізобетону бувають прямокутного перерізу 0,3х0,8 м і з опорними полками (габаритні розміри в перерізі 0,65х0,8 м), довжиною 6 і 9 м.

Міжповерхові перекриття. В каркасних будівлях їх виконують збірно-монолітними з використанням типових уніфікованих деталей – ригелів, ребристих залізобетонних плит, по яким укладають підлогу.

Будівельна промисловість виробляє два типорозміри плит: основні (рядові), що мають ширину 1,5 м, що використовуються для укладання рядами і виконання перекриття; добірні (пристінні) шириною 0,74 м, котрі укладають біля

повздовжніх стін. Висота ребристих плит 0,4 м. Виконуючи перекриття, залізобетонні ребристі плити можна монтувати двома способами: на полках ригелів, міжповерхові перекриття мають висоту 0,9 м, на верхній поверхні прямокутних ригелів, міжповерхові перекриття мають висоту 1,3 м.

Стіни. Зовнішні стіни будівель захищають конструкцію, захищають внутрішній простір від атмосферних дій, пилу, шуму і дозволяють підтримувати необхідний волого-температурний режим в приміщенні. Стіни повинні задовольняти вимогам вогнестійкості, довговічності, міцності, бути економічними і задовольняти вимогам естетики.

Зовнішні конструкції приміщень, що захищають, з виробництвами категорій Б, а також зерноочисних відділень борошномельних заводів слід проєктувати з легковідкидуємих конструкцій, площу яких приймають не менше $0,03 \text{ м}^2$ на 1 м^3 вибухонебезпечного приміщення. Торцеві стіни приміщень з відношенням сторін понад 3: 1 повинні мати легковідкидуємі конструкції.

У каркасних конструкціях зернопереробних підприємств приймають самонесучі стіни, які несуть тільки власне навантаження і не сприймають навантаження від інших конструктивних елементів будівлі. Стінні панелі зазвичай кріплять до колон каркаса і встановлюють на фундаментні балки.

При стрічковому склінні будівлі використовують навісні панелі - різновид самонесучих стін, . Довжина стінних панелей складає 6 і 9 м; висота - 0,9; 1,2; 1,5; 1,8; товщина 0,2...0,3 м. Стінні панелі кріплять до каркаса навішуванням.

Вікна. Віконні отвори призначені для природного освітлення приміщень, а також для їх аерації. Число віконних отворів, їх розміри і форму пов'язують з архітектурно-художніми вимогами, що пред'являються до будівель і споруд, погоджують з нормами освітленості. Для природної освітленості використовують окремі віконні отвори, а в сучасних будівлях каркасного типу застосовують суцільне, стрічкове скління - віконні блоки і панелі. Висота вікна при стрічковому склінні зазвичай приймається 0,6; 1,2; 1,8 м шириною 6 м. Віконні палітурки виконують із залізобетону, металу і дерева.

Про величину природної освітленості можна судити по відношенню площі вікон цього поверху до площі підлоги цього поверху і воно має бути: в складі готової продукції, роздягальнях 0,1; у адміністративному корпусі, лабораторії 0,20...0,25; у виробничому корпусі 0,125...0,33.

Визначають природну освітленість за формулою:

$$E = \frac{abn}{F}, \quad (3.1)$$

де ab - площа віконного отвору, m^2 ;

n - число віконних отворів;

F - площа поверху, m^2 .

Сходи і сходові клітини. Сходи промислових будівель за цільовим призначенням класифікують так: основні, службові, пожежні, аварійні.

Основні сходи розміщують в сходових клітинах усередині будівлі, їх стіни, як правило, викладають цеглинкою, вони мають бути міцними і вогнетривкими. Сходові клітини у будівлях розміщують між відділеннями для зручного повідомлення. У каркасних конструкціях будівель для сходових клітин виділяють проліт (6х6; 6х9 м), в якому розміщують сходову клітину зі збірного залізобетону і пасажирський ліфт при постійно працюючих на поверхах, розташованих вище 15 м від рівня входу у будівлі. Сходові клітини мають бути незадимлюваною з верховими входами через зовнішню повітряну зону по балконах або лоджіях.

Розміри залізобетонних сходів приймають по нормах проектування виробничих будівель і для евакуації не більше 50 чол., допускається приймати ширину сходових маршів 0,9 м і ухил 1,0 : 1,5. Зовнішні відкриті сталеві сходи, використовувані для евакуації, проєктують з ухилом до 1,7 : 1,0.

РОЗДІЛ 4

НАУКОВА ЧАСТИНА

Одним з шляхів підвищення рівня використання природних ресурсів зерна і поліпшення якості борошна, що виробляється, є відділення оболонок при підготовці зерна до помелу.

4.1 Аналіз процесу лущення зерна при сортових помелах

Зерно пшениці, як і інших культур, відрізняється складною анатомічною будовою та різноманітним хімічним складом, що зумовлює складність організації та ведення технологічного процесу сортового помелу.

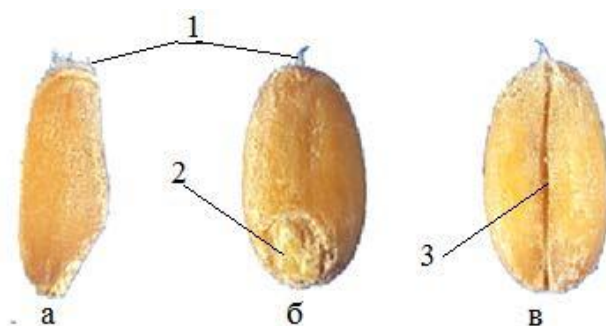


Рис.4.1. Морфологічна будова зернівки пшениці:

а – вид зі сторони бочка; б – вид зі сторони спинки; в – вид зі сторони червця. 1 – чубок; 2 – зародок; 3 – боріздка

Найважливіша частина зернівки пшениці – ендосперм. Він складається із зовнішнього шару клітин, який отримав назву – алейроновий шар. Цей шар є великими, товстостінними, майже прямокутними клітинами, заповненими білком з вкрапленням жиру. У ботанічному відношенні алейроновий шар – це покривна частина ендосперму, але у борошномельній технології його розглядають як складову оболонок.

Оболонки зерна пшениці діляться на плодову та насінневу [4, 5, 12].

					КРМ.ТЗПХіКВ.1.948-03.І.1.4			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Тодоровський О.В.			Розділ4		Літ	Аркуш
Керівник		Волошенко О.С.						19
							ОНТУ	
Консульт.								
Зав.кафедри		Жигунов Д.О.						

Зародок складається з нирки, зародкового корінця та щитка. Щиток з одного боку прилягає до ендосперму, з другого – охоплює зародок. Через щиток поживні речовини під час проростання насіння потрапляють у зародок.

Присутність в борошні зародка небажана, т.я. жири, що містяться в ньому у великій кількості, легко згіркають, прискорюючи псування борошна при зберіганні.

Відносне співвідношення оболонок і зародка в зернівці (табл. 4.1) значно впливає на борошномельні та технологічні властивості зерна, а відповідно і на вихід і якість борошна.

Таблиця 4.1 Співвідношення анатомічних частин зерна пшениці, %

Автор	Оболонки, %			Ендосperm, %		Зародок із щитком, %
	плодові	насіннєві	всього	алейроновий шар	крохмалиста частина	
Г.А. Єгоров	-	-	7,0	8,0	82,5	2,5
О.Д. Козаків	-	-	5,6...11,2	5,2...8,8	78,7...84,3	1,4...4,2
В.А. Бутковський	4,2...6,3	3,1...4,8		6,0...10,5	74,0...85,0	1,4...3,1
І.Т. Мерко, В.О. Моргун	-	-	5,6...9,4	6,8...9,2	75,0...82,0	1,8...3,2

Хімічний склад зерна визначається типом пшениці, агрокліматичними умовами та регіоном проростання тощо (табл.4.2). Усі хімічні речовини та органічні сполуки, що входять до складу зернівки, розподілені нерівномірно.

Таблиця 4.2 Хімічний склад пшениці та її анатомічних частин

Зерно та його анатомічні частини	Вміст, %						
	білок	крохмаль	цукру	клітковина	жир	зола	інші речовини
Ціле зерно	11,6	65,8	2,5	2,6	2,1	1,70	13,7
Борошнисте ядро	10,2	80,8	1,5	0,2	0,5	0,46	6,3
Оболонки з алейроновим шаром	14,0	-	4,5	25,0	7,8	7,36	41,3
Зародок	36,7	-	20,1	2,4	16,5	5,82	18,5

Процес підготовки зерна до помелу важливий етап у технології борошно-мельного виробництва, від ефективності якого залежить як вихід борошна, так і його якість.

Технологічний процес підготовки зерна до помелу має забезпечити:

- ефективне очищення зерна від домішок;
- обробку поверхні зерна;
- волого-теплову обробку (ВТО) відповідно до встановлених режимів;
- дозування та змішування компонентів помельної партії у необхідному за рецептурою співвідношенні;
- продуктивність, необхідну для планового завантаження та ритмічної роботи розмелювального відділення.

Процес підготовки зерна до помелу складається із трьох етапів:

- перший включає відділення домішок по ширині, товщині, довжині та аеродинамічних властивостях, а також очищення поверхні зерна;
- другий включає підігрів (за необхідністю), зволоження, обробку теплом, відволоження, формування помельної партії;
- третій – зниження зольності, відділення легких домішок, зволоження зерна перед I драною системою.

Однією з найбільш важливих технологічних операцій є очищення поверхні зерна, тому що при цьому визначається якість сировини, що надходить у розмелювальне відділення.

На сучасних вітчизняних заводах для очищення поверхні зерна застосовуються оббивні машини, які призначені для очищення поверхні зерна від мінерального забруднення та часткового видалення пошкоджених оболонок.

Для підвищення ефективності очищення поверхні зерна використовують процес лушення. Технологія лушення заснована на послідовному та контрольованому видаленні оболонок зерна перед подрібненням.

Інтенсивне лущення зерна набуло широкого застосування в технологічних процесах підготовки до простих помелів, при яких не одержують борошно високих сортів. При складних помелах лущення зерна необхідно проводити обережно, щоб не допустити суттєвого збільшення кількості битих зерен.

«Правилами...» [6] встановлені норми показників ефективності лущення зерна: в оббивних машинах з абразивною поверхнею – зниження зольності зерна не менше 0,03...0,05 %, приріст кількості битих зерен не більше 2 %; в оббивних машинах із металевою поверхнею та щіткових машинах – зниження зольності не менше 0,01...0,03 %, а приріст кількості битих зерен не більше 1 %.

На технологічну ефективність процесу лущення зерна впливають наступні фактори: технологічні властивості зерна, кінематичні та геометричні параметри робочих органів машин, навантаження та аспірація.

Метою лущення зерна пшениці при сортовому хлібопекарному помелі є максимальне очищення поверхні зерна від пилу, бруду, плісняви, бактерій, а також зміна структурно-механічних та технологічних властивостей зерна.

В результаті чого, у готовій продукції зменшується кількість частинок оболонок та покращується зовнішній вигляд борошна. У процесі лущення відбувається зниження зольності пшениці.

Видалення оболонок дозволяє:

- підвищити якість готової продукції та покращити санітарно-гігієнічні показники борошна;
- отримувати з драних систем хлібопекарне борошно з вищим показником білості;
- суттєво скоротити кількість подрібнювальних систем, спростити технологічну схему помелу.

У ряді наукових робіт [3, 11-13] зазначено, що лущення зерна при сортових помелах дозволяє знизити зольність зерна на 0,05...0,08 % та підвищити вихід борошна високих сортів на 3...5 %.

Тому метою роботи є удосконалення процесу підготовки зерна до помелу шляхом його лушення.

Об'єкт дослідження – технологія сортового помелу зерна пшениці.

Предмет дослідження – режими лушення зерна при його підготовці до сортового помелу.

4.2 Методика проведення досліджень

Якість зерна визначали за стандартними методами: смак, колір, запах визначали органолептично за ГОСТ 10967-90; вміст сміттєвої та зернової домішки – просіюванням на наборі сит за ГОСТ 13586.2-81; вологість зерна - висушуванням протягом 60 хв у сушильній шафі при температурі 130 °С за ГОСТ 13586.5-93; зольність - методом прямого спалювання наважки без прискорювача в муфельній печі за ГОСТ 10847-74; склоподібність зерна за допомогою діафаноскопа – за ГОСТ 10987-76; натуру зерна – на пурці за ГОСТ 10840-64; масу 1000 зерен - за ГОСТ 10842-89; кількість та якість клейковини – за ГОСТ 13586.1-68.

Якість проміжних продуктів і борошна визначали за стандартними методами: вологість борошна – висушуванням протягом 40 хв у сушильній шафі при температурі 130 °С за ГОСТ 9404-88, зольність - методом прямого спалювання наважки без прискорювача в муфельній печі за ГОСТ 10847-74, кількість та якість клейковини – відмиванням вручну за ГОСТ 27839-88.

Перед помелом з зернової маси видаляли зернову та сміттєву домішку. Особливу увагу приділяли добору мінеральних та металомангнітних домішок. Якість зерна перед помелом доводили до норм, наведених у «Правилах...» [6].

Пшеницю після очищення зволожували методом холодного кондиціювання.

Зерно за допомогою водорозпилювального пристрою протягом 15...20 с зволожували холодною водою та відволожували 10 год, кількість води (K_B) розраховували за формулою:

$$K_B = M_{\zeta} \cdot \left(\frac{100 - W_{\text{вн}\delta}}{100 - W_{\text{л}\delta}} - 1 \right) \quad (4.1)$$

де: M_{ζ} - маса зерна, г;

$W_{\text{вих}}$ - вологість зерна вихідна, %;

$W_{\text{лдр}}$ - вологість зерна перед I драною системою, %.

У лабораторних умовах подрібнення зерна пшениці проводили на установці «Nagema». Установка включає вальцовий верстат з двома парами діагонально розташованими вальцями довжиною 150 мм і діаметром 220 мм та розсійник, які скомпоновані на одній станині.

Технічна характеристика для драних систем: взаєморозташування рифлів – госхгос, кількість рифлів $R=6$ шт., ухил рифлів $Y=6$ %, окружна швидкість вальця, що швидко обертається $V_{\text{ш}}=6$ м/с; відношення швидкостей вальців $K=2,5$.

Лущення зерна проводили на лабораторному лущильнику. Лущення зерна відбувалося в результаті тертя о поверхню абразивного барабана, поверхню обічайки, а також в результаті тертя зерна о зерно. Режим лущення (ступінь зняття оболонок) регулювався часом лущення залежно від технологічних властивостей зерна.

Ступінь лущення зерна розраховували за формулою:

$$\tilde{N}_{\delta} = 100 - \left(\frac{m_1}{m_2} \right) \times 100\% \quad (4.2)$$

де: $S_{\text{л}}$ - ступінь лущення, %;

m_1 – маса зерна після лущення, г;

m_2 – маса зерна до лущення, г.

У роботі проводили вивчення впливу попереднього лущення зерна на режими роботи перших трьох драних систем (I, II, III др.с.) при різних ступенях лущення зерна (кількості знятих оболонок), з подальшим його подрібненням.

Перед першою драною системою проводили видалення частини оболонок (лушчення) у кількості 1; 3; 5; 7 та 9 % від маси зерна (рис 4.2).

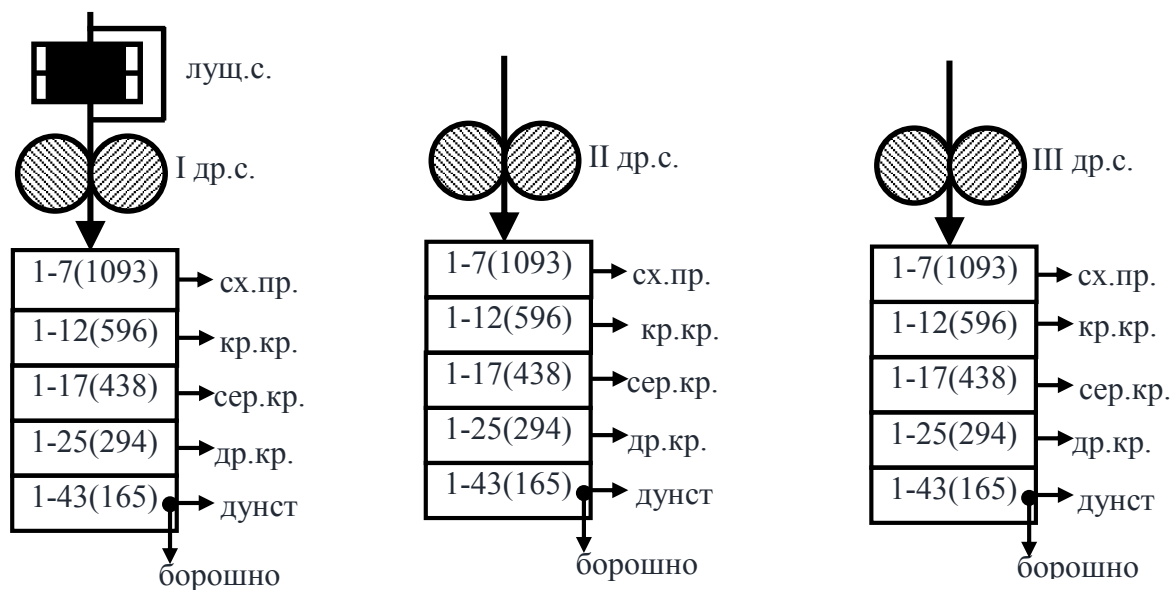


Рис. 4.2. Схема лабораторних помелів етапу крупоутворення

Зазор встановлювали однаковим для всіх лабораторних помелів: на I др.с. - 0,8 мм; II др.с. - 0,4 мм; III др.с. – 0,25 мм, що дозволило дослідити вплив ступеня лушчення зерна на режими роботи систем.

4.3 Результати досліджень

Для проведення основних досліджень було обрано п'ять зразків зерна пшениці, вирощених у різних областях центрального та південного регіонів України (табл.4.3).

Зольність досліджених зразків коливалася від 1,55 % (зразок 2) до 1,75 % (зразок 3), натура – від 741 г/л (зразок 3) до 803 г/л (зразок 4), склоподібність – від 37 % (зразок 5) до 55 % (зразок 4).

Таблиця 4.3. Показники якості досліджуваних зразків зерна пшениці

Номер зразка	Натура, г/л	Маса 1000 зерен, г	Склоподібність, %	Вміст білка, %	Кількість клейко- вини, %	Якість клейко- вини, ІДК	Зольність, %
Зразок 1	799	36,8	52	12,8	27,1	78	1,62
Зразок 2	750	38,0	48	12,6	24,6	85	1,55
Зразок 3	741	29,9	41	11,9	24,3	88	1,75
Зразок 4	803	40,1	55	11,5	24,3	90	1,69
Зразок 5	764	35,4	37	11,8	23,2	73	1,71

Одним з факторів, що впливає на ефективність лушення зерна пшениці, є склоподібність (рис.4.3).

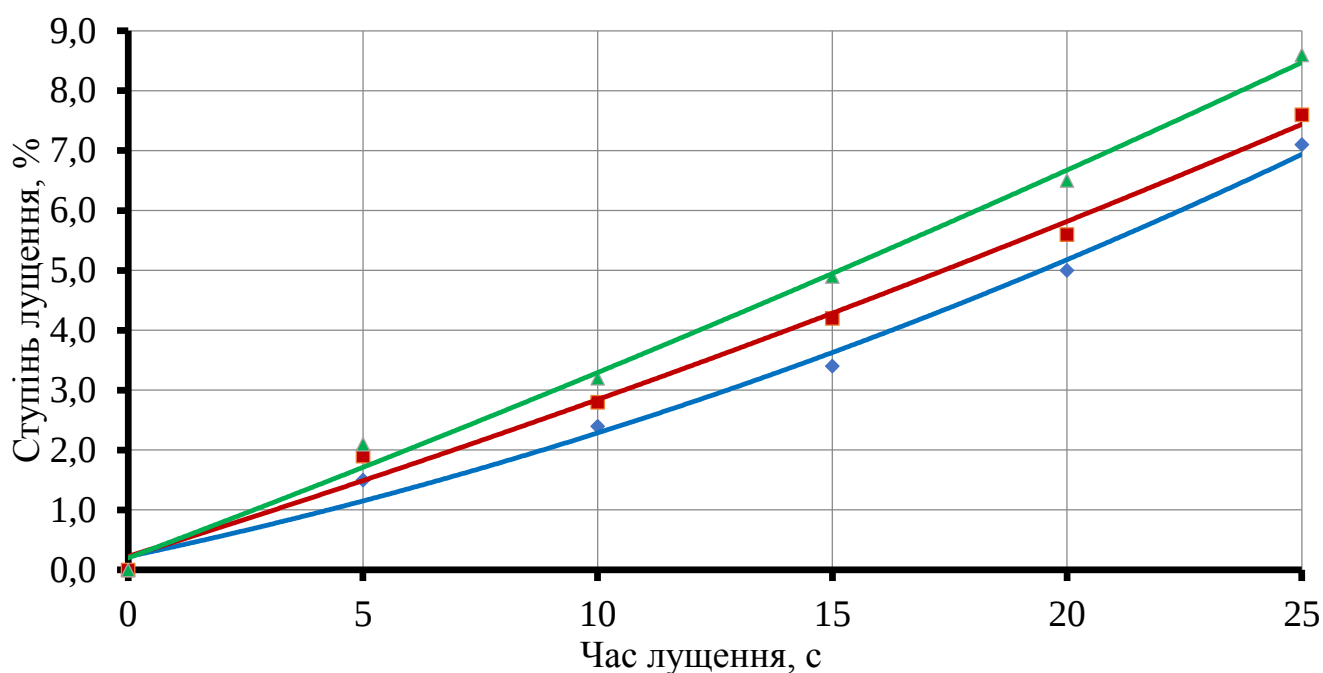


Рис.4.3.. Вплив склоподібності на ступінь лушення зерна пшениці: 1,2,3 – зерно пшениці з різною склоподібністю (55 %, 44 % та 36 % відповідно)

У процесі лушення зерна пшениці відбувається відділення покривних шарів зерна, а так як для пшениці з високою склоподібністю характерна велика

міцність оболонок, то для досягнення бажаного ступеня лущення необхідно збільшувати час перебування зерна в робочій камері лущення.

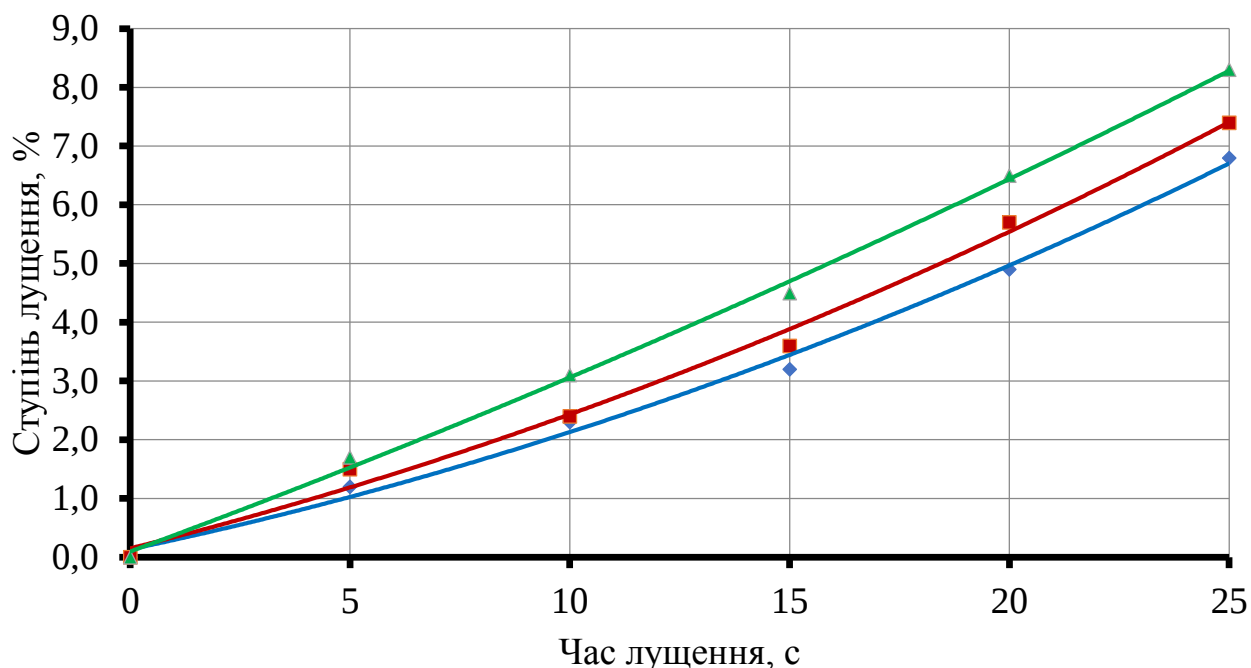


Рис. 4.4. Вплив натурю на ступінь лущення зерна пшениці: 1,2,3 – зерно пшениці з різною натурою (722 г/л, 748 г/л та 794 г/л відповідно)

Для зерна з високою натурою характерно інтенсивніше видалення оболонок, отже, за однакового часу обробки ступінь лущення збільшується. Вже при 10 с для зерна пшениці з натурою 794 г/л ступінь лущення складала 3,1%, а для зерна з натурою 722 г/л – 2,3%. Таким чином, переробка зерна з високою натурою дозволяє збільшити продуктивність лущення (рис.4.4).

Основною технологічною операцією в процесі переробки зерна пшениці на борошно є подрібнення.

Для визначення впливу лущення на кількісно-якісні показники етапу крупотворення, у ході досліджень міжвальцьові зазори на всіх системах залишалися незмінними, дослідження проводили для зразка пшениці №2. (табл.4.3).

Лущення зерна призводило до збільшення загального вилучення проміжних продуктів на I та II др.с. (табл.4.4.). Відповідно до I др.с. вже за ступеня лущення 3 % відбувалося значне збільшення загального вилучення на 3,7 %.

Таблиця 4.4 Характеристика дослідів при різному ступені луцення та однакових зазорах на вальцьовому верстаті

Ступінь луцення, %	Зазори, мм			Режим системи %			Режим системи % до I			Загальне вилучення продуктів крупоутворення, %	
	I др.с.	II др.с.	III др.с.	I др.с.	II др.с.	III др.с.	I др.с.	II др.с.	III др.с.	I-II др.с.	I-III др.с.
0	0,8	0,4	0,25	30,4	60,3	33,9	30,4	41,8	9,4	72,2	81,6
1	0,8	0,4	0,25	31,0	63,8	33,7	31,0	44,1	8,3	75,1	83,4
3	0,8	0,4	0,25	34,1	67,6	39,0	34,1	44,5	8,3	78,6	86,9
5	0,8	0,4	0,25	33,9	70,4	37,2	33,9	46,6	7,3	80,5	87,8
7	0,8	0,4	0,25	36,3	73,1	39,9	36,3	46,6	6,8	82,9	89,7
9	0,8	0,4	0,25	37,2	75,3	36,5	37,2	47,2	5,8	84,4	90,2

Однак подальша інтенсифікація луцення не мала такого істотного впливу на режим роботи I др.с. Луцення призводило до зростання загального вилучення на всіх системах етапу крупоутворення.

З табл.4.5. видно, що луцення призводило до зростання загального вилучення всіх системах етапу крупоутворення. Спостерігалася тенденція до збільшення виходу крупної крупки, при $Сл = 9\%$ - на 4,4%, за рахунок зменшення кількості дрібних фракцій проміжних продуктів (дрібної крупки, дунстів та борошна).

Таблиця 4.5. Вихід проміжних продуктів на I-III др. с., (до зерна, що надійшло на луцення), %

Ступінь луцення, %	Вилучення до I др.с., %		Вихід проміжних продуктів, %					UI-III, %
	UI	UI-II	кр.кр.	сер.кр.	др.кр.	дунст	борошно	
0%	30,4	72,2	28,6	19,6	13,0	8,6	11,8	81,6

1%	30,7	74,3	29,1	21,6	12,3	8,4	11,2	82,6
3%	33,1	76,2	32,8	20,2	12,2	8,1	11,0	84,3
5%	32,2	76,5	33,3	19,3	12,1	7,5	11,2	83,4
7%	33,8	77,1	33,0	20,3	11,4	7,6	11,1	83,4
9%	33,9	76,8	33,0	19,6	11,5	7,4	10,6	82,1

Якість борошна залежить від характеристик проміжних продуктів, отриманих на етапі крупоутворення, тому було проведено дослідження впливу лушчення на зміну зольності проміжних продуктів (рис.4.5).

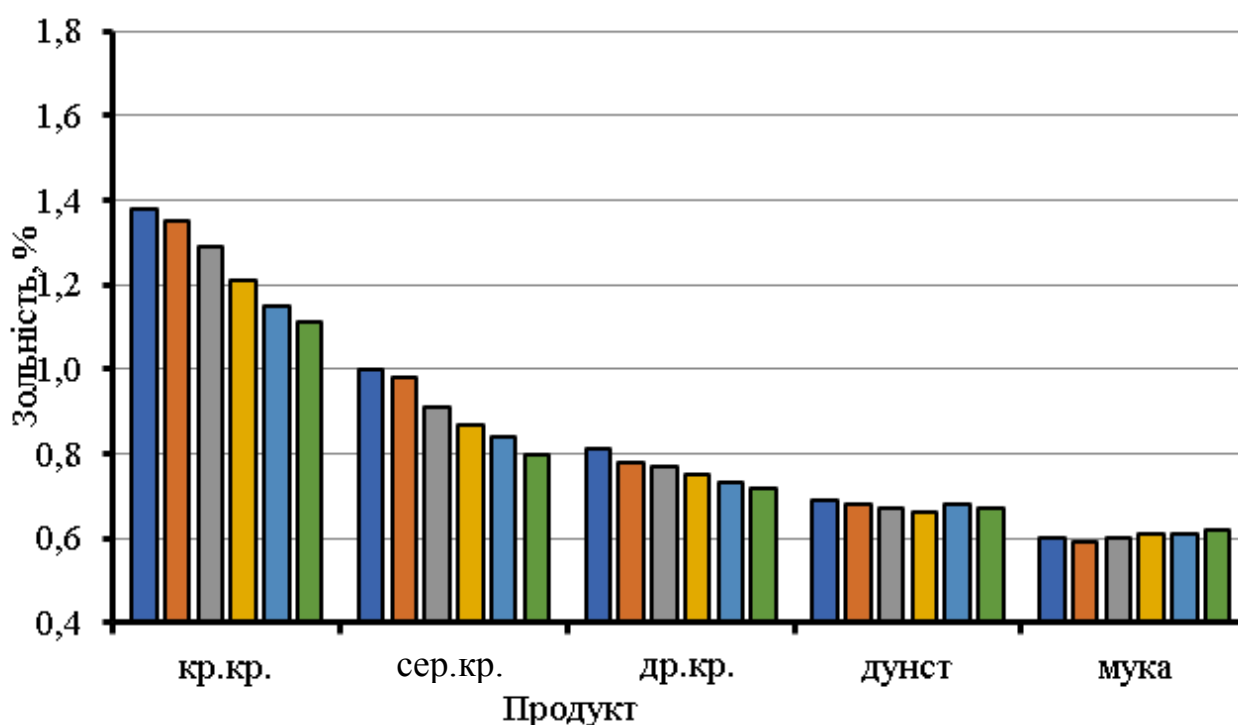


Рис.4.5. Середньозважена зольність проміжних продуктів на I-III др.с. при різному ступені лушчення та однакових зазорах вальцьового верстата: 1 – нелущене зерно; 2,3,4,5,6 – лущене зерно (Сл = 1; 3; 5; 7; 9 % відповідно)

Лушчення зерна перед помелом призводило не тільки до зростання загального вилучення на I др.с., але і впливало на зольність продуктів. Так збільшення виходу крупної крупки супроводжувалося зниженням її зольності, вже за Сл = 3 % зольність зменшилася на 0,10 %. Аналогічні зміни спостерігалися для середньої та дрібної крупки та дунстів, при даному ступені лушчення зниження

склало 0,05; 0,05 та 0,04 % відповідно. Проте зольність муки на I др.с. зі зростанням ступеня лушення збільшувалася.

Поліпшення якості продукту спрямованого на II др.с., викликане видаленням частини високозольних шарів зерна в процесі лушення, мало істотний вплив на якість проміжних продуктів, отриманих на даній системі. Зольність усіх фракцій проміжних продуктів на II др. с. із збільшенням інтенсивності попередньої обробки знижувалася. При цьому зростання виходу крупної та середньої крупки супроводжувалося найбільш інтенсивним зменшенням зольності – на 0,25 та 0,18 % відповідно за ступенем лушення 9 %. Зольність дрібної крупки, дунстів та борошна знижувалася менш істотно.

Зняття оболонки у процесі лушення чинило аналогічний вплив на якість сходового продукту з II др.с., що надходить на III др.с., і призводило до підвищення його якості.

Висновки:

Лушення дозволяє знизити зольність зерна пшениці на 0,10...0,15 %.

Лушення дозволяє інтенсифікувати режими драних систем без істотного зростання навантаження на них. При однакових міжвальцьових зазорах та ступеню лушення 3% загальне вилучення на I та II др.с. збільшилося на 3,7 та 2,7 % відповідно, за рахунок збільшення виходу крупних фракції проміжних продуктів, крупної крупки на 5,2 %

Раціональним є ступінь лушення – 2...3 %. Подальше лушення технологічно не виправдане, оскільки відбувається збільшення енерговитрат на підготовку зерна.

РОЗДІЛ 5

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Якість зерна пшениці повинна відповідати вимогам ДСТУ 3768:2019 "Пшениця. Технічні умови"[1]. Цей стандарт поширюється на зерно м'якої і твердої пшениці, призначене для використання на продовольчі та непродовольчі потреби, а також для торгівлі.

5.1 Характеристика сировини

Технологічні властивості зерна – це сукупність показників його якості, що визначають поведінку зерна в технологічних процесах його переробки і впливають на вихід і якість борошна. Відповідно до прийнятої класифікації технологічні властивості зерна пшениці поділяють на три групи:

- показники, що характеризують загальний стан зернової маси;
- показники, що характеризують борошномельні властивості зерна;
- показники, що характеризують хлібопекарські (макаронні) властивості борошна.

Група 1. Показники, що характеризують загальний стан зернової маси. До них відносяться тільки фізичні показники якості:

- органолептичні показники (смак, колір, запах);
- вміст зернової домішки,%;
- вміст сміттєвої домішки,%;
- окремо вміст пророслих зерен,%;
- окремо вміст зерен, пошкоджених клопом-черепашкою,%;
- зараженість,%;
- вологість зерна, що надійшло на переробку,%.

					КРМ.ТЗПХіКВ.948-03.І.1.4			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Тодоровський			Розділ5		Літ	Аркуш
Керівник		Волошенко О.С.						31
							ОНТУ	
Консульт.								
Зав.кафедри		Жигунов Д.О.						

Група 2. Показники, що характеризують борошномельні властивості зерна. Їх ділять на 2 підгрупи:

2.1. Первинні (непрямі).

2.1.1. До них відносяться **фізичні показники якості:**

- тип та сорт зерна;
- геометричні характеристики, в т.ч. ширина, товщина, довжина, мм; об'єм зерна, мм³; площа зовнішньої поверхні, мм²; сферичність;
- анатомічний склад, в т.ч. вміст ендосперму, %;
- крупність зерна, мм;
- вирівняність за крупністю, в т.ч. схід сита -/2,5, %; прохід сита 2,0/-, %;
- натура, г/л;
- маса 1000 зерен, г;
- склоподібність, %;
- щільність, г/см³;
- вологість зерна перед помелом, %;

2.1.2. А також до них відносяться **біохімічні показники якості:**

- вміст крохмалю в зерні, %;
- вміст золи (клітковини) в зерні, %;
- зольність ендосперму, %;
- умовна білизна ендосперму, од.

2.2. Вторинні (прямі).

До них відносяться:

- крупоутворююча здатність, в т.ч. загальне вилучення та зольність як продуктів крупоутворення, так і окремих фракцій, %; загальне вилучення, зольність і білість борошна по системам;
- питомі енерговитрати на подрібнення одиниці маси зерна, на одиницю загального вилучення і на отримання одиниці маси готової продукції, кВт·год;
- вимелюваність зерна за змістом крохмалю в оболонкових продуктах, %;

– показники лабораторного 70-процентного помелу, в т.ч. вихід,%; зольність,%; білість, од.; крупність борошна, мкм; дисперсний склад борошна.

Група 3. Показники, що характеризують споживчі (хлібопекарські, макаронні, кондитерські) властивості зерна і виробленої з нього муки. Їх ділять на 2 підгрупи:

3.1. Первинні (непрямі).

До них відносяться біохімічні показники якості зерна, біохімічні показники якості і дисперсність борошна.

– біохімічні показники якості зерна: вміст білка,%; вміст крохмалю, цукрів, ліпідів, %; кількість клейковини,%; якість клейковини (ІДК), од.; розтяжність клейковини, см; число падіння, с; кислотність, $^{\circ}$; амілолітична і протеолітична активності; седиментація за методом Зелені і SDS-30, мл;

– біохімічні показники якості виробленого борошна: ті ж показники, що і для зерна; а також: пошкодження крохмальних зерен,%; сахароутворююча здатність, мг мальтози; газоутворююча здатність, мл CO_2 ; газоутримуюча здатність,%; автолітична активність, %; лугоутримуюча здатність, % (для кондитерських цілей);

– дисперсність борошна.

3.2. Вторинні (прямі).

Підрозділяють на загальні споживчі властивості, а також споживчі властивості в залежності від цільового використання.

3.2.1. До показників, що характеризує загальні споживчі властивості, відносяться:

– водопоглинальна здатність,%;

– водоутримуюча здатність, %;

– фізичні властивості тіста за фаринографом (валориграфом), в т.ч. ВПЗ (%), час утворення тіста (хв), стійкість тесту (хв), консистенція тіста, розрідження тіста, од.фар.(вал.); МТІ, од.фар. (вал.);

– фізичні властивості тіста за альвеографом, в т.ч. сила борошна (W), 10^4 Дж; пружність тіста (P), см; розтяжність (L), см; індекс еластичності; коефіцієнт конфігурації (P/L), індекс розтяжності (G);

– фізичні властивості тіста на міксолабі, в т.ч. ВПЗ (%), профілі міксограми;

– фізичні властивості тіста на міксографі та інших приладах.

3.2.2. Показники, що характеризують цільове використання борошна.

– До показників, що характеризують хлібопекарські властивості, відносяться: показники пробної випічки хліба, в т.ч. органолептичні показники (колір кірки, запах, смак, колір м'якушки, форма, стан поверхні); об'єм хліба, см^3 ; питомий об'єм, $\text{см}^3/\text{г}$; пористість, %; формостійкість хліба; балова оцінка, бали; упік, %; кислотність м'якушки,⁰;

– до показників, що характеризують макаронні властивості, відносяться: органолептичні показники якості макаронних виробів, в т.ч. колір, запах, смак, форма, стан поверхні, вид в зламі; фізико-хімічні показники макаронних виробів, в т.ч. вологість, кислотність, міцність, вміст лому, крихти, деформованих виробів; показники варіння макаронних виробів, в т.ч. колір води після варіння, збереженість форми виробів, коефіцієнт розварюємості, час варіння;

– до показників, що характеризують кондитерські властивості, відносяться: реологічні властивості на «структуромірі СТ-1» і пенетрометрі; пластичність, вологість тіста; показники пробної випічки печива, в т.ч. твердість печива, діаметр печива, мм; відношення Н/D, балова оцінка, бали.

5.2 Опис технологічної схеми зерноочисного відділення борошномельного заводу

Для ефективного очищення і підготовки зерна необхідно також встановити устаткування, потужність якого винна на 10-20 % перевищувати потужність розмельного відділення, а також передбачити утворення запасів неочищеного зерна безпосередньо в зерноочистительном відділенні, щоб забезпечити стабільну роботу мукомельного заводу.

Передача різних початкових партій зерна із зерносховища в зерноочистительное відділення мукомельного заводу проводиться, як правило, послідовно, по черзі відповідно до розробленої рецептури помельної партії. Початкові партії зерна різної якості складають окремо в оперативних бункерах для неочищеного зерна. Ємкість цих бункерів повинна бути такою, щоб забезпечити безперервну роботу мукомельного заводу не менше 50 годин. Це необхідно для утворення умов формування проміжних помельних партій, які складаються з декількох початкових. Звичайно це дві або три проміжні помольні партії, які відрізняються по склоподібності, – відповідно до пшениці. Необхідність складання таких проміжних помельних партій зерна обумовлена диференційованими режимами їх воднотеплової обробки. Для технічного забезпечення складання проміжних помельних партій зерна передбачені необхідні умови: випуск зерна з кожного бункера забезпечує випускне устаткування, величину потоку по заданій рецептурі регулює електронний дозатор УРЗ-1, з якого потік зерна поступає в конвеєр РЗ-БКШ.

Сформовані проміжні партії зерна паралельними або послідовними потоками подаються в магнітних сепараторів У1-БМЗ-01 для відділення металоманітних домішок.

Зважування зерна проводять на ваговому дозаторі АД-50-3Е, свідчення яких використовують для оперативного розрахунку зерна, яке прямує на очищення і підготовку до помелу.

Первинну очистку зерна проводять на повітряно-ситових сепараторах А1-БІС-12 з метою виділення із зернової маси домішок, які відрізняються від зерна по ширині і товщині, а також по аеродинамічних властивостях. У зв'язку з цим із зернової маси відокремлюють крупні домішки сходом з сортувального сита і легкі домішки – з аспіраційного каналу через циклон А1-БЛЦ. Нормативна ефективність сепараторів А1-БІС-12 повинна бути в межах 60-80 %.

Зерно, яке прямує в зерноочистительное відділення або зерносковище, повинне відповідати наступним нормам якості:

- смітна домішка – не більше 2,0 %, в т.ч. пошкоджених зерен – до 1,0 %, шкідливій домішці – не більше 0,2 %;
- вміст зернової домішки – до 5,0 %, в т.ч. пророслих зерен – не більше 3,0 %.

Виділення мінеральних домішок здійснюється на машинах каменевідбирниках РЗ-БКТ. Ефективність виділення мінеральних домішок на каменевідбирниках досягає 98-99 % при нормальній роботі машин. При цьому необхідно постійно стежити за тим, щоб кількість зерна у виділених відходах не перевищувала 0,05 %.

Таке взаємне розташування цих машин пов'язане з необхідністю очищення зернової маси від дрібних і легких домішок перед напрямом її на каменевідбирну машину з метою підвищення ефективності виключення мінеральних домішок.

Для виділення коротких та довгих домішок використовують трієри А9-УТК-6 та А9-УТО-6. Ефективність видалення домішок у трієрах – не повинна бути меншою за 70-80 %.

Далі зерно пшениці прямує для очищення поверхні зерна в оббивні машини вертикального типу РЗ-БМО-6. Ефективність обробки поверхні зерна характеризується зниженням його зольності при обмеженій кількості битих зерен.

Зниження зольності зерна в оббивальних машинах з металевим сітчастим циліндром повинно складати 0,01...0,03 % при збільшенні кількості битих зерен не вище 1 %.

Видалення легких домішок після очищення поверхні зерна відбувається в пневмосепараторах РЗ-БСД.

Очищене від домішок зерно пшениці подається на етап зволоження, який здійснюється у зволожувальних машинах А1-БУЗ, а далі прямує в бункери для відволоження. У структурній схемі передбачена двократна основна водно-теплова обробка зерна. При необхідності після первинного зволоження і відволоження зерна можливо його направити на вторинне зволоження і відволоження.

Формування помельної партії зерна проводять після завершення основного етапу водно-теплової обробки зерна за розробленою рецептурою помельної партії. Складання помельної партії зерна проводять за допомогою вагових пристроїв для регулювання витрати зерна в потоці УРЗ-2 і конвеєрів - змішувачів РЗ-БКШ.

Після відволоження зерна в бункерах починається етап вторинного очищення і підготовки зерна: зерно направляють на лущення у машини Каскад-3.0.

Остаточне виділення легких домішок і битого зерна здійснюється на повітряних сепараторах РЗ-БАБ.

Наступне зволоження зерна на 0,3...0,5 % і короткочасне відволоження протягом 20...30 хв здійснюється у зволожувальній машині А1-БАЗ і силосі відповідно з метою підвищення міцності оболонок зернівок, що попереджує їх надмірне руйнування при наступному подрібненні зерна у драному процесі та сприяє отриманню крупок і дунстів меншої зольності.

Очищене і підготовлене до помелу зерно зважується та направляється на І драну систему розмелювального відділення борошномельного заводу.

5.3 Вибір, розрахунок та підбір технологічного обладнання зерноочисного відділення.

Продуктивність заводу складає 12 т/год. При розрахунку і підборі технологічного устаткування підготовчого відділення виробничу потужність на етапі первинного очищення зерна підвищуємо на 10-20 % з метою забезпечення стабільності розмельного відділення.

$$Q_1 = Q * k, \quad (5.1)$$

Де Q_1 – виробничу потужність борошномельного заводу, прийнята для розрахунку технологічного устаткування;

Q - виробничу потужність секції ($Q = 288$ т/доб)

k - коефіцієнт підвищення виробничої потужності $k=1,1$.

$$Q_1 = 288 * 1,1 = 316 \text{ т/доб.}$$

Очищення зерна здійснюється двома потоками.

Місткість бункерів для неочищеного зерна на мукомельних заводах з високопродуктивним устаткуванням повинна забезпечити безперебійну роботу заводу не менше, чим на 45 ч.

Число бункерів для неочищеного зерна кожного потоку визначають за формулою:

$$N = \frac{Q * t}{24 * \gamma * k * h * a * y}, \quad (5.2)$$

де Q – задана потужність заводу ($Q = 288$ т/доб);

t – час знаходження зерна в бункерах, година;

γ - об'ємна маса зерна ($0,75$ т/м³);

k – коефіцієнт використання бункера ($k = 0,85$).

s – площа поперечного перетину бункера ($a - 3$ м, $b - 3$ м)

h – висота бункера (висота рівна трем поверхам $14,4$ м)

$$N = \frac{288 * 40}{24 * 0,75 * 0,85 * 14,4 * 3 * 3} = 5,8 \text{ шт}$$

Приймаємо 6 бункерів для неочищеного зерна

Ємкість бункерів визначаємо за формулою:

$$B_6 = \frac{Q * t}{24 * N} \quad (5.3)$$

$$B_6 = \frac{288 * 40}{24} = 480 \text{ т}$$

Місткість бункерів для холодного кондиціонування зерна на мукомельному заводі з високопродуктивним устаткуванням приймаємо рівною 48 годин для першого і другого відволожування (з яких перше – відволоження в бункерах здійснюється 36 г, а друге відволоження – 12 г).

Число бункерів для першого етапу відволожування

$$N = \frac{288 * 36}{24 * 0,75 * 0,85 * 14,4 * 1,5 * 1,5} = 19,2 \approx 18 \text{ шт.}$$

$$B_6 = \frac{288 * 36}{24} = 430 \text{ т}$$

Приймаємо 18 бункерів для першого етапу відволожування.

Число бункерів для другого етапу відволожування

$$N = \frac{288 * 12}{24 * 0,75 * 0,85 * 14,4 * 1,5 * 1,5} = 6,95 \approx 6 \text{ шт.}$$

$$B_6 = \frac{288 * 12}{24} = 145 \text{ т}$$

Приймаємо 6 бункерів для другого етапу відволожування.

Число бункерів для відволожування зерна перед I драною системою знаходять за формулою:

$$N = \frac{288 * 0,5}{24 * 0,75 * 0,85 * 4,6 * 1,5 * 1,5} = 0,9 \approx 1,0 \text{ шт.}$$

Приймаємо 1 бункер для відволожування зерна перед I драною системою

Ємкість бункера визначаємо за формулою:

$$Bб = \frac{288 * 0,5}{24} = 6 \text{ т}$$

Число машин, передбачених технологічною схемою очищення і підготовки зерна, при підготовці зерна одним потоком визначають у графічно наведеній послідовності, використовуючи формулу:

$$n = \frac{q_{\text{зоч}}}{q_{\text{м}}}, \quad (5.4)$$

де $q_{\text{зоч}}$ – продуктивність підготовчого відділення, т/год;

$q_{\text{м}}$ – продуктивність конкретної машини, т/год

Розрахунок обладнання підготовчого відділення представлено у (табл. 5.1)

Таблиця 5.1. Розрахунок обладнання підготовчого відділення

Обладнання	Продуктивність, т/доб	Продуктивність обладнання, т/год	Розрахункова кількість обладнання, шт.	Прийнята к-ть, шт.
Сито-повітряний сепаратор А1-БІС-12	158	12	0,54	0,50
Каменевідбірник РЗ-БКТ	158	9	0,73	1,0
Трієр-куколевідбірник А9-УТК-6	158	6	1,09	1,0
Трієр-вівсюговідбірник А9-УТК-6	158	6	1,09	1,0
Магнітний сепаратор У1-БМП-01	158	11	0,60	1,0
Оббивна машина РЗ-БМО-6	158	6	1,09	1,0

Пневмосепаратор РЗ-БСД	158	6	1,09	1,0
Зволожуюча машина А1-БУЗ	158	6	1,09	1,0
Магнітний сепаратор У1-БМП-01	288	11	1,09	1,0
Луцильна машина Каскад-3.0	288	3	4,0	4,0
Аспіратор РЗ-БАБ	288	12	1,0	1,0
Зволожуючий апарат А1-БАЗ	288	12	1,0	1,0

Вагові дозатори АД-50-3Е розраховують за формулою:

$$n = \frac{Q * 1000}{24 * 60 * m * k}, \quad (5.5)$$

де m – маса продукту, який зважується за один раз, 50кг; k – швидкість зважування (2 взв / хв).

$$n = \frac{288 * 1000}{24 * 60 * 50 * 2} = 2 \text{ шт.}$$

Приймаємо дві машини АД-50-3Е

$$n = \frac{158 * 1000}{24 * 60 * 50 * 2} = 1,09 \text{ шт.}$$

Приймаємо одну машину АД-50-3Е на кожен потік зерна

5.4 Опис технологічної схеми розмелювального відділення борошномельного заводу

Технологічний процес розмелу зерна здійснюється на борошномельному заводі продуктивність 12 тонн за годину, де передбачена можливість одержання двох проміжних потоків муки: вищий, перший та другий сорти.

Структура такого помелу складається з шести етапів (кожен з яких під-розділяється на два-три підетапи за якістю продуктів, що переробляються на них):

- первинне подрібнення – призначене для отримання максимальної кількості круподунстових (проміжних) продуктів (крупок, дунстів та частково борошна), а також вимолу оболонкових продуктів від залишків ендосперму та отримання висівок. На першому підетапі, що складається з двох-трьох систем, відбувається процес крупоутворення проміжних продуктів першої якості, які в основному містять ендосперм. На другому підетапі, завершується вимол оболонкових продуктів від залишків ендосперму та отримують висівки;

- сортування круподунстових продуктів – призначене для поділу продуктів, отриманих на етапі первинного подрібнення зерна, на однорідні за крупністю та якістю фракції. Цей етап поділяється на три підетапи в залежності від якості продуктів, що направляються на нього. Отримані продукти спрямовуються на системи збагачення на ситових або шліфувальних системах відповідно до якості;

- збагачення - застосовують для відокремлення частинок ендосперму від оболонок. Етап поділяють на два підетапи: збагачення на ситовієчних системах і шліфувальний процес, що застосовується для розділення зрощених частинок ендосперму і оболонок;

- тонке подрібнення круподунстових продуктів (розмельний процес) – призначений для переробки збагачених крупок і дунстів на борошно, а також вимолу залишків ендосперму з оболонкових продуктів до отримання висівок. Поділяється на підетапи залежно від якості продуктів, що надходять;

- контроль борошна - призначений для вилучення з борошна великих частинок, що випадково потрапили в потоки борошна при порушенні ведення технологічного процесу, зокрема при прориві борошняних сит у розсіваннях. Контроль за сортами проводиться окремо.

5.5 Розрахунок балансу помелу зерна

Баланс помелу являє собою рівність кількісних або кількісно-якісних показників продуктів, які надходять на окрему систему, етап технологічного процесу або весь технологічний процес, і продуктів, що виходять з цієї ж системи, етапу або всього технологічного процесу. У зв'язку з цим розрізняють баланси системи, етапу, загального технологічного процесу, а також кількісні і кількісно-якісні баланси.

При проектуванні балансу використовують «Норми...» та «Правила...», у яких наведені нормативно-довідкові дані про режими роботи систем мукомельного заводу:

- а) загальне вилучення на драних системах;
- б) часткове вилучення крупок, дунстів і муки на драних системах;
- в) співвідношення продуктів, отриманих на вимельних системах;
- г) режим роботи ситовійок (співвідношення проходів і сходів) стосовно до крупок різного класу крупності;
- д) співвідношення продуктів, отриманих на шліфувальних системах;
- е) вилучення муки на системах у розмельному процесі;
- ж) кількість сходових продуктів із систем контролю муки по сортах.

Навантаження на I драну систему приймають таким, що дорівнює 96,1 %, що відповідає базисній кількості підготовленого в зерноочисному відділенні зерна (з урахування етапу лушення), яке направляється на помел.

Визначивши кількість продуктів на системі, розраховують її режим роботи і порівнюють його з нормативним. Навантаження на наступну систему визначають за сумою продуктів у відповідній колонці.

Муку контролюють за потоками. Сходові продукти з контрольних розсійників в кількості не більше 1-3 % від навантаження на контрольні розсійники повертають в розмельний процес.

Складений баланс помелу перевіряють за рівністю сумарного виходу муки, висівок з навантаженням на I драну систему, а також за виходом муки і висівок у драному процесі.

При 78 % двохсортному помелі вихід муки в драному процесі складає 25,6 %, а вихід висівок — 13,7 %. Кількість круподунстових продуктів і борошна на I-III драних становить 83,2 %.

Кількісно-якісний баланс використовують для характеристики різних потоків муки, висівок і проміжних продуктів. Проектують за одним або декількома показниками якості (зола, білок, клейковина, білість та ін.) з урахуванням якості зерна, що переробляється. У процесі проектування якісного балансу використовують наявні в літературі дані про якість різних потоків муки, висівок і проміжних продуктів стосовно до зерна певної якості. Ці показники якості приписують відповідно до кожного потоку муки, висівок і проміжних продуктів.

Кількісно-якісні баланси проектують як для усього помелу в цілому, так і для окремого процесу, етапу, системи для усіх продуктів або тільки для готової продукції (муки, манної крупи, висівок). Найбільш поширені кількісно-якісні баланси готової продукції.

При розрахунку кількісно-якісного балансу готової продукції спочатку визначають середньозважені показники по кожному потоку муки, висівок і манної крупи, перемножуючи кількість даного потоку продукту на показник його якості, а потім отримані результати складають роздільно по всіх потоках муки, висівок і манної крупи і ділять на сумарну кількість цих потоків. Аналогічно визначають середньозважені показники якості всієї продукції, які порівнюють із якістю зерна за цими ж показниками.

Кількісно-якісні баланси частіше розраховують за показником зольності муки, манної крупи та висівок при сортових помелах пшениці. Останнім часом на більшості підприємств якість муки оцінюють за показником білості.

В основу проектування кількісно-якісного балансу за зольністю покладена рівність між кількістю умовних одиниць золи зерна (золопроцентів), що

надійшло на I драну систему, і сумарної кількості умовних одиниць золи муки усіх сортів, манної крупи та висівок, отриманих у результаті переробки зерна:

$$A \cdot z_3 = a_{вс} \cdot z_{вс} + a_{1с} \cdot z_{1с} + a_{2с} \cdot z_{2с} + a_{м} \cdot z_{м} + a_{вис} \cdot z_{вис}, \quad (5.6)$$

де $A, a_{вс}, a_{1с}, a_{2с}, a_{м}, a_{вис}$ – кількість зерна, муки вищого, першого, другого сортів, манної крупи та висівок, %;

$z_3, z_{вс}, z_{1с}, z_{2с}, z_{м}, z_{вис}$ – зольність зерна, муки вищого, першого, другого сортів, манної крупи та висівок, %.

Таблиця 5.2. – Розрахунок середньозваженої зольності муки вищого сорту за балансом

Система	Вилучення муки a_i , %	Зольність муки z_i , %	Золопроценти $a_i \cdot z_i$, %%
С1	6,0	0,58	3,5
2 шл.	3,6	0,53	1,9
1 р.	14,3	0,51	7,3
2 р.	9,0	0,52	4,7
3 р.	7,5	0,59	4,4
Контроль муки в/с	40,4	0,54	21,8
Схід з контролю	0,4	0,81	0,3
Мука в/с	40,0	0,54	21,5

Золопроценти по кожному потоку знаходять добутком вилучення муки і її зольності.

Зольність муки вищого сорту знаходять за формулою:

$$z_{вс} = \frac{\sum a_i \cdot z_i - a_{сх} \cdot z_{сх}}{\sum a_i - a_{сх}} = \frac{21,5 - 0,3}{40,4 - 0,4} = 0,54\%$$

Таблиця 5.3 – Розрахунок середньозваженої зольності муки першого сорту за балансом

Система	Вилучення муки a_i , %	Зольність муки z_i , %	Золопроценти $a_i \cdot z_i$, %%
I др.	4,2	0,56	2,4
III др. др.	1,6	0,63	1,0
III др. кр.	2,7	0,64	1,7
IV др. кр.	1,1	0,72	0,8
IV др. др.	2,3	0,95	2,2
ВЦФ	2,5	1,10	2,8
C2	2,2	0,75	1,7
C3	1,8	0,98	1,8
C4	1,2	1,05	1,3
1 шл.	1,7	0,53	0,9
4 р.	7,1	0,63	4,5
5 р.	3,4	0,56	1,9
6 р.	2	0,59	1,2
7 р.	1,7	0,91	1,5
8 р.	1,3	1,05	1,4
9 р.	1,1	1,13	1,2
10 р.	0,6	1,2	0,7
Контроль муки 1/с	38,5	0,75	28,8
Схід з контролю	0,5	1,10	0,6
Мука 1 /с	38	0,74	28,3

Таблиця 5.4 – Розрахунок середньозваженої зольності висівок за балансом

Система	Вилучення висівок a_i , %	Зольність висівок z_i , %	Золопроценти $a_i \cdot z_i$, %%
Вим 2	5,1	5,40	27,5
Вим 3	7,8	6,20	48,4
C4	0,8	4,35	3,5
4 р.	0,7	4,12	2,9
9 р.	0,9	5,58	5
10 р.	2,8	5,80	16,2
Висівки	18,1	5,72	103,5

Визначаємо зольність зерна:

$$z_{\text{зер}} = \frac{(18,1 \cdot 5,72 + 40,0 \cdot 0,54 + 38,0 \cdot 0,74)}{96,1} = 1,61\%$$

5.6 Вибір, розрахунок та підбір технологічного обладнання розмелювального відділення

Необхідну кількість основного технологічного обладнання розмельного відділення (вальцеві верстати, розсійники) визначаємо по системах на основі кількісного балансу і нормативних питомих навантажень на зазначене технологічне обладнання по системах. При цьому розраховують довжину вальцевої лінії, площу просіюючої поверхні по кожній системі окремо.

Розрахункову довжину вальцевої лінії l_{ip} по кожній системі визначаємо за формулою:

$$l_{ip} = \frac{q_i}{q_{lin}} \quad (5.7)$$

де q_i – балансове навантаження на систему, кг/доб;

q_{lin} – нормативне навантаження на вальцеву лінію кг/см · доб

Таблиця 5.5 – Розрахунок вальцевої лінії

Система	Балансове навантаження на систему		Нормативне навантаження на 1 см вальцевої лінії q_{lin} , кг/доб	Довжина вальцевої лінії, см		Прийнята кількість верстатів n_i	Фактичне навантаження на 1 см вальцевої лінії q_{if} , кг/доб
	a_i , %	q_i , Кг/добу		розрахункова l_{in}	фактична l_{if}		
Ідр.	96,1	276768	820	338	400	2,0	692
ІІдр.	66,2	190656	600	318	400	2,0	477
ІІІкр.	22,7	65376	450	145	200	1,0	327
ІІІдр.	15,6	44928	300	150	200	1,0	225

IVкр.	11,4	32832	300	109	200	1,0	164
IVдр.	11,3	32544	250	130	200	1,0	163
1шл	8,3	23904	300	80	100	0,5	239
2шл	6,9	19872	200	99	200	1,0	99
1р.	23,6	67968	200	340	400	2,0	170
2р.	15,4	44352	200	222	400	2,0	111
3р.	13,2	38016	230	165	200	1,0	190
4р.	13,5	38880	200	194	200	1,0	194
5р.	6,2	17856	150	119	200	1,0	89
6р.	4,5	12960	200	65	100	0,5	130
7р.	4,2	12096	200	60	100	0,5	121
8р.	4	11520	200	58	100	0,5	115
9р.	3,7	10656	200	53	100	0,5	107
10р.	3,4	9792	200	49	100	0,5	98
Всього:						19,0	

Таблиця 5.6. Розрахунок просіюючої поверхні

Система	Балансове навантаження на систему		Нормативне навантаження на 1 секцію розсіюника q _н , кг/доб	Кількість секцій		Фактичне навантаження на 1 секцію розсіюника q _ф , т/доб
	аі, %	q _і , Кг/добу		розрахункова п _р	фактична п _ф	
Ідр	96,1	276768	70	4,0	4	69
ІІдр	66,2	190656	55	3,5	4	48
ІІІкр.	22,7	65376	35	1,9	2	33
ІІІдр.	15,6	44928	25	1,8	2	22
IVкр.	11,4	32832	35	0,9	1	33
IVдр.	11,3	32544	35	0,9	1	33
С1	26,6	76608	30	2,6	4	19
С2	7,5	21600	25	0,9	1	22
С3	2,8	8064	20	0,4	1	8
С4	2,4	6912	20	0,3	1	7
1шл	8,3	23904	30	0,8	1	24

2шл	6,9	19872	30	0,7	1	20
1р.	23,6	67968	35	1,9	2	34
2р.	15,4	44352	45	1,0	2	22
3р.	13,2	38016	35	1,1	2	19
4р.	13,5	38880	40	1,0	1	39
5р.	6,2	17856	20	0,9	1	18
6р.	4,5	12960	20	0,6	1	13
7р.	4,2	12096	20	0,6	1	12
8р.	4,0	11520	20	0,6	1	12
9р.	3,7	10656	20	0,5	1	11
10р.	3,4	9792	20	0,5	1	10
Всього:					36	
К.м. в/с	40,4	116352	55	2,1	2	58
К.м. 1/с	38,5	110880	45	2,5	2	55
Всього:					4	

Таблиця 5.7. – Розрахунок ширини приймального сита ситовійки

Система	Балансове навантаження на систему		Нормативне навантаження на 1 см ширини сита $q_{\text{вн}}$, кг/доб	Ширина приймального сита, см		Прийнята кількість ситовійок n_i	Марка ситовійки	Фактичне навантаження на 1 см ширини сита $q_{\text{вф}}$, кг/доб
	a_i , %	q_i , кг/доб		розрахунков а b_{ip}	фактична $b_{\text{иф}}$			
B1	8,9	25632	650	39	40	0,5	A1-БСО	641
B2	7,9	22752	600	38	40	0,5	A1-БСО	569
B3	8,9	25632	550	47	40	1,0	A1-БСО	641
B4	10,9	31392	500	63	80	1,0	A1-БСО	392
B5	9,8	28224	400	71	80	1,0	A1-БСО	353
B6	7,5	21600	300	72	80	1,0	A1-БСО	270
B7	4,3	12384	400	31	40	0,5	A1-БСО	310
B8	2,6	7488	300	25	40	0,5	A1-БСО	187
Всього:						6,0		

Розрахунок вимельних машин і віброцентрифугалів проводять аналогічно розрахунку інших видів технологічного обладнання. Для вимельних машин і віброцентрифугалів можна використовувати наступну формулу:

$$\frac{Q_{pv} \cdot a_i}{q_m \cdot 24 \cdot 100} \quad (5.8)$$

Q_{pv} – продуктивність розмельного відділення;

q_m – продуктивність однієї машини; для вимельних машин А1-БВГ знаходиться в межах 0,9-1,6 т/год; для віброцентрифугалу 0,5-1 т/год.

Вимол 1

$$\frac{288 \cdot 8,3}{1,5 \cdot 24 \cdot 100} = 0,66(\text{шт})$$

Приймаємо одну машину.

Вимол 2

$$\frac{288 \cdot 8,0}{1,5 \cdot 24 \cdot 100} = 0,64 (\text{шт})$$

Приймаємо одну машину.

Вимол 3

$$\frac{288 \cdot 10,2}{1,5 \cdot 24 \cdot 100} = 0,82 (\text{шт})$$

Приймаємо одну машину.

ВЦФ

$$\frac{288 \cdot 5,3}{1,0 \cdot 24 \cdot 100} = 0,64 (\text{шт})$$

Приймаємо одну машину.

Розрахунок кількості ентолейторів роблять окремо для кожної системи, на якій має бути встановлений ентолейтор. До таких систем відносять тільки системи першої якості розмельного процесу (1р, 2р, 3р.). Ентолейтори

розраховують із співвідношення один ентолейтор на один верстат, тому коли використовують 1,5 верстата встановлюють 2 ентолейтора.

Для 1 та 2 р.с. приймаємо по 2 ентолейтори, а для 3 р.с. 1 ентолейтор.

Для 1, 2 шл.с., 4, 5, 6, 7, 8, 9 р.с. приймаємо по 1 деташеру.

Таблиця 5.8 – Кількість технологічного обладнання розмельного відділення

Найменування технологічного обладнання	Марка технологічного обладнання	Кількість машин
Вальцовий верстат	A1-БЗ-2Н	19
Розсійник	РЗ-БРБ	6
Розсійник	РЗ-БРВ	1
Ситовійна машина	A1-БСО	6
Вимельна машина	A1-БВГ	3
ВЦФ	РЗ-БЦА	1
Ентолейтор	РЗ-БЕР	5
Деташер	A1-БДГ	8

Фактичні середні питомі навантаження визначають за формулами

для вальцових верстатів: $q_L = \frac{Q \cdot 1000}{L_\phi}$ (5.9)

$$q_L = \frac{288 \cdot 1000}{19 \cdot 200} = 76 \text{ кг/см} \cdot \text{доб}$$

для розсійників: $q_F = \frac{Q \cdot 1000}{F_\phi}$

$$q_F = \frac{288 \cdot 1000}{4,7 \cdot 40} = 1531,9 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{доб}$$

для ситовійок: $q_B = \frac{Q \cdot 1000}{B_\phi}$

$$q_B = \frac{288 \cdot 1000}{6,0 \cdot 80} = 600 \text{ кг/см} \cdot \text{доб}$$

де L_ϕ , F_ϕ , B_ϕ – загальна фактична довжина вальцової лінії, просіююча поверхня і загальна ширина приймальних сит у ситовійках.

5.7 Технохімічний контроль виробництва. Застосування системи НАССР

Для дотримання технологічної дисципліни на млині необхідно вести контроль ведення технологічного процесу: лабораторний і виробничий (на робочому місці). Виробничий контроль проводить персонал, обслуговуючий технологічне устаткування. Лабораторний контроль проводять за схемою, складеною начальником ВТЛ і затвердженою головним інженером, стосовно даного підприємства. Графік повинен визначати наступне: об'єкти контролю (процес в цілому, його етапи, системи і машини); місце і спосіб відбору зразків; показники і методи аналізу; тривалість і періодичність контролю; конкретних виконавців контролю.

На основі результатів контролю, що фіксуються в журналі контролю технологічного процесу, головний технолог і змінні майстри приймають заходи до усунення виявлених недоліків і поліпшення технологічного процесу.

Лабораторний контроль технологічного процесу організовують щозмінно, періодично і раптово.

Щозмінно оцінюють якість зерна, що направляється на млин і поступає на I драну систему, режими ВТО, якість продукції і відходів, санітарний стан виробничих приміщень.

Періодично працівники ВТЛ і виробничий персонал контролює ефективність роботи окремих машин, систем і етапів технологічного процесу, мукомельні і хлібопекарські властивості зерна.

Після переходу мукомельного заводу на інший вид помелу, при технічному переозброєнні його, при необхідності збільшення виходу або поліпшення якості продукції слід знімати кількісно-якісні баланси помелу або окремих його етапів.

Раптовий контроль працівники ВТЛ проводять за рішенням керівництва підприємства при погіршенні якості або зниженні виходів продукції, пред'явленні штрафних санкцій на якість або кількість відвантажуваної продукції споживачам.

Контроль на робочому місці (виробничий) здійснює виробничий персонал, він полягає у візуальному або кількісному аналізі ефективності роботи устаткування, машин або процесів. До даного виду контролю відноситься контроль етапу зволоження зерна, візуальний контроль відходів зерноочисних машин на наявність повноцінного зерна, візуальний контроль завантаження машин.

Матеріально відповідальні особи повинні періодично (не рідше за один раз в декаду) перевіряти роботу вагових приладів із занесенням результатів перевірки в журнал.

Зерно, яке передається із зерносховища і приймається мукомельним заводом, повинно бути обов'язково зважене на вагах. Зерно слід передавати однорідними за технологічними властивостями партіями у співвідношеннях, встановлених рецептурою помельної партії. Щозмінно лабораторія ВТЛ оцінює якість зерна, що поступає в зерноочисне відділення і направляється на помел, контроль режимів водно-теплової обробки зерна, якість отримуваних відходів і визначення механічних втрат.

Якість зерна, що поступає, контролюють шляхом відбору і аналізу контрольних проб не рідше за 2-і рази в зміну і середньозміни проби. Контрольні проби відбирають за допомогою ковша з самопливу, який подає зерно на першу зерноочисну машину. Визначають наступні показники якості: колір, запах, і смак використовують для висновку про свіжість зерна; зараженість - для запобігання занесенню шкідників із зерносховищ у виробничий корпус; вологість - для визначення режимів водно-теплової обробки; скловидність - для визначення режимів водно-теплової обробки і помелу зерна, перевірки правильності

формування помельної партії; зольність - для встановлення ефективності обробки поверхні зерна, видалення з його поверхні мінеральної домішки; клейковину - для характеристики правильності складання помельної партії; засміченість - для характеристики складу домішок і визначення ефективності їх видалення при очищенні. Натура побічно характеризує мукомельні властивості зерна.

На підставі результатів цих аналізів встановлюють або уточнюють режими роботи всіх машин, очікуваний вихід продукції.

Якість зерна перед помелом перевіряють по контрольних і середньозмінним пробам, які відбирають з самопливу перед I драною системою і визначають ті ж показники якості, що і в зерні перед очищенням. Дані за якістю зерна перед помелом використовують для того, щоб дати висновок про якість очищення зерна від домішок, обробки поверхні зерна і ступеня водно-теплової обробки.

Якість зерна, що йде на помел, не повинно бути нижче встановлених норм:

- по вологості: - при сортових помелах м'якої пшениці - 14,5 - 16,5 %;
- смітній домішці - не більше 0,4 %, зокрема кукілю не більше 0,1 %;
- шкідливій домішці - не більше 0,05 %;
- зерновій домішці - не більше 4 % іржі і ячменю в пшениці, зокрема просих зерен не більше 3 %.

На мукомельному заводі застосовують холодний спосіб кондиціонування зерна. Режими водно-теплової обробки встановлює головний технолог за узгодженням з начальником ВТЛ з урахуванням фактичної якості зерна (тип пшениці, початкова вологість, скловидність), виду помелу, ємкості бункерів для відволожування, втрати вологи в технологічному процесі. Уточнюють режими ВТО за наслідками лабораторних помелів. Рекомендується роздільна ВТО партій зерна, що відрізняються типовою приналежністю, скловидністю, початковою вологістю, твердістю.

В процесі холодного кондиціонування зерна лабораторія не менше двох разів в зміну перевіряє ступінь зволоження зерна в мийних машина і зволожувальних апаратах і тривалість відволожування.

Всі машини і операції, пов'язані з ВТО, контролюються не рідше за 2 рази в зміну. Проби відбираються до і після машин, з самопливів ковшем.

Облік спостережень ведуть в окремому журналі контролю ВТО.

При підготовці зерна до помелу отримують відходи I, II і III категорій.

До відходів I категорії відносять зернові відходи, мучку, пил білий звичайний. Причому, зернові відходи можуть містити від 10 до 50 % зерна (включно).

До відходів II категорії відносять: зернові відходи із змістом зерна від 2 до 10 %, стрижні кукурудзяні, кукурудзяні плівки, лущення горохове, лущення вівсяне і ячмінне, полови, пил оббивний сірий.

Відходи III категорії - відходи після очищення зерна на сепараторах із вмістом зерна не більше 2 %, частинки соломи, лущення рисове, просяне, гречане, пил аспіраційний і оббивний чорний.

Всі отримувані відходи контролюють на зерноочисних машинах для відбору основного зерна, потім подрібнюють на дробарках і передають в цех відходів по категоріях.

Для контролю якості відходів лабораторія відбирає не менш 2-х разів в зміну проби і аналізує їх на наявність основного зерна. Місце відбору проб - перед дробаркою з самопливу. З цих же проб формують середньозмінну пробу. Аналіз відходів характеризує якість очищення зерна.

Результати всіх аналізів по щозмінному контролю зерноочисного відділення записують в журнал оперативного контролю ф. № 52. Зіставляючи дані аналізів зерна на приймальному пристрої і перед I драною системою, лабораторія робить висновки про роботу окремих машин і всього зерноочисного відділення. Результати аналізу і виводи повідомляють начальника зерноочисного відділення і змінного технолога розмельного відділення.

Зерноочисні машини повинні мати технологічну ефективність не нижче вказаної в їх паспортах або ж інструкціях з експлуатації.

Роботу окремих машин зерноочисного відділення лабораторія перевіряє періодично. Для цього начальник ВТЛ складає графік контролю на поточний місяць з вказівкою контролю кожного виду машини і осіб, що виконують дану роботу.

Графік складають так, щоб робота всіх машин була перевірена протягом місяця не менш 2-х разів.

Для контролю роботи технологічного устаткування відбирають проби зерна масою 2 кг до і після машини. У пробах визначають відповідні показники і розраховують ефективність виділення домішок (для сепараторів, концентраторів, трієрів, каменевібирників, повітряних сепараторів). По набутих значеннях судять про ефективність роботи зерноочисних машин.

Ефективність роботи оббивних і щіткових машин визначається показниками зниження зольності зерна і збільшення кількості битих зерен.

Оббивний пил також піддають аналізу. Для цього відбирають пробу масою 2 кг з фільтрів, які приєднані до машини. Для визначення зольності виділяють навіску масою 50 г. Зольність оббивного пилу після машини першої системи повинна бути орієнтовно не менше 10 %, другої системи – 5-7 %.

Ефективність роботи ентолейторів оцінюють кількістю знищених шкідників, зниженням прихованої зараженості і збільшенням числа битих зерен.

Окрім лабораторії, за роботою машин стежить виробничий персонал. Контроль зводиться до органолептичного огляду зерна і відходів через кожну годину.

При контролі роботи сепаратора і концентратора оглядають зерно після машини і перевіряють наявність в ньому домішок, в аспіраційних відносах і відходах підсівних сит - наявність основного зерна; у трієрах - наявність зерна у відходах, а довгих і коротких домішок - в зерні; у оббивних і щіткових маши-

нах - кількість битих зерен, а також цілих і битих зерен у відходах, в каменевідбирних машинах - виділення мінеральних домішок із зерна і попадання повноцінного зерна у відходи. Контролюючи роботу ентолейтора, перевіряють наявність битих зерен в зерні після машини. На підставі органолептичного огляду можна орієнтовно судити про ефективність роботи машин і регулювати режим їх роботи.

В даний час на борошномельних заводах здрібнюють зерно і проміжні продукти у вальцьових верстатах. У виробничих умовах режим здрібнювання оцінюють вилученням, значення котрого повинно бути практично незмінним для кожної із технологічних систем. Загальні і часткові вилучення установлені «Правилами...» для різноманітних видів помелів.

Вилучення на системі визначають за допомогою просіювання здрібненого продукту масою 100 г протягом 5 хв на ситі певного номера (номери контрольних сит наведені в Правилах). Прохід сита являє собою вилучення відповідно до даної системи.

Крім вилучень при контролі визначають і навантаження на вальцьові верстати. Для цього відбирають проби продукту з-під вальців, що розмелюють продукт. Совком шириною 100 мм проводять по всій довжині вальців протягом 30 с. Відібраний продукт зважують і потім визначають навантаження.

Основне завдання процесу просіювання полягає в сортуванні продуктів здрібнювання за крупністю. При цьому одночасно відбувається і поділ продуктів за добротністю, тому що різноманітні фракції крупності формуються з частинок, які утворюються з різноманітних частин зерна. Проте в цій же фракції крупності присутні частинки різної якості. Остаточний поділ продуктів за добротністю відбувається на наступних етапах технологічного процесу при обробці крупок у ситовійних машинах і вальцьових верстатах шліфувальних систем. У виробничих умовах вилучення продуктів здрібнювання

при сортуванні в розсійниках не буває абсолютним, звичайно деяка маса прохідових частинок потрапляє в сходову фракцію, тобто є недосів продуктів. Розмір недосіву регламентований нормами для різноманітних систем: у верхніх сходах драних систем 5-10%, у верхніх сходах розмельних систем 8-12%, у нижніх сходах драних і розмельних систем - не більше 10-15%, у дустах після відсівання борошна - не більше 10-20%. Недосів визначають просіюванням 100 г продукту, відібраного після розсіву, на лабораторному розсійнику протягом 3 хв. Для просіювання беруть сита, аналогічні ситам, поставленим у розсійнику, який контролюється.

Для визначення навантаження на розсійнику відбирають продукт, що надходить на розсійники протягом 30 с, і зважують його. Потім розраховують масу продукту в кілограмах на 1 м² поверхні розсіву за добу і порівнюють із нормами, наведеними в Правилах.

У ситовійній машині здійснюється процес сортування крупок за добротностю, поділ крупок на фракції з різноманітним вмістом ендосперму. У результаті зольність крупок, вилучених проходом через сито, істотно знижується, а зольність сходового продукту значно зростає в порівнянні із зольністю крупок, що надходять у ситовійну машину. На цій основі базується оцінка ефективності ситовірного процесу. Про роботу ситовісної машини роблять висновок за масою одержуваних фракцій крупок і за їхньою якістю. Масу крупок визначають шляхом зняття кількісного балансу ситовісної машини, тобто відбирають продукти, що надходять у ситовійку і виходять сходом і проходом. Проби відбирають протягом 30 с і розраховують вихід крупок. Якість крупок при збагаченні визначають за кольором, порівнюючи його з кольором еталона. Для ситовісних машин А1-БСО зольність верхнього сходу в 2-3 рази вища зольності продукту, що надходить, зольність нижнього сходу в 1,5-2,0 рази нижча зольності верхнього сходу.

Обробку верхніх сходів останніх драних і розмельних систем проводять у вимельних машинах. Роботу радіально-бичових машин контролюють

кількісними і якісними показниками. Масові показники (навантаження, маса сходового і проходового продуктів) визначають шляхом зняття балансу, аналогічно кількісному балансу ситовійної машини.

Якісні показники вимельних машин - це зольність борошна, сходових і проходових фракцій і вміст крохмалю у висівках. Зольність сходових продуктів повинна бути на 0,6-0,8% вища зольності продукту, що надійшов. Зольність проходового продукту в 1,5-2,5 рази нижча зольності вихідного продукту.

Застосування системи НАССР.

НАССР – є науково-обгрунтованою системою, що дозволяє гарантувати виробництво безпечної продукції шляхом ідентифікації і контролю небезпечних чинників.

Послідовність операцій по застосуванню НАССР (за Codex Alimentarius):

1. Створення команди
2. Описання продукту
3. Визначення очікуваного
6. Перевірка ПД на виробництві
5. Перевірка ПД на виробництві
4. Побудова процесної діаграми (ПД)
8. Визначення КТК.
7. Перелік потенційних ризиків, їх аналіз.
9. Встановлення моніторингу по кожній КТК .
10. Встановлення гранично допустимих рівнів по кожній КТК.
11. Встановлення коригувальних дій можливих відхилень.
12. Встановлення процедур для перевірки правильності роботи системи.
13. Встановлення процедур документування та ведення записів.

Як такого поняття «стандарт ХАССП» не існує. Це система, яка складається з семи принципів:

- 1) аналіз небезпек;

- 2) визначення ККТ;
- 3) визначення критичних меж ККТ;
- 4) визначення систем моніторингу;
- 5) визначення необхідності та періодичності проведення верификацій;
- 6) -визначення дій у разі перевищення критичних меж (включаючи коригувальні дії)
- 7) визначення ведення необхідних записів.

Наведені вище принципи безпеки продукції застосовуються до всіх секторів харчового виробництва.

В цілому, впровадження та сертифікація системи управління безпечністю харчових продуктів на основі концепції НАССР забезпечує і дає підприємству можливість:

- гарантувати випуск безпечної продукції за рахунок систематичного контролю на всіх стадіях виробництва;

- належним чином управляти всіма небезпечними факторами, які можуть загрожувати безпечності харчових продуктів – запобігати, усувати чи мінімізувати їх;

- успішно проходити "аудити постачальників" торговими мережами;

- вигравати тендери на виробництво продукції ВТМ для торгових мереж;

- гарантувати, що харчові продукти безпечні на момент їх споживання;

- забезпечити належні гігієнічні умови виробництва у відповідності з міжнародними нормами;

- демонструвати відповідність застосовним законодавчим і нормативним вимогам щодо безпечності харчових продуктів;

- зміцнити довіру споживачів, замовників та органів нагляду до безпеки виробленої продукції і поліпшити імідж підприємства;

- розширити ринки збуту отримати вихід на зарубіжні ринки;

- підвищити відповідальність персоналу і забезпечити розуміння всіма співробітниками підприємства першочергової важливості аспектів безпеки продукції.

5.8 Охорона праці

На борошномельних підприємствах слід строго дотримуватися загальних та галузевих норм та правил техніки безпеки. На зерноперероблювальних підприємствах по техніці безпеки проводяться:

- ввідний інструктаж,
- інструктаж на робочому місці,
- повторний інструктаж.

Проходження інструктажу реєструють в журналі. До обслуговування млина допускаються особи, що пройшли спеціальну підготовку по вивченню млина. Персонал, що обслуговує агрегатний млин, повинен володіти безпечними методами роботи і дотримуватися запобіжних заходів.

Електропроводка не повинна мати порушень ізоляції, а місця підключення повинні бути ретельно ізольовані. При обслуговуванні млина не дозволяється:

- пускати в роботу млин зі знятими капотами;
- захащувати проходи до млина;
- виконувати ремонтні операції без зняття клинових ременів та ланцюгів електроприводів;
- робити на ходу регулювання млина.

Необхідно не допускати скупчення борошняного пилу на внутрішній і зовнішній поверхнях агрегатів млина.

Електроустаткування і обладнання млина повинні бути заземлені. При відсутності заземлення забороняється включати електроустаткування. Усі роботи з огляду, ремонту й очищенню електроустаткування повинні проводитись тільки при цілком знятій напрузі.

При транспортуванні частин млина стропування необхідно здійснювати відповідно до схем стропування з використанням римів-болтів.

Млин повинен бути обладнаний ефективно діючою аспірацією. Робочий простір герметизують, щоб цілком виключалися розсипи зерна, продуктів і виділення пилу.

Важливе місце в безпечній роботі приділяється пристроям для пуску і зупинки машин. Вони повинні бути надійними, легкодоступними для користування з робочого місця, добре помітними і не вимагати великих зусиль. Найбільше зручне кнопочке керування.

Зерновий, борошняний і комбікормовий пил при певних умовах може створити небезпеку загоряння і вибуху. Для пилу елеваторів, борошномельних і комбікормових заводів температура загоряння (іскріння і спалахи) коливається в межах 315-725 °С, а температура запалення 600- 800 °С. Можливість вибуху пилу повинна бути відвернена виконанням профілактичних заходів. Насамперед не можна допускати запиленості повітря і скупчення пилу. Для цього необхідно забезпечити справну роботу аспірації всіх джерел утворення пилу, правильний і своєчасний нагляд за устаткуванням.

Для переносного освітлення треба використовувати електричні лампи напругою 12-36 В в герметичному виконанні зі скляним ковпаком і металевією сіткою, з живленням від трансформаторів у герметичному виконанні. Опускати електролампочки в циклони, розвантажувачі, фільтри, бункери, силоси не дозволяється.

Мастильні й обтиральні матеріали необхідно зберігати в спеціальних залізних шухлядах на відведених місцях.

У процесі експлуатації варто уникати роботи у холосту вальцових верстатів, оббивальних машин, трієрів, тому що при цьому можуть виникати вибухонебезпечні концентрації пилоповітряних сумішей. Велику небезпеку має статична електрика, що, накопичуючись на металевих частинах устаткування в

процесі переміщення і дроблення зернопродуктів, а також на вставках з органічного скла, може утворювати поля високої напруги (до 50000 В). Тому все устаткування, враховуючи аспіраційне і пневмотранспортне, необхідно заземлювати.

Важливим заходом, що запобігає нагромадження статичної електрики, є підтримка у виробничому приміщенні вологості повітря, рівної 70%. Тому поряд з контролем запиленості повітря необхідно регулярно визначати вологість повітря і, якщо є можливість, зволожувати його.

Атмосферні умови на борошномельних, круп'яних і комбікормових заводах установлюють відповідно до норм технологічного проектування, затвердженими у встановленому порядку.

Технічний прогрес на підприємствах борошномельної, круп'яної і комбікормової промисловості, інтенсифікація технологічних процесів підвищили на підприємствах рівень шуму і вібрації. Припустимі рівні звукового тиску і рівні звуку на постійних робочих місцях, у приміщеннях і на території підприємств варто приймати відповідно до гігієнічних норм, затвердженими Міністерством охорони здоров'я. Різде підвищення рівня шуму особливо виявляється в зоні вальцових верстатів, де головне джерело шуму – це зубчасті передачі. Рівень шуму в зоні вальцових верстатів може досягати 100-110 Дб, що значно перевищує санітарні норми і здійснює на людину шкідливий фізіологічний вплив.

Для зменшення шуму необхідно проводити на робочих місцях відповідні заходи, змазувати вібруючі і створюючі шум деталі; застосовувати пристрої, що ізолюють чи поглинають шум; постачати обладнання обладнане глушителями, амортизаторами; підтримувати устаткування в належному порядку; вчасно проводити технічний огляд і ремонт. Для ослаблення вібрації і шуму устаткування, що викликає вібрацію і шум вище встановлених норм (електродвигуни, вентилятори й ін.), треба встановлювати його на самостійних шумоізолюючих фундаментах і підставках, віброізольованих від підлоги та інших конструкцій будинку.

Для зменшення шуму, відбитого від стін, стель і устаткування, застосовують також метод звукопоглинання. Основне призначення глушителів шуму, установлених на повітропроводах агрегатів, двигунів, вентиляторів, полягає в тому, щоб знищити чи послабити шум, що виникає внаслідок пульсації тиску в цьому потоці; але глушители не повинні робити опору виходу потоку повітря чи газу.

РОЗДІЛ 6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

Техніко-економічні показники будівництва млина продуктивністю 12 т/год
Для млинзаводу добовою продуктивністю 288т/добу, чисельність тих, що працюють на підприємстві складає – 140 чол.

Визначаємо фонд оплати праці працюючих по формулі:

$$\text{ФОП} = 3\text{П}_{\text{ср}} * \text{Ч}_{\text{чол.}} * N, \text{ де}$$

$3\text{П}_{\text{ср}}$ -середня заробітна плата в галузі (7000 грн на місяць)

$\text{Ч}_{\text{чол.}}$ - чисельність людей

N - число місяців роботи

$$\text{ФОП} = (7000 * 140 * 12) : 1000 = 11760 \text{ тис грн}$$

Із загального фонду заробітної плати тих, що працюють 60% складає заробітна плата робочих складає 5922 тис грн.(11760*0,6)

Продуктивність праці складає: $\text{ПТ} = \text{РП} : \text{Ч}_{\text{чол.}} = 543602 : 140 = 3883 \text{ тис грн}$

Сировина і основні матеріали

Витрати на сировину включають вартість зерна і витрати на його утримання.

Вартість зерна (C_3) визначається множенням середньозваженої оптової ціни зерна помольної партії ($\text{Ц}_{3,с}$) і витрат на його доставку на підприємство (T_p) без ПДВ на річний об'єм переробки зерна власних ресурсів ($Q_{\text{влас.}}$), по формулі:

$$Q_3 = ((1,02 * 7600) + 130) / 1,2 * 76140 / 1000 = 241236 \text{ тис грн}$$

Оптові ціни на зерно, які включаються в помольну партію, беруться за даними потокового моніторингу цін товаровиробників, які складають (на даний час) 7400-8100 грн/тону зерна.

					КРМ.ТЗПХіКВ.1.948-03.І.1.4			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Тодоровський О.В.			Розділ 6		Літ	Аркуш
Керівник		Волошенко О.С.						65
							ОНТУ	
Консульт.		Басюркіна Н.Й						
Зав.кафедри		Жигунов Д.О.						

У формулі коефіцієнт 1,02 враховує додаткові витрати на придбання (націнки, комісійні, послуги товарних бірж), які складають 2% від вартості зерна.

Витрати на отримання зерна складають 130-150 грн./тону зерна.

Додаткові матеріали

Витрати на матеріали визначаються за такими нормативами: 8 грн на тонну об'єму переробки зерна.

$$C_M = (8 \times Q_{\text{заг}}) / 1000 = (8 \times 126900) / 1000 = 1015,2 \text{ тис грн}$$

Паливо

Витрати на паливо визначаються, виходячи з норм витрат палива, об'ємів переробки зерна і цін на палива по формулі:

$$Z_{\text{топ}} = C_{\text{топ}} * N_{\text{топ,усл}} * Q_{\text{заг}} * K_{\text{усл.}},$$

де $C_{\text{топ}}$ - ціна натурального палива, грн./т

$Q_{\text{заг}}$ - об'єм переробки зерна, т.

$N_{\text{топ,усл}}$ - норма витрати умовного палива, кг/т

$K_{\text{усл.}}$ - коефіцієнт перекладу умовного палива в натуральне

Для технологічних потреб $N_{\text{топ,усл}}$ береться у розмірі 3кг умовного палива на тонну зерна для холодного кондиціонування.

Норми витрати умовного палива перераховується на натуральне паливо залежно від виду палива, яке використовується на підприємстві(в даному випадку-газ - 6500 грн/т).

$$Z_{\text{топ}} = (6700 * 3 * 0,88) * 126900 / 1000^2 = 2177,6 \text{ тис грн}$$

Енергія

У даний підрозділ включаються сумарні витрати на електроенергію і воду, які використовуються на технологічні потреби.

Витрати на електроенергію визначаються по формулі:

$$C_{\text{ел.}} = T_{\text{ел.}} * N_{\text{ел.}} * Q_3 * K_6,$$

де $T_{\text{ел.}}$ - тариф на електричну енергію, складає 1,54грн/кВт.год без ПДВ;

$N_{\text{ел.}}$ - норма витрати електричної енергії на виробництво борошна, складає 102кВт.год/т;

Q_3 - об'єм переробки зерна за рік,т;

K_6 - загальний вихід борошна.

$$C_{\text{ел}} = (1540 \cdot 100 \cdot 126900 \cdot 0,75) : 1000^2 = 14656,9 \text{ тис грн}$$

Витрати на воду розраховується за формулою:

$$C_{\text{в}} = (T_{\text{в}} + T_{\text{сп}} \cdot K_{\text{сп}}) \cdot N_{\text{в}} \cdot Q_3,$$

де $T_{\text{в}}, T_{\text{сп}}$ – тарифи, відповідно, на отримання води і спуск її в каналізацію, грн./м³ (15 і 5 відповідно);

$K_{\text{сп}}$ – коефіцієнт, який визначає співвідношення між об'ємами спуску і отримання води 0,9;

$N_{\text{в}}$ – норма витрати води на тонну зерна, м³/т

$$C_{\text{в}} = (15 + 5 \cdot 0,9) \cdot 0,91 \cdot 126900 / 1000 = 2251,8 \text{ тис грн.}$$

Загальні витрати на енергію складають:

$$14656,9 + 2251,8 = 16908,7 \text{ тис грн}$$

Основна і додаткова заробітна плата

Фонд основної і додаткової заробітної плати береться з розрахунків, які приводяться в п. 6.3.

При цьому береться ФОТ тільки робочих

$$\Phi ЗП_{\text{раб}} = 5922 \text{ тис грн}$$

Відрахування на соціальні потреби

Визначаються по встановлених відсотках від величини фонду основної і додаткової платні:

$$З_0 = \Phi ЗП_{\text{раб}} \cdot 0,3776$$

$$З_0 = 5922 \cdot 0,3776 = 2236 \text{ тис грн}$$

Амортизація устаткування

Розраховується по формулі:

$$A = ОПФ \times (N_a / 100),$$

де H_a – норма амортизаційних відрахувань третьої групи фондів (технологічне устаткування), $H_a=20\%$;

ОПФ – вартість технологічного устаткування основних виробничих фондів третьої групи.

$$A=70500 \times 0,5 \times (20/100) = 7050 \text{ тис грн.}$$

Вартість технологічного устаткування основних промислово-виробничих фондів визначається у розмірі 50 % від всієї вартості ОПФ ($I_{\text{овф}}$), яку визначають відповідно до п. 2

Розрахунок інших амортизаційних витрат здійснюють за формулою:

$$A_{\text{ін.}} = \sum_i \text{ОПФ}i \times H_{a,i} / 100,$$

де $\text{ОПФ}i$ – вартість основних промислово-виробничих фондів i -ої групи

$H_{a,i}$ – норма амортизаційних відрахувань i -ої групи фондів

$$A_{\text{зд}} = 35250 \times 0,05 \times 0,6 = 1057,5 \text{ тис грн}$$

$$A_{\text{уст.}} = 35250 \times 0,2 \times 0,1 = 705 \text{ тис грн}$$

$$A_{\text{инстр, меб.}} = 35250 \times 0,25 \times 0,1 = 881,25 \text{ тис грн}$$

$$A_{\text{сооруж}} = 35250 \times 0,1 \times 0,067 = 236,17 \text{ тис грн}$$

$$A_{\text{ел.пр.}} = 35250 \times 0,1 \times 0,5 = 1762,5 \text{ тис грн} \quad A_{\text{інш}} = 4644 \text{ тис грн}$$

$$A_{\text{заг.}} = 7050 + 4644 = 11694 \text{ тис грн}$$

Інші прямі витрати

Визначаються у розмірі 5% від усіх попередніх витрат (крім витрат на сировину).

$$B_{\text{ін.}} = 0,05 \times (1015,2 + 2177,6 + 16908,7 + 5922 + 2236 + 7050) = 1765 \text{ тис грн}$$

Загальновиробничі витрати

Визначаються у розмірі 30% від усіх попередніх витрат за винятком витрат на сировину:

$$B_{\text{заг.}} = (35310 + 1765) \times 0,30 = 11122,3 \text{ тис грн.}$$

Виробнича собівартість

Визначається як сума усіх попередніх витрат (витрат по всіх попередніх статтях).

Адміністративні витрати, витрати на збут, інші витрати основної діяльності, відсотки за кредит визначаються у розмірі, відповідно 35%,30%,5%,2% від величини виробничої собівартості за виключенням витрат на сировину.

Повна собівартість

Визначається як сума виробничої собівартості і накладних витрат (адміністративних, витрат на збут, інших витрат основної діяльності, відсотків за кредит).

Витрати в результативному ряду «всього» є повними витратами на виробництво продукції (повною собівартістю), а експлуатаційні витрати є різницею між повними витратами і амортизаційними відрахуваннями.

$$EB = ПВ - А = 324134,4 - 11694 = 312440,4 \text{ тис грн}$$

Таблиця 6.1. Розрахунок зведених витрат на виробництво продукції і послуг з давальницької переробки зерна.

Стаття витрат	Сума витрат, тис грн
Сировина та основні матеріали	241236
Додаткові матеріали	1015,2
Паливо	2177,6
Енергія	16908,7
Основна і додаткова заробітна плата	5922
Відрахування на соціальні потреби	2236
Амортизація обладнання	7050
Інші прямі витрати	1765
Загальновиробничі витрати	11122,3
Виробнича собівартість	289432,8

Адміністративні витрати	16868,9
Витрати на збут	14459,0
Інші витрати виробничої діяльності	2409,8
Відсотки за кредит	963,9
Повна собівартість	324134,4
В т.ч. експлуатаційні витрати	312440,4

Прибуток визначається як різниця між об'ємами реалізації продукції і послуг, які розраховуються в розділі 2 (табл.1.2.), і повною собівартістю з табл.6.1.

$$П = РП - СП;$$

$$П = 366552 - 312440,4 = 54111,6 \text{ тис грн.}$$

Рентабельність продукції визначається діленням прибутку на повну собівартість продукції і послуг.

$$P_{rp} = (П / С) * 100$$

$$P_{rp} = (54111,6 / 312440,4) * 100 = 17,3 \%$$

Фінансова та економічна оцінка проекту

Економічна оцінка проекту виконується за такими показниками:

1.Для інвестора:

- термін окупності інвестицій ($C_{\text{трм}}$);
- чиста приведена вартість проекту (ЧПС)

2.Для кредитора:

- термін повернення кредиту ($T_{\text{кр}}$)

При виконанні розрахунку приймаються наступні умови:

- 1) ставка дисконтування $d=25$;
- 2) акциз і експортне мито відсутні;
- 3) продаж проекту не передбачається;
- 4) для економічної оцінки прийнятий період 5 років

- 5) амортизаційні відрахування, які виникають у зв'язку з введенням проекту, кладуть на депозит в банк і вважають резервом для страхування від ризику.

Для кредитування інвестицій приймаються такі умови:

- 1) Процентна ставка за кредит 22% в рік;
- 2) Всі вільні кошти прибутку йдуть на погашення кредиту

Розрахунок прибутку, податків і вільних грошових коштів

Таблиця 6.2. Рух грошових коштів, тис грн

Показники	Роки			
	1	2	3	4
Надходження коштів	293241,6	366552	366552	366552
Амортизаційні відрахування	11694	11694	11694	11694
Проценти за кредит	10791,2	7037,9	54,6	-
Експлуатаційні витрати	249952,3	312440,4	312440,4	312440,4
Балансовий прибуток	20804,1	35379,7	42363	42417,6
Податок на прибуток 18%	3744	6368,3	7625,3	7635,2
Чистий прибуток	17060,1	29011,4	34737,7	34781,8
Чистий прибуток, що залишається на підприємстві	-	-	31758,2	34781,8
Вільні грошові кошти	28754,1	40705,4	46431,7	46476,4

У перший рік, об'єм реалізації досягає тільки 80% від максимально можливого $0,8 \times 366552 = 293241,6$ тис грн, експлуатаційні витрати – 80% від максимального рівня $0,8 \times 312440,4 = 249952,3$ тис грн

Сума платні відсотків за кредит в 1 рік:

$$П_{к1} = K \times (\%K/100)$$

$$П_{к1} = 0,22 \times 49051 = 10791,2 \text{ тис грн.}$$

$$П_{б1} = РП_1 - ЕВ_1 - А_1 - П_{к1}$$

$$П_{б1} = 293241,6 - 249952,3 - 11694 - 10791,2 = 20804,1 \text{ тис грн}$$

Борг за кредитом на кінець 1-го року складає:

$$K_{\text{зал } 2} = 49051 - 17060,1 = 31990,9 \text{ тис грн}$$

Сума платні відсотків за кредит в 2-ому році:

$$П_{к1} = K \times (\%K/100) = 0,22 \times 31990,9 = 7037,9 \text{ тис грн}$$

$$П_{62} = РП_2 - ЕВ_2 - А_2 - П_{к2}$$

$$П_{62} = 366552 - 312440,4 - 11694 - 7037,9 = 35379,7 \text{ тис грн}$$

Борг за кредитом на кінець 2-го року складає:

$$K_{\text{зал } 3} = 31990,9 - 29011,4 = 2979,5 \text{ тис грн}$$

Для визначення останнього року погашення кредиту необхідно порівнювати на початок кожного року суму боргу та суму потенційного чистого прибутку ($П_{ч}$).

$$П_{ч} = (K_{\text{над}} - (B_{\text{екс}} + A)) \times (1 - K_{\text{под}})$$

$$П_{ч2} = (366552 - 11694 - 312440,4) \times 0,82 = 34782,4 \text{ тис грн}$$

Так як потенційний чистий прибуток більший за суму боргу, то даний рік є останнім роком для погашення кредиту.

Визначаємо термін погашення кредиту у даному році у місяцях за формулою:

$$T_{\text{міс}} = (B / П_{ч}) \times 12$$

$$T_{\text{міс}} = (2979,5 / 34782,4) \times 12 = 1 \text{ міс}$$

Сума сплати відсотків за кредит у другому році:

$$П_{к2} = 2979,5 \times \frac{22}{12 \cdot 100} \times 1 = 54,6 \text{ тис грн}$$

Графік повернення кредиту і сплати процентів по кредиту. На підставі розрахунків графік повернення кредиту і сплати процентів по кредиту складаємо у вигляді таблиці 6.3.

Таблиця 6.3. Графік повернення кредиту і сплати процентів по кредиту

Показники	Роки		
	1	2	3
Борг на початок року	49051	31990,9	2979,5
Погашення кредиту	17060,1	29011,4	2979,5
Борг на кінець року	31990,9	2979,5	-
Проценти за кредит	10791,2	7037,9	54,6

За наведеними вище даними визначаємо строк повернення кредиту ($T_{кр}$). До строку повернення кредиту включають кількість років, за які здійснюється часткове погашення кредиту та частину року, в якому остаточно погашається кредит.

$$T_{кр} = T_ч + \frac{Bi}{Pi_ч} = 2 + \frac{2979,5}{34737,7} = 2,1 \text{ роки}$$

Отже, підприємство поверне повністю кредит за 2,1 роки.

Розрахунок чистої приведеної вартості та строку окупності інвестиційного проекту

Розрахунок здійснюється за допомогою таблиці 6.4.

Таблиця 6.4. Розрахунок чистої приведеної вартості та строку окупності проекту, тис грн

Показники	Роки				
i	1	2	3	4	5
$(1+0,25)^i$	1,25	1,56	1,95	2,44	3,05
Вільні грошові кошти	28754,1	40705,4	46431,7	46476,4	46476,4
Дисконтована величина вільних грошових коштів	23003,2	26093,2	23811,1	19047,7	15238,2
Чиста приведена вартість проекту	-84027	- 57933,8	-34122,7	- 15075	+163,2

Чисту приведену вартість проекту розраховують за формулою:

$$ЧПВ_i = K_{дис,i} - ЧПВ_{i-1}$$

де $ЧПВ_i$, $ЧПВ_{i-1}$ - накопичена чиста приведена вартість проекту, відповідно, у попередньому і поточному році;

$K_{дис,i}$ - дисконтована величина вільних грошових коштів у поточному році

$$ЧПВ_1 = 20336 - 104363 = -84027 \text{ тис грн.}$$

$$ЧПВ_2 = 26093,2 - 84027 = - 57933,8 \text{ тис грн.}$$

$$ЧПВ_3 = 23811,1 - 57933,8 = -34122,7 \text{ тис грн.}$$

$$ЧПВ_4 = 19047,7 - 34122,7 = - 15075 \text{ тис грн.}$$

$$\text{ЧПВ}_5 = 15238,2 - 15075 = +163,2 \text{ тис грн}$$

Термін окупності інвестицій визначається за формулою:

$$T_{\text{ок}} = T_{\text{чв},i} + \frac{\text{ЧПВ}_i - 1}{K_{\text{дис}}} = 4 + \frac{15075}{15238,2} = 4,9 \text{ роки}$$

Чиста приведена вартість проекту на кінець 4-го року складає 163,2 тис грн

Оцінка ризиків

До ризиків, пов'язаних з політичною і економічною ситуацією в Україні входять: політична нестабільність, діюча і майбутня правова база для інвестицій, перспектива економіки в цілому, фінансова нестабільність.

Останнім часом, в Україні нестабільна політична ситуація, погіршився економічний стан та фінансова стабільність. Все це свідчить про підвищення ризику інвестування для будівництва нового підприємства в Україні.

Ризики періоду проектування і будівництва пов'язані з можливим збільшенням термінів будівництва, невчасним постачанням і введенням в дію устаткування, невідповідності вартості будівництва розрахунковій сумі інвестицій.

Будівництво млина в сучасних умовах відбувається в недовгі терміни, тому вірогідність зриву термінів будівництва дуже мала. Постачання устаткування в сучасних умовах виконується без порушення термінів. Вірогідність невідповідності фактичних витрат плановим на будівництво розрахунковим мала, оскільки розрахунки базуються на методах, які перевірені практикою. Таким чином, ризики періоду проектування і будівництва маловірогідні.

Ризики експлуатаційного періоду включають: виробничі ризики, ринкові ризики.

Виробничі ризики, пов'язані з підвищенням поточкових витрат, зривів графіка постачання сировини, відключенням енергії. Підвищення поточкових витрат, в основному, стосується сировини і енергетичних витрат. У

таких випадках одночасно підвищуються ціни на продукцію. Таким чином, компенсується підвищення потокових витрат.

Страхування від зривів графіка постачання сировини забезпечуються присутністю на підприємстві місткостей для змісту страхового запасу сировини. Останнім часом в Україні налагоджується система енергопостачання і можна чекати, що відключення енергії не буде. Невеликі зриви в забезпеченні електроенергії можна компенсувати роботою у вихідні дні. Таким чином, виробничі ризики експлуатаційного періоду відсутні.

Ринкові ризики пов'язані з можливою втратою частини на ринку збуту продукції або послуг.

На підприємстві планується утворення фінансових резервів на випадок короткочасного погіршення ринкової ситуації, пов'язаної із зниженням цін на продукцію, підвищенням цін на сировину в кінці сезону і ін.. Так само передбачається проведення постійних маркетингових досліджень ринку з метою своєчасного реагування на зміну ринкової ситуації, пов'язаної з конкурентною позицією підприємства щодо конкурентів і появою нових конкурентів. Таким чином, ринкові ризики експлуатаційного періоду невеликі.

Основні техніко-економічні показники діяльності підприємства представлені в табл. 6.5

Таблиця. 6.5. Техніко-економічні показники діяльності підприємства і інвестиційного проекту

Показники	Одиниці вимірювання	Значення показників
1.Добова потужність підприємства	тонн	288
2.Обсяги переробки зерна	тонн	126900
3.Обсяги переробки зерна з власних ресурсів	тонн	76140
4.Обєми переробки зерна клієнтів	тонн	50760
5.Обєм продажу	тис грн	366552
6.Повна собівартість	тис грн	324134,4
7.Прибуток	тис грн	54111,6
8.Кількість працюючих	тис грн	235

9.Фонд оплати праці	тис грн	9870
10.Середньомісячна заробітна плата	тис грн	3500
11.Продуктивність праці	тис грн/люд	1559
12.Рентабельність продукції	%	17,3
13.Інвестиції,у т.ч. В ОПФ В оборотні кошти	тис грн	104363 70500 33863
14.Кредит	тис грн	49051
15.Термін повернення кредиту	років	2,1
16.Термін окупності інвестицій	років	4,9
17.Чиста приведена вартість проекту 5-го року	тис грн	163,2

Висновок: Будівництво борошномельного заводу продуктивністю 12 т/год технічно можливе і економічно доцільне. Інвестиції у розмірі 104363 тис грн окупляться за 4,9 роки. Кредит у розмірі 49051 тис грн буде повернений за 2,1 роки. Чистий приведений дохід на кінець 4-го року складе 163,2 тис грн.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Лущення дозволяє знизити зольність зерна пшениці на 0,10...0,15 %.

Лущення дозволяє інтенсифікувати режими драних систем без істотного зростання навантаження на них. При однакових міжвальцьових зазорах та ступеню лущення 3% загальне вилучення на I та II др.с. збільшилося на 3,7 та 2,7 % відповідно, за рахунок збільшення виходу крупних фракції проміжних продуктів, крупної крупки на 5,2 %

Раціональним є ступінь лущення – 2...3 %. Подальше лущення технологічно не виправдане, оскільки відбувається збільшення енерговитрат на підготовку зерна.

Завод має зерноочисне відділення, розмелювальне відділення та відділення готової продукції.

У зерноочисному відділенні передбачено використання лущильних машин Каскад, що призводить до покращення санітарного стану зерна пшениці та збільшення виходу борошна вищого сорту.

У розмельному відділенні реалізовано 78-% помел пшениці (вихід борошна вищого сорту – 40 %, 1 сорту – 38 %).

Економічна доцільність проєкту підтверджена розрахунком і техніко-економічним обґрунтуванням підприємства (розділ 6).

					КРМ.ТЗПХіКВ.1.948-03.І.1.4			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Тодоровський О.В.			ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ		Літ	Аркуш
Керівник		Волошенко О.С.						77
							ОНТУ	
Консульт.								
Зав.кафедри		Жигунов Д.О.						

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ 3768:2019 "Пшениця. Технічні умови"
2. ГСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне. Технічні умови
3. Жигунов Д.О., Волошенко О.С. Технологія та оцінка якості зернових продуктів . – Одеса : Видавництво ОЛДІ-ПЛЮС, 2021. – 364 с.
4. Мерко І.Т. Наукові основи і технологія переробки зерна: підручник для студ. вищ. навч. закладів / І.Т. Мерко, В.О. Моргун. – Одеса: Друк, 2001. – 348 с.
5. Мерко І.Т. Технології мукомельного і круп'яного виробництва: підручник для студ. вищ. навч. закладів / – Одеса: Друк, 2010. – 472 с.
6. «Правила організації і ведення технологічного процесу на борошномельних заводах» / Міністерство Агропромислового Комплексу. – 1998.
7. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу "Контроль якості, безпека та екологія в галузі (НАССР і GMP)" [Електронний ресурс] : для здобувачів вищої освіти спец. 181 "Харчові технології" галузь знань 18 "Виробництво та технології", ступінь вищої освіти "бакалавр", ден. та заоч. форм навчання / О. С. Волошенко, Н. В. Хоренжий ; відп. за вип. Д. О. Жигунов ; Каф. технології переробки зерна. — Одеса : ОНАХТ, 2021. — Електрон. текст. дані: 56 с
8. Особливості формування сучасного асортименту та якості борошна // Studall.org: [Веб-сайт]. Львів, 2013. URL: <https://studall.org/all2-105077.html>
9. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу "Управління якістю продукції зернопереробних виробництв" [Електронний ресурс] : для здобувачів вищ. освіти зі спец. 181 "Харчові технології", галузь знань 18 "Виробництво та технології", СВО "магістр", ден. та заоч. форм навчання / О. С. Волошенко, Н. В. Хоренжий ; відп. за вип. Д. О. Жигунов ; Каф. технології переробки зерна. — Одеса : ОНАХТ, 2019.
10. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи магістра для здобувачів освіти зі спеціальності 181 «Харчові технології» галузь знань 18

«Виробництво та технології», денної та заочної форм навчання / Укладачі:
Д.О. Жигунов, О.С. Волошенко. – Одеса: ОНАХТ, 2021. – 28 с.

11. Жигунов, Д. О. Зв'язок показників якості зерна і муки / Д. О. Жигунов // Хлібопродукти. – 2013. – № 10. – С. 64–65.
12. Верещинський, О.П. Луцення пшениці в технології сортових помелів / О.П. Верещинський // Зберігання и переробка зерна. – 2008. – №9. – С.52-55.
13. Верещинський, О.П. Луцення як спосіб інтенсифікації водно-теплової обробки в сортових помелах пшениці / О.П. Верещинський // Зберігання и переробка зерна. – 2012. – №6. – С.38-40.
14. ООО "Олис" Дебрандер конструкції "Каскад" [Ел. ресурс]. – Режим доступу :
<http://www.olis.com.ua/equipments/proizvodstvomukiikrup/debranderkonstrukciikaskadmashinadlyaglubokoyobrabotkipoverhnostizerna/>.