

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет

ННІ зернового, переробного і хлібопекарського бізнесу ім. К.А. Богомаза
Кафедра Технології зернових продуктів, хліба і кондитерських виробів
Ступінь вищої освіти «Бакалавр»
Спеціальність 181 «Харчові Технології»
Освітня програма Технології зберігання і переробки зерна



КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему «Проект борошномельного заводу з інтеграцією інтенсивного зволоження зерна»

(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)

Здобувачка Дереча Ю.О.
(прізвище, ініціали)

Керівник: доцент Волошенко О.С.
(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти: проф. Басюркіна Н.Й.
(посада, прізвище та ініціали)
доц. Штепа Є.П.
(посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від _____ 2026 р., протокол № ____.

Завідувач кафедри

ТЗПХіКВ
(назва кафедри)

_____ (підпис)

Дмитро ЖИГУНОВ
(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Одеса – 2026 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ННІ зернового, переробного і хлібопекарського бізнесу ім. К.А. Богомаза

Кафедра Технології зернових продуктів, хліба і кондитерських виробів

Ступінь вищої освіти «Бакалавр»

Спеціальність 181 «Харчові Технології»

Освітня програма Технології зберігання і переробки зерна

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ТЗПХіКВ

Дмитро ЖИГУНОВ

« ____ » _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Деречи Юлії Олександрівни

1.Тема роботи Проект борошномельного заводу з інтеграцією інтенсивного зволоження зерна

Затверджена наказом університету від 02.10.2025р. наказ № 537-03

2. Термін задачі здобувачем закінченої роботи « 02 » червня 2026 р.

3. Вихідні дані роботи

Матеріали переддипломної практики: показники якості зерна, асортимент готової продукції; технологічна схема; показники ТЕО; плани поверхів підприємства

4.Перелік питань, які потрібно розробити

Стан проблеми та перспективи її вирішення. Техніко-економічне обґрунтування. Характеристика технологічних об'єктів та комунікацій генерального плану підприємства. Технологічна частина. Спеціальні розрахунки. Енергетичне та матеріально-ресурсне забезпечення. Техніко-економічні показники проекту

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

Схема технологічного процесу підготовки зерна до помелу, схема технологічного процесу розмелювання зерна, баланс помелу, плани поверхів

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

РОЗДІЛ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
2, 7	Басюркіна Н.Й.		
6	Штепа Є.П.		

7. Дата видачі завдання « ____ » _____ 2026 р.

Керівник _____ Волошенко О.С.

Завдання прийняв до виконання _____ Дереча Ю.О.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ	24.03-25.03	виконано
2.	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ	26.03-27.03	виконано
3.	ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА	28.03-30.03	виконано
4.	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	31.03-30.04	виконано
5.	СПЕЦІАЛЬНІ РОЗРАХУНКИ	01.05-04.05	виконано
6.	ЕНЕРГЕТИЧНЕ ТА МАТЕРІАЛЬНО-РЕСУРСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	05.05-10.05	виконано
7.	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ	11.05-14.05	виконано
8.	ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	15.05-17.05	виконано

Здобувач вищої освіти _____ Дереча Ю.О.

Керівник _____ Волошенко О.С.

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

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

Здобувач-вищої освіти Дереча Ю.О.

(ПІБ)

_____ (підпис)

АНОТАЦІЯ

на кваліфікаційну роботу на тему
«Проект борошномельного заводу з інтеграцією інтенсивного зволоження
зерна»

Здобувач	<u>Дереча Ю.О.</u>
Керівник	<u>к.т.н. Волошенко О.С.</u>
Ступінь вищої освіти	<u>«Бакалавр»</u>
Спеціальність	<u>181 «Харчові технології»</u>
Освітня програма	<u>Технології зберігання і переробки зерна</u>

Актуальність теми: одним із ключових етапів виробництва борошна є підготовка зерна до помелу. Саме на цьому етапі формується технологічна основа майбутньої якості продукції. Недостатньо підготовлене зерно призводить до збільшення втрат ендосперму, погіршення роботи розмелювального обладнання, підвищення енерговитрат та зниження виходу високосортного борошна. Особливе значення у підготовці зерна має процес волого-теплової обробки, який передбачає очищення, зволоження та відволожування зерна. Основною метою даного процесу є зміна фізико-механічних властивостей оболонки та ендосперму зернівки. При правильно підбраному режимі зволоження оболонки стають більш еластичними та міцними, а ендосперм залишається крихким, що сприяє ефективному розділенню анатомічних частин зерна під час помелу

Основні особливості роботи: завод, оснащений обладнанням фірми «Makenas», має зерночисне відділення, розмелювальне відділення та відділення готової продукції. У підготовчому відділенні передбачено інтенсивну вологотеплову обробку зерна у наколінних інтенсивних зволожуючих машинах МЕРТ-250. У розмелювальному відділенні реалізовано двохсортний 78-0% помел пшениці (вихід борошна вищого сорту – 60 %, першого сорту – 18 %, висівки – 19,1 %).

Структура роботи: анотація; зміст; вступ; розділ 1 «Стан проблеми та перспективи її вирішення»; розділ 2 «Техніко-економічне обґрунтування»; розділ 3 «Характеристика технологічних об'єктів та комунікацій генерального плану підприємства»; розділ 4 «Технологічна частина», розділ 5 «Спеціальні розрахунки», розділ 6 «Енергетичне та матеріально-ресурсне забезпечення», розділ 7 «Техніко-економічні показники»; висновки та рекомендації; список літератури

Обсяг роботи: пояснювальна записка викладена на 90 сторінках. Графічна частина включає 5 листів.

Висновок: використання технології інтенсивного зволоження зерна на сучасних борошномельних підприємствах та інтеграція інтенсивного зволожувача МЕРТ-250 у технологічну схему борошномельного заводу дозволить підвищити ефективність підготовки зерна до помелу, забезпечити

стабільну якість готової продукції та покращити техніко-економічні показники виробництва.

Ключові слова: борошномельний завод, ВТО, інтенсивне зволоження, підготовка зерна, переробка зерна, технологічний процес.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	4
ЗМІСТ	6
ВСТУП.....	7
1. РОЗДІЛ 1 СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ	8
2. РОЗДІЛ 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ	11
3. РОЗДІЛ 3 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ’ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА.....	15
3.1 Загальна характеристика генерального плану підприємства.....	15
3.2 . Архітектурно-будівельні рішення	18
4. РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	22
4.1 Наукове обґрунтування.....	22
4.2 Вимоги до показників якості сировини та розрахунок помельної партії	27
.....	27
4.3 Обґрунтування схеми технологічного процесу	33
4.4 Розрахунок балансу помелу зерна	38
4.5 Підбір та розрахунок технологічного обладнання	41
4.6 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва. Застосування	48
системи НАССР	48
4.7 Охорона праці.....	53
5. РОЗДІЛ 5 СПЕЦІАЛЬНІ РОЗРАХУНКИ.....	56
6. РОЗДІЛ 6 ЕНЕРГЕТИЧНЕ ТА МАТЕРІАЛЬНО-РЕСУРСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	64
7. РОЗДІЛ 7 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	75
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	88
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	89

ВСТУП

Борошномельна промисловість є базовою та стратегічно важливою галуззю харчової індустрії та агропромислового комплексу (АПК) України. Вона виконує функцію забезпечення продовольчої безпеки держави, постачаючи головну сировину для хлібопекарської, макаронної, кондитерської промисловості.

У структурі харчування населення України хліб та хлібопродукти традиційно посідають одне з перших місць, що висуває підвищені вимоги до стабільності обсягів виробництва та якісних показників борошна.

Історично Україна володіє колосальним потенціалом вирощування та переробки зернових культур. Проте сучасний етап розвитку глобального та внутрішнього аграрних ринків ставить перед галуззю нові виклики.

Тривалий час вітчизняний агросектор орієнтувався переважно на сировинний експорт – вивезення необробленого зерна пшениці через залізничні та морські портові термінали. Сьогодні така модель демонструє свою вразливість через логістичні кризи, блокування транспортних коридорів та мінливість світових цін на сировину.

У зв'язку з цим виникає гостра необхідність переорієнтації АПК України з експорту сировини на глибоку та високотехнологічну переробку всередині країни.

Створення сучасних борошномельних підприємств дозволяє залишати додану вартість всередині держави, створювати нові робочі місця, оптимізувати податкові надходження та експортувати готовий продукт високої якості (сортове борошно, специфічні суміші, крупи), який є значно ліквіднішим та захищенішим від цінових коливань на світовому ринку.

Для подолання цих деструктивних тенденцій в країні розгорнута концептуальна програма будівництва нових підприємств середньої та високої потужності, що базуються на принципах інженерінгу Industry 4.0, автоматизації та впровадженні високоефективного закордонного і вітчизняного обладнання.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

Для України, яка є одним із найбільших виробників та експортерів зерна у світі, питання модернізації борошномельних підприємств набуває особливої актуальності. Підвищення конкурентоспроможності вітчизняної продукції можливе лише за умови впровадження сучасних технологічних рішень, які відповідають міжнародним вимогам до якості та безпечності харчових продуктів.

Аналіз сучасного стану харчових і переробних галузей АПК України свідчить про те, що загальний технічний рівень виробництв потребує кардинальної модернізації. Згідно з актуальними статистичними та галузевими даними, вимогам передового світового рівня відповідають лише близько 20 % активної частини виробничих фондів підприємств. Приблизно 25 % фондів перебувають у стані, що вимагає негайного технічного переозброєння та локальної модернізації, а понад 40 % основного технологічного обладнання є морально і фізично застарілим і підлягає повній заміні.

Високий ступінь зносу фондів на старих млинзаводах призводить до низки негативних наслідків:

- Надмірне питоме споживання електричної енергії на тонну переробленого зерна (до 90–110 кВт·год/т).
- Незадовільний вихід борошна вищих сортів і підвищений вміст ендосперму у висівках (низька ефективність помелу).
- Нестабільність якісних показників готової продукції при коливаннях властивостей вихідних партій зерна.
- Високі експлуатаційні витрати на поточні ремонти та обслуговування зношених механізмів.

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.537-03.ІІ.3.1					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розробив		Дереча Ю.О.			Розділ 1			Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник		Волошенко О.С.						8		
Консультант					ОНТУ, ТЗХ-41					
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.								

Технологічний процес сортового помелу пшениці є складним механіко-біохімічним процесом, ефективність якого закладається задовго до потрапляння зерна на першу драну систему вальцових верстатів. Якість борошна, його зольність, білість та вихід прямо залежать від ступеня та ретельності підготовки зернової маси в зерноочисному (підготовчому) відділенні млина.

Одним із ключових етапів виробництва борошна є підготовка зерна до помелу. Саме на цьому етапі формується технологічна основа майбутньої якості продукції.

Недостатньо підготовлене зерно призводить до збільшення втрат ендосперму, погіршення роботи розмелювального обладнання, підвищення енерговитрат та зниження виходу високосортного борошна.

Особливе значення у підготовці зерна має процес волого-теплової обробки, який передбачає очищення, зволоження та відволожування зерна. Основною метою даного процесу є зміна фізико-механічних властивостей оболонки та ендосперму зернівки. При правильно підібраному режимі зволоження оболонки стають більш еластичними та міцними, а ендосперм залишається крихким, що сприяє ефективному розділенню анатомічних частин зерна під час помелу.

Таким чином, розробка проекту борошномельного заводу з інтеграцією нахильного інтенсивного зволожувача МЕРТ-250 фірми Makenas є актуальною темою, оскільки вона безпосередньо спрямована на вирішення ключових завдань сучасної агропереробної індустрії України.

1.1. Характеристика об'єкта

Завод, що проєктується, оснащений обладнанням фірми «Makenas», має зерноочисне відділення, розмелювальне відділення та відділення готової продукції.

У підготовчому відділенні передбачено інтенсивну вологотеплову обробку зерна у інтенсивних зволожуючих машинах МЕРТ-250.

У розмелювальному відділені реалізовано двохсортний 78-% помел пшениці (вихід борошна вищого сорту – 60 %, першого сорту – 18 %, висівки – 19,1 %).

Інтеграція інтенсивного зволожувача МЕРТ-250 у технологічну схему борошномельного заводу дозволить підвищити ефективність підготовки зерна до помелу, забезпечити стабільну якість готової продукції та покращити техніко-економічні показники виробництва.

1.2. Мета і завдання проекту

Кваліфікаційна робота виконана у рамках кафедрального комплексного проекту на тему: «Впровадження інноваційних технологічних рішень на етапі підготовки зерна до помелу».

Тема кваліфікаційної роботи: «Проект борошномельного заводу з інтеграцією інтенсивного зволоження зерна».

Мета проекту – розробка та реалізація технологічної схеми борошномельного заводу продуктивністю 260 т/доб з впровадженням інноваційних технологічних рішень на етапі підготовки зерна до помелу.

Завдання проекту:

- зробити техніко-економічне обґрунтування;
- надати загальну характеристику генерального плану підприємства та архітектурно-будівельних рішень;
- обґрунтувати асортимент та формування показників якості готової продукції, характеристику сировини;
- зробити аналіз та обґрунтувати схему технологічного процесу;
- розрахувати кількісно-якісний баланс;
- вибрати, розрахувати та підібрати технологічне обладнання;
- розрахувати спеціальні розрахунки: аспірацію і енергопостачання;
- зробити техніко-економічні розрахунки.

РОЗДІЛ 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

2.1 Маркетингові дослідження, обґрунтування доцільності будівництва підприємства та його виробничої потужності

Виходячи з продуктивності типорозміру продуктивності сучасного обладнання для виробництва борошна 6-9 т/год плануємо продуктивність заводу – 260 т/доб.

Режим роботи підприємства приймаємо перервний (з двома загальними вихідними днями – за рік – 102 дня) в три зміни, зупинкою на капітальний ремонт (18 діб) і з проведенням поточного обслуговування у вихідні дні.

Робочий період (Р) підприємства складає:

$$P = 365 - 102 - 18 = 245 \text{ діб.}$$

Якщо обрати продуктивність млинзаводу (Пдоб) в 260 т/добу, то при коефіцієнті завантаженості (Kq) 1,0 та робочому періоді (Р) 245 діб на ньому можна переробити зерна пшениці (Vз):

$$V_z = P_{\text{доб}} \times K_q \times P = 260 \times 1,0 \times 245 = 58800 \text{ т.}$$

На заводі буде впроваджене новітнє обладнання фірми «Makenas», що дасть високий вихід борошна високої якості.

На переробку планується використовувати зерно пшениці другого та третього класу (для продовольчих потреб) у співвідношенні 70:30.

2.2 Мета і робоча гіпотеза проектування, результати, які очікуються

Економічною метою будівництва підприємства є – отримання прибутку від здійснення діяльності з виробництва і реалізації борошна та висівок, що буде вироблятися на новому побудованому підприємстві.

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.537-03.П.3.1			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розділ 2	Літ	Аркуш	Аркушів
Розробив		Дереча Ю.О.						
Керівник		Волошенко О.С.					11	
Консультант		Басюркіна Н.Й.				ОНТУ, ТЗХ-41		
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.						

При переробці зерна пшениці базисних кондицій у сортове борошно 78 %-ного виходу при двохсортному помелі за розвиненою структурою отримують такі продукти згідно базису [2]:

- борошно вищого сорту – 58-68%;
- борошно першого сорту – 10-20%;
- висівки – 19,1%;
- відходи I-II категорії (кормопродукти) – 2,2%;
- відходи III категорії (механічні втрати) – 0,7%.

З урахуванням вищевикладеного, приймаємо наступні виходи готової продукції при переробленні зерна базисних кондицій:

- борошно вищого сорту – 60 %;
- борошно першого сорту – 18 %;
- висівки – 19,1%;
- відходи I-II категорії (кормопродукти) – 2,2%;
- відходи III категорії (механічні втрати) – 0,7%.

Для підвищення економічних показників на підприємстві запропоновано 100 % об'ємів переробки як власна переробка, давальницьку переробку не передбачено.

Обсяг виробництва та реалізації продукції з власних ресурсів і послуг по давальницької переробці наведено у табл. 2.1. Також у таблиці наведено оптові вільні ціни згідно з існуючими на ринку.

Прибуток (П) визначається за формулою:

$$П = РП \frac{р}{100+р},$$

де РП – обсяг реалізації продукції та послуг (табл. 2.1),

р – рентабельність продукції та послуг, яку задають шляхом прогнозування, приймаємо $R_{пр} = 10\%$.

$$П = 498243 \times 10 / (100 + 10) = 45295 \text{ тис. грн.}$$

Таблиця 2.1. – Розрахунок обсягів виробництва і реалізації продукції та послуг

Показники	%	Значення показника	Оптові ціни і тарифи підприємства,	Обсяги реалізації продукції,
		т	грн/т	тис. грн
1. Річний обсяг переробки зерна		58800	х	х
2. Обсяги переробки зерна власних ресурсів	100	58800	х	х
3. Виробництво готової продукції з власних ресурсів	100	58800	х	х
Борошно вищого сорту	60	35280	15 200	359 856
Борошно першого сорту	18	10584	11 700	102 665
Висівки	19,1	11231	3 100	34 816
Відходи I-II кат	2,2	1294	700	906
Відходи III кат	0,7	412	-	0
		х	х	498 243
4. Всього реалізація продукції з власних ресурсів	0	0	1 200	0
5. Переробка зерна клієнтів		х	х	498 243
Всього обсяг реалізації продукції та послуг		58800	х	х

2.3 Визначення потреби в інвестиціях і попередня оцінка економічної доцільності будівництва

Розрахунок розміру інвестицій, які необхідні для будівництва підприємства, здійснюють за формулою:

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

де $I_{\text{овф}}$ – інвестиції у основні виробничі фонди;

$I_{\text{ок}}$ – інвестиції на утворення додаткових оборотних коштів – $\Delta\text{ОК}$ ($I_{\text{ок}} = \Delta\text{ОК}$).

Іовф визначають виходячи з питомих капітальних вкладень (Іпит) та добової потужності підприємства (Пдоб) за формулою:

$$I_{овф} = I_{пит} \times P_{доб}$$

Питомі капітальні вкладення (КВпит) приймаємо на рівні 600 тис. грн за одну тону виробничої потужності:

– 55% – 330 тис. грн – на купівлю технологічного обладнання;

– 45% – 270 тис. грн – на будівництво адміністративних, виробничих та допоміжних будівель, зерносховищ і складів у розмірах, що передбачають відповідну нормативну забезпеченість ємності у добах запасу.

Тоді, інвестиції у основні виробничі фонди (Іовф) складуть:

$$I_{овф} = 600 \times 240 = 144\,000 \text{ тис. грн.}$$

Сума оборотних коштів (Іовк) визначається у розмірі 10 % розміру виручки від реалізації продукції і послуг по переробці зерна за формулою:

$$I_{ок} = 0,1 \times РП = 0,10 \times 498243 = 49824 \text{ тис. грн.}$$

Тоді:

$$I = I_{овф} + I_{ок} = 144000 + 49824 = 193824 \text{ тис. грн}$$

Висновки

Будівництво млинзаводу технічно можливо та економічно доцільно, оскільки співвідношення суми інвестицій к прибутку, що прогнозується, дорівнює: $I / П = 193824 / 45295 = 4,3$.

У цьому випадку можна очікувати строк окупності інвестицій (порахований з урахуванням дисконтування грошових потоків) до 5 років.

При визначенні джерел інвестування приймаємо, що частка інвестицій (50%) здійснюється за рахунок інвестора (Іі) – 96912 тис. грн, решта (50%) – за рахунок кредиту (Ікр). Тобто, сума кредиту (Ікр) дорівнює:

$$I_{кр} = I - I_i = 193824 - 96912 = 96912 \text{ тис. грн.}$$

РОЗДІЛ 3

ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА

Генеральний план підприємства – це план земельної ділянки (промислового майданчика), яка відводиться під будівництво майбутнього підприємства з розташованими на ньому будівлями, спорудами, транспортними комунікаціями, шляхами, інженерними комунікаціями, озелененням тощо.

3.1 Загальна характеристика генерального плану підприємства

Підприємства необхідно розміщувати в складі групи підприємств (комбінатів і промвузлів) з загальними допоміжними виробництвами і господарствами, інженерними спорудами і комунікаціями. Розміщення підприємств повинно забезпечувати мінімальну відстань для перевезення сировини і готової продукції, в тому числі наближення зерносховищ до місць виробництва зерна.

Ці підприємства не допускається розміщувати в санітарно-захисній зоні підприємств, віднесених за виділенням шкідливостей в навколишнє середовище до I і II класів у відповідності з вимогами санітарних правил.

Генеральні плани підприємств, що будуються в містах і селах, необхідно розробляти у відповідності з вимогами СНіП 11-89, ДБН Б.2.4-3 і ДБН 360.

Допускається блокувати будівлі і споруди II ступеня вогнестійкості (в тому числі з улаштуванням транспортерних галерей і інших технологічних комунікацій):

- робочі будівлі з силосними корпусами, окремими силосами і приймально-відпускними спорудами;

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.537-03.П.3.1			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Дереча Ю.О.				Розділ 3	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Волошенко О.С.						15	
Консультант					ОНТУ, ТЗХ-41			
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.							

- виробничі корпуси млинів, крупо заводів і комбикормових заводів з приймально-відпускними спорудами, корпусами сировини і готової продукції.

При цьому відстань між ними не нормується. Загальна довжина вказаних будівель і споруд, розташованих у лінію, а також сумарна площа забудови з'єднаних будівель і споруд не повинна перевищувати відповідно 400 і 10000 м².

При проектуванні генерального плану необхідно передбачити комплексне вирішення питань щодо: планування та благоустрою території; розміщення будівель та споруд; транспортних комунікацій, інженерних частин; організації системи господарського та побутового обслуговування.

Основні вимоги щодо вирішення генерального плану: розміщення будівель та споруд; дотримання санітарних норм; протипожежні норми; транспортні комунікації; інженерні комунікації; благоустрій території.

Техніко-економічні показники генерального плану: загальна площа території (Га); площа забудови будівлями та спорудами; площа озеленення.

Площа для будівництва підприємств повинна мати мінімальні розміри з урахуванням раціональної щільності забудови; забезпечити розміщення будівель і споруд у відповідності з напрямком руху сировини і готової продукції та мати можливість розширення виробництва; мати відносно рівну поверхню та кут нахилу (0,001...0,003), щоб забезпечити стік поверхневих вод; рівень ґрунтових вод повинен бути нижче глибини розміщення підвалів, тунелів; мати зручне приєднання до найближчої залізничної станції; планування площадки не повинно бути пов'язано з виконанням великого обсягу земляних робіт.

При проектуванні генерального плану зернопереробного підприємства враховують наступні вимоги:

- будівлі та споруди розміщують і взаємно погоджують відповідно до вимог виробничого процесу, дотримуючись технологічну послідовність, без зворотних і зустрічних переміщення сировини і готової продукції;

- відстані між будівлями і спорудами повинні відповідати протипожежним і санітарним нормам промислових підприємств; залізничні колії та автомобільні дороги розміщують на території підприємства відповідно з характером руху вантажних потоків, забезпечуючи їх мінімальну довжину;

- розміщують будівлі та споруди на території підприємства, розділивши її на окремі зони: виробничу, підсобну і складську;

- будівлі та споруди розміщують з урахуванням напрямку вітрів, з підвітряного боку по відношенню до масивів житлової забудови з розривом не менше 100 м.

Зернопереробні підприємства відносять до підприємств з джерелами виробничих шкідливих факторів (шум, пил і т. п.), які несприятливо впливають на навколишнє середовище. Підприємства з джерелами виробничих шкідливих факторів по шкідливості ділять на п'ять класів. При проектуванні борошномельного заводу між підприємством і житловою зоною необхідно забезпечити санітарно-захисну зону не менше 100 м (для борошномельних, круп'яних і комбікормових заводів вона повинна бути не менше 100 м).

Санітарні розриви між будівлями для нормальної природної освітленості приймають не менше ніж найбільша висота будинку який стоїть навпроти , а розриви між складами готової продукції борошномельних заводів та іншими промисловими підприємствами слід приймати рівними розривам між цими підприємствами, а між зазначеними складами і комбікормовими заводами - не менше 30 м.

Виробничі будівлі зернопереробних підприємств розміщують на відстані один від одного не більше 15 м при ширині будівлі до 18 м. До них повинен забезпечуватися під'їзд пожежних машин с однієї сторони, а при ширині будівлі більше 18 м – з двох сторін.

На підприємстві з площею більше 5 га передбачують не менше двох в'їздів. До водоймищ, які можуть бути використані для гасіння пожежі,

встановлюють під'їзди площадками не менше 12x12 м. Пожежні гідранти розміщують повздовж автомобільних доріг на відстані не більше 2,5 м від краю проїжджої частини, але не ближче 5 м від стін будівлі. Підземні мережі підприємства прокладаються поза проїжджої частини автомобільних доріг. Благоустрій територій підприємства передбачає озеленення території, що дозволить захистити будівлі від пилу, вітру, забезпечити необхідну чистоту повітря.

На листі генерального плану приводиться експлуатація будівель і споруд, прийняті умовні позначення, роза вітрів, а також техніко-економічні показники генерального плану.

3.2 . Архітектурно-будівельні рішення

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).

Збірний каркас промислових багатоповерхових будівель утворюють наступні конструктивні елементи: колони, ригелі, плити, стіни. Застосовують колони прямокутного перерізу 0,4x0, 6 і 0,4x0, 4. У п'яти - і більш поверхневих спорудах на перших двох-чотирьох поверхах встановлюють колони перерізом 0,4x0, 6 м, а на подальших поверхах - 0,4x0,4 м. Колони мають одну або дві трапецієвидні консолі для опору ригелів. Колони, які встановленні 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 9x6 м, поверхи будівлі під бункерами (силосами) – сітку колон 3x6 м. На консолях монтують ригелі, які міцно з'єднують з колонами. Ригелі зі збірного залізобетону бувають прямокутного перерізу 0,3x0,8 м і з опорними полками (габаритні розміри в перерізі 0,65x0,8 м), довжиною 6 і 9 м.

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.

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 проектувати 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.

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 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 має бути незадимлюваною з поверховими 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.

Ширину маршів відкритих сходів, що ведуть на майданчики, антресолі і в приямки, можна зменшувати до 0,7 м, ухил маршів збільшити до 1,5 : 1,0, а при нерегулярному використанні - до 2 : 1. Для огляду устаткування при висоті підйому до 10 м слід передбачати вертикальні одномаршеві сходи шириною до 0,6 м.

Двері промислових будівель виготовляють відповідно до стандарту. За призначенням вони бувають евакуаційні, транспортні (для переміщення вантажів) і запасні; по міри вогнестійкості - звичайні і вогнетривкі; по розташуванню - зовнішні і внутрішні. Дверні полотна виготовляють зашкеленими або глухими, одно- і двостулковими. Ширина полотен глухих одностулкових дверей 0,6...1,1 м, висота 2,0 і 2,3 м. Ширина полотен двостулкових дверей 0,7 і 0,9 м, а висота 2,3 м.

РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Наукове обґрунтування

Підготовка зерна до помелу є одним із найважливіших етапів технологічного процесу виробництва борошна. Основним завданням підготовчого відділення є очищення зерна від домішок та надання йому оптимальних технологічних властивостей для подальшого подрібнення.

Науковими дослідженнями встановлено, що якість підготовки зерна безпосередньо впливає на вихід та якість готового борошна. Недостатнє очищення зернової маси призводить до підвищення зольності борошна та погіршення його технологічних характеристик. Тому сучасні борошномельні підприємства оснащуються високоефективними системами очищення та кондиціонування зерна.

Особливе значення має процес гідротермічної обробки, який дозволяє змінити структурно-механічні властивості зернівки перед помелом. Внаслідок зволоження оболонки набувають пластичності та менше подрібнюються, тоді як ендосперм залишається достатньо крихким для ефективного вилучення борошна.

Сутність ВТО полягає у цілеспрямованому, дозованому зволоженні зерна з наступним його відводжуванням (витримуванням у бункерах) протягом визначеного часу.

Гідротермічна обробка (ГТО) базується на законах молекулярної дифузії, капілярного підняття та осмотичного тиску. Зерно пшениці вкрите кількома шарами плодових та насінневих оболонок, які мають напівпроникні властивості. При контакті з водою першими зволожуються зовнішні капілярні шари оболонок. Швидкість проникнення вологи всередину зерна залежить від його початкової вологості, температури води та анатомічної

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.537-03.П.3.1			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Дереча Ю.О.				Розділ 4	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Волошенко О.С.						22	
Консультант					ОНТУ, ТЗХ-41			
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.							

структури ендосперму (склоподібне зерно чинить більший опір дифузії через високу щільність білкової матриці).

Біофізичний сенс кондиціонування базується на різниці структурно-механічних властивостей анатомічних частин зернівки при поглинанні вологи:

1. Оболонки зерна швидко вбирають вологу, набувають високої еластичності та пластичності. Волога послаблює міжмолекулярні зв'язки в клітковині та геміцелюлозі. Оболонки переходять з крихкого стану в еластичний, гумоподібний. Опір розриву зростає, що дозволяє їм протистояти стиранню на вальцях. В результаті під час проходження крізь рифлені вальці вони не подрібнюються, а сколюються великими пластинами і легко відокремлюються на ситах у розсійнику, що забезпечує низьку зольність борошна.

2. Ендосперм зерна під дією вологи, що дифундує крізь оболонки, та під дією внутрішніх напружень деструктується. Вода, проникаючи в ендосперм, викликає обмежене набухання високомолекулярних білків та крохмальних гранул. Оскільки коефіцієнти об'ємного розширення білків та крохмалю різняться, всередині ендосперму виникають мікроскопічні внутрішні напруження. Це призводить до утворення сітки мікротріщин (ефект "розущільнення" ендосперму). Ендосперм стає крихким і легко руйнується при мінімальних зусиллях зсуву та стиснення, що різко знижує опір подрібненню на вальцях і призводить до суттєвого зменшення витрат електроенергії на драних та розмелювальних системах.

Для пшениці оптимальна вологість перед помелом становить 15,5-17,0 %, залежно від типу зерна та сортового помелу. Недостатнє зволоження призводить до крихкості оболонок, а надмірне – до погіршення процесу подрібнення.

Класичні методи зволоження (шнекові зволожувачі, зволожувальні апарати) мають технологічний недолік – вони вимагають тривалого часу відводжування зерна (від 16 до 24, а іноді й до 48 годин для твердих

пшениць) для рівномірного розподілу вологи всередині зернівки. Це змушує будувати велику кількість бункерів для відводжування зерна, що збільшує виробничі площі підготовчого відділення та ускладнює оперативне управління процесом. Окрім цього, традиційні шнекові зволожувачі не забезпечують достатньої інтенсивності контакту води із зерном: вода часто стікає по поверхні, розподіляючись нерівномірно, що призводить до появи перезвожених та абсолютно сухих зернин у загальній масі. Це викликає нестабільність роботи першої драної системи.

Для подолання цього дефекту провідні машинобудівні компанії світу розробили швидкісні інтенсивні зволожувачі. Особливе місце серед них посідають наколінні інтенсивні зволожувачі, представником яких є серія МЕРТ турецької компанії Makenas.

Основні конструктивно-технологічні параметри та вузли апарату МЕРТ-250 включають:

- Похилий циліндричний корпус, який встановлений під певним кутом до горизонту. Похила конструкція дозволяє штучно затримати зерно всередині робочої зони, створюючи додатковий гідродинамічний тиск та забезпечуючи оптимальний час контакту із водою без збільшення лінійної довжини машини.
- Високошвидкісний ротор, оснащений спеціальними тривимірними лопатками, кут нахилу яких можна регулювати. Ротор обертається із частотою, яка забезпечує перехід зернової маси у зважений, турбулентний стан (ефект "киплячого шару").
- Система форсуночного впорскування: вода подається через серію дрібнодисперсних форсунок під тиском безпосередньо у зону входу зерна, створюючи рівномірне водяне затиснення.

Таким чином, конструктивна особливість цього апарату полягає в тому, що зволоження здійснюється в похилому циліндричному корпусі за рахунок високошвидкісного обертання ротора зі спеціально орієнтованими лопатками. Завдяки високій швидкості обертання ротора, зернини зазнають

постійних інтенсивних мікротіткнень та тертя одна об одну, а також об стінки корпусу та лопатки. Під дією цих відцентрово-динамічних сил водяна плівка на поверхні зерна руйнується, і мікрокраплі води буквально "впресовуються" крізь мікропори та капіляри плодкових оболонки безпосередньо в субепідермальні шари. Волога проникає на необхідну глибину всього за кілька секунд роботи апарату.

Це забезпечує наступні переваги:

- Скорочення часу відводжування зерна в 2-3 рази (з 24 годин до 6-8 годин), що дозволяє пропорційно зменшити габарити та місткість бункерів для кондиціонування.
- Рівномірність зволоження кожної окремої зернівки, незалежно від її початкової склоподібності.
- Ефект додаткового очищення поверхні зерна – під час інтенсивного перемішування збивається мікроскопічний пил, борідка та частково видаляються верхні прошарки плодкових оболонки, що знижує мікробіологічну забрудненість та зольність готового борошна.

Для обґрунтування вибору апарату МЕРТ-250 фірми Makenas у даному проєкті проведено порівняльний аналіз трьох найбільш поширених на ринку типів зволожувальних машин аналогічної продуктивності (до 10–12 т/год по зерну).

Таблиця 4.1. Аналіз найбільш поширених на ринку типів зволожувальних машин

Техніко-технологічний параметр	Класичний горизонтальний шнек (типу А1-БШУ-2)	Вертикальний інтенсивний зволожувач (Bühler)	Інтенсивний зволожувач МЕРТ-250 (Makenas)
Максимальний ступінь зволоження за один прохід, %	2,0-2,5	4,0-5,0	4,5-5,5
Час необхідного	16-24	8-10	6-8

Техніко-технологічний параметр	Класичний горизонтальний шнек (типу А1-БШУ-2)	Вертикальний інтенсивний зволожувач (Bühler)	Інтенсивний зволожувач МЕРТ-250 (Makenas)
подальшого відводжування, год			
Питоме споживання енергії на тону, кВт·год/т	0,25	0,85	0,72
Питома металоємність та габарити	Високі (довжина шнека до 4 м)	Середні	Низькі (компактний блок)

Інтенсивний зволожувач МЕРТ-250 фірми Makenas дозволяє забезпечити високий рівень зволоження до 5,5 % за один прохід (табл. 4.1) при мінімальній нерівномірності й короткому часі наступного відводжування (6-8 годин). Це безпосередньо веде до скорочення необхідної кількості бункерів для кондиціонування, зниження металоємності підготовчого відділення та оптимізації капітальних витрат будівництва млина.

Висновок

Інтенсивне зволоження передбачає механічний вплив на поверхню зерна одночасно з подачею води. Завдяки цьому вода швидше проникає через оболонки та рівномірніше розподіляється по об'єму зернівки.

Основними перевагами інтенсивного зволоження є:

- скорочення часу кондиціонування;
- підвищення рівномірності зволоження;
- зменшення втрат ендосперму;
- покращення якості борошна;
- підвищення продуктивності підприємства.

Встановлено, що використання інтенсивних зволожувачів дозволяє скоротити час відволожування на 20-40 %, залежно від характеристик зерна та режиму роботи обладнання.

4.2 Вимоги до показників якості сировини та розрахунок помельної партії

На формування якості борошняної продукції впливає низка факторів, серед яких основними є вид та якість сировини, особливості технологічного процесу виробництва, а також умови й способи пакування готової продукції.

Якість зерна характеризується сукупністю його властивостей і показників, зокрема біологічних, фізичних, хімічних, технологічних та споживчих. Саме ці характеристики визначають придатність зерна для подальшої переробки та використання відповідно до його цільового призначення.

Якість зерна пшениці повинна відповідати вимогам ДСТУ 3768:2019 "Пшениця. Технічні умови" [1]. Залежно від показників якості м'яку пшеницю поділяють на чотири класи. Тверду пшеницю залежно від показників якості поділяють на п'ять класів.

Показники для оцінки технологічних властивостей зернової маси пшениці підрозділяють на три групи, які характеризують загальний стан зернової маси, борошномельні і хлібопекарські властивості.

Загальний стан зернової маси оцінюють такими показниками: смак, запах, колір, вологість, засміченість сміттевою і зерновою домішкою, зараженість, кількість дрібної фракції зерна (прохід через сито з розміром отворів 2,0 x 20 мм або 2,2 x 20 мм).

Борошномельні властивості зерна характеризують такими показниками, як склоподібність, крупність, вирівняність, об'ємна маса (натура), маса 1000 зернівок, густина, зольність, розмелоздібність і типовий склад зернової маси.

Хлібопекарські властивості зерна пшениці можна оцінити такими показниками: вміст і якість клейковини, газоутворююча здібність, дисперсний склад борошна, фізичні властивості тіста і показники пробної випічки хліба.

Враховуючи особливості структури і хімічного складу зерна жита його хлібопекарські властивості визначають за показниками автолітичної проби, амілограми і пробної випічки колобка.

Показники, що характеризують загальний стан зернової маси, регламентують якість зерна, що направляється для переробки за загальними ознаками його гідності для виробництва борошна. По більшості цих показників введені так звані обмежувальні кондиції, які обмежують поставки зерна на борошномельні заводи, якість якого нижче обмежувальних кондицій.

Смак, запах і колір зерна повинні бути нормальними, характерними для зерна. Зерно із стороннім запахом і смаком для виробництва борошна не допускається. Зерно, поразене кліщем, допускається в переробку, якщо ступінь ураження не вище другого. Зерно, поразене довгоносиком і іншими шкідниками хлібних запасів (окрім кліща), необхідно направляти на спеціальні, карантинні підприємства.

Обмежувальні кондиції регламентують також якість зерна за клейковиною. Вміст клейковини в зерні повинен бути таким, щоб забезпечити стандартну якість борошна за цим показником. Якість клейковини для усіх помелів - не нижче 2 групи.

Вологість вихідної партії зерна обмежувальними кондиціями допускається при сортових помелах з одержанням борошна вищого сорту або сіяного до 13,0 %, а при інших сортових помелах - до 14 %. Така вологість дозволяє зволожувати зерно при його підготовці до помелу і змінювати вологість окремих анатомічних частин, насамперед оболонки, що підвищує їх міцність і полегшує відділення від ендосперму.

Обмеження показників якості зерна за сміттевою і зерною домішками, а також особливими домішками, пов'язане з технічною можливістю борошномельних заводів по вилученню цих домішок із зернової маси і забезпеченню виробництва борошна стандартної якості.

Показники для оцінки борошномельних властивостей зерна характеризують поведінку зерна в технологічних процесах його переробки в борошно і впливають на вихід борошна, її якість і витрати енергії на виробництво.

Показники для оцінки хлібопекарських властивостей зерна характеризують поведінку виробленого борошна в технологічних процесах випічки хліба. Оскільки хліб є кінцевим продуктом переробки зерна, то хлібопекарські властивості зерна вважають визначальними при оцінці технологічних властивостей зерна.

Таблиця 4.2. Показники для оцінки технологічних властивостей зерна пшениці [2]

Група показників	Перелік показників
Група 1. Показники, що характеризують загальний стан зернової маси.	фізичні показники якості: <ul style="list-style-type: none"> – органолептичні показники (смак, колір, запах); – вміст зернової домішки,%; – вміст сміттевої домішки,%; – окремо вміст пророслих зерен,%; – окремо вміст зерен, пошкоджених клопом-черепашкою,%; – зараженість шкідниками хлібних запасів,%; – вологість зерна, що надійшло на переробку,%.
Група 2. Показники, що характеризують борошномельні властивості зерна.	Первинні (непрямі) фізичні показники якості: <ul style="list-style-type: none"> – тип та сорт зерна; – геометричні характеристики, в т.ч. ширина, товщина, довжина, мм; – об'єм зерна, мм³; – площа зовнішньої поверхні, мм²; – сферичність; – співвідношення анатомічних частин, в першу чергу вміст ендосперму,%; – крупність зерна, мм;

	<ul style="list-style-type: none"> – 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,%; <p>Біохімічні непрямі показники якості 2 групи:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вміст крохмалю в зерні,%; – вміст золи та (клітковини) в зерні,%; – зольність ендосперму,%; – умовна білизна ендосперму, од. <p>Вторинні (прямі):</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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/т; – вимелюваність зерна за змістом крохмалю в оболонкових продуктах,%; – показники лабораторного 70-процентного помелу, в т.ч. вихід,%; зольність,%; білість, од.; крупність борошна, %; середньозважений розмір часток, мкм; дисперсний склад борошна, %.
<p>Група 3. Показники, що характеризують споживчі (хлібопекарські, макаронні, кондитерські) властивості зерна і виробленого з нього борошна</p>	<p>Первинні (непрямі):біохімічні показники якості зерна:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вміст білка,%; – вміст крохмалю, цукрів, ліпідів,%; – вміст клейковини,%; – якість клейковини (ІДК), од.; – розтяжність клейковини, см; – число падіння, с; – кислотність, Н; – амілолітична і протеолітична активності; <p>седиментація за методом Зелені і SDS-30, мл;</p> <ul style="list-style-type: none"> – біохімічні показники якості виробленого борошна: ті ж показники, що і для зерна; а також: пошкодження крохмальних зерен,%; цукроутворююча здатність, мг мальтози; газоутворююча здатність, мл CO₂;

	газоутримуюча здатність,%; автолітична активність,%; лугоутримуюча здатність,% (для кондитерських цілей);дисперсність борошна.
	<p>Вторинні (прямі).Підрозділяють на загальні споживчі властивості, а також споживчі властивості в залежності від цільового використання.</p> <p>До показників, що характеризують загальні споживчі властивості, відносяться:</p> <ul style="list-style-type: none"> – водопоглинальна здатність (ВПЗ),%; – водоутримуюча здатність, %; – фізичні властивості тіста за фаринографом (валориграфом), в т.ч. ВПЗ (%), час утворення тіста (хв), стійкість тіста (хв), консистенція тіста, розрідження тіста, од.фар.(вал.); МТІ, од.фар.(вал.); – фізичні властивості тіста за альвеографом, в т.ч. сила борошна (W), 10⁴ 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. <p>До показників, що характеризують хлібопекарські властивості, відносяться:</p> <ul style="list-style-type: none"> –показники пробної випічки хліба, в т.ч. органолептичні показники (колір кірки, запах, смак, колір м'якушки, форма, стан поверхні); об'єм хліба, см³; питомий об'єм, см³/г; пористість,%; формостійкість хліба; балова оцінка, бали; упік,%; кислотність м'якушки.
	<p>До показників, що характеризують макаронні властивості, відносяться:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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 розварюваності, час варіння.

	<p>До показників, що характеризують кондитерські властивості, відносяться:</p> <ul style="list-style-type: none"> – реологічні властивості на «структуромірі СТ-1» і пенетрометрі; пластичність, вологість тіста; – показники пробної випічки печива, в т.ч. твердість печива, діаметр печива, мм; відношення H/D, балова оцінка, бали.
--	---

На борошномельні заводи поступають партії зерна якості, що істотно розрізняються за основними показниками якості: склоподібності, вмістом білка, вмістом клейковини та її якістю, зольністю. Це перш за все обумовлене біологічними особливостями різних сортів зерна і різними ґрунтово-кліматичними умовами його вирощування.

У разі переробки кожної партії зерна окремо на млині виникає необхідність, при переході від однієї партії до іншої, налаштувати режими роботи устаткування як підготовчого, так і розмелювального відділень. Це приводить до порушення стабільності технологічного процесу, ускладнення умов експлуатації устаткування, отримання борошна, що істотно розрізняється за якістю і навіть іноді нестандартної за якістю. Можуть бути такі партії зерна, самостійна переробка яких не забезпечить випуск стандартної за якістю борошна. Тому на борошномельних заводах формуються крупні помольні партії (ПП) постійної якості на термін не менше 10-15 днів шляхом змішування різних початкових партій зерна (компонентів) [4].

Формування помельних партій зерна – це початковий етап його підготовки до помелу на мукомельному заводі, який ефективно впливає на хлібопекарські властивості борошна і хліба, як результат складних біохімічних процесів, які протікають при випічці хліба.

Складаємо методом зворотних пропорцій помельну партію зерна масою зі склоподібністю 50 % із двох компонентів: склоподібність першого компонента – 58 %, другого – 44 %

Таблиця 4.3. Розрахунок помельної партії за склоподібністю з двох компонентів.

Елементи розрахунку	Компоненти суміші		Помельна партія
	перший	другий	
Склоподібність,%	58	44	50
Відхилення від заданої помельної партії	$58-50=8$	$50-44=6$	
Кількість частин кожного компонента в суміші	6	8	14
Кількість кожної вихідної партії в суміші, %	43	57	100

Для перевірки зробленого розрахунку за показником склоподібності необхідно масу кожного компонента помножити на його склоподібність, отримані тоннопроценти просумувати, потім розділити на загальну масу помельної партії. У результаті розрахунків одержуємо середньозважену склоподібність помельної партії, тобто 50%

Перевірка розрахунку ПП:

$$(58*43+44*57)/100=50 \%$$

Розрахунок проведено вірно.

4.3 Обґрунтування схеми технологічного процесу

Структурні варіанти схеми технологічного процесу очистки і підготовки зерна до сортових помелів пшениці можуть бути організовані одним потоком, двома і більшою кількістю потоків залежно від виду помелу і потужності борошномельного заводу.

Для заводів сортового помелу пшениці, що мають потужність 200-300 т/добу, очистку і підготовку зерна на первинному етапі організують на двох паралельних потоках, а на вторинному етапі - на одному потоці.

Технологічне і транспортне обладнання для зерноочисного відділення підбирають таким чином, щоб його потужність перевищувала потужність розмелювального відділення борошномельного заводу на 10...20% для

згладжування можливих зупинок окремого технологічного і транспортного обладнання, а також усього зерноочисного відділення.

Для приймання зерна із елеватора і створення його запасів у зерноочисному відділенні передбачені бункери, із яких через збірні воронки зерно надходить до електронних дозаторів МЕМР-40. Електронні дозатори встановлюють після кожного бункера і регулюють величину потоку зерна з бункерів, а далі зерно двома потоками подається на шнеки - змішувачі МЕВК-200, потім на магнітні сепаратори і за допомогою компресора піднімаємо наш продукт на необхідний поверх.

У схемі передбачені автоматичні ваги МЕТК 058, які зважують зерно і вираховують величину його потоку, що необхідно для забезпечення стабільності усього технологічного процесу очистки і підготовки зерна.

Первинна очистка зерна від домішок здійснюється двома паралельними потоками на очисних сепараторах МЕСМ-60/150 з повітряними каналами МЕНК-100АГ.

У кожному потоці встановлено каменевідбірна машина МЕТМ-100. Таке взаєморозташування цих машин пов'язане з необхідністю попередньої очистки зернової маси від дрібних і легких домішок до направлення її на каменевідбірну машину з метою підвищення ефективності вилучення мінеральних домішок.

Після каменевідбірних машин зерно направляється у трієр-кукілевідбірник МЕТР-75D, а далі у трієр-вісюговідбірник для вилучення коротких та довгих домішок, а далі - у горизонтальну оббивну машину МЕКСУ 30/60 для очистки поверхні зерна. Очищене у оббивній машині зерно надходить до повітряного каналу МЕНК 50АГ для вилучення із зернової маси пилу і легких домішок, що утворюються при очистці поверхні зерна в оббивних машинах. Очищена в оббивних машинах і аспіраційному каналі легка фракція зерна змішується з важкою фракцією і направляється конвеєром у свій бункер відходів. Після вилучення завершується первинна

чистка зерна від домішок і первинна очистка поверхні зерна, а далі починається етап основної воднотеплової обробки.

Зволоження здійснюють нахильних інтенсивних зволожуючих машинах МЕРТ-250.

У структурній схемі передбачена двократна основна воднотеплова обробка зерна. При необхідності після первинного зволоження і відволоження зерна можливо його направити на вторинне зволоження і відволоження.

Після відволоження зерна в бункерах паралельні потоки змішують у єдину помельну партію за допомогою електронних дозаторів МЕМР-40 і конвейерів-змішувачів і далі очистка і підготовка зерна здійснюється одним потоком. Починається етап вторинної очистки і підготовки зерна: спочатку очищають поверхню зерна у горизонтальній оббивній машині МЕКС-30/150М, перед якою встановлюють магнітні сепаратори, а далі зерно направляють у повітряний канал МЕНК 100АГ для остаточної очистки зерна від дрібних і легких домішок і пропускають через магнітний сепаратор.

Далі зерно зволожують на 0,5-1,0 %, відволожують 15-30 хв для зволоження поверхневих шарів зернівки та направляють на І др.с. Перед подачею очищеного і підготованого зерна на розмел його зважують на автоматичних вагах МЕТК 058.

Схема розмелювального відділення складається з п'яти етапів:

- первинного здрібнювання зерна з вимелом оболонкових продуктів (драний процес),
- сортування проміжних продуктів,
- збагачення крупок і дунстів,
- розмелу проміжних продуктів
- контролю борошна [3-4].

Етап первинного здрібнювання зерна скорочений і включає чотири системи здрібнювання у вальцових верстатах МЕРМ-250/1000 і дві системи вимелу оболонкових продуктів у радіально-бичових машинах МЕРВ 45/110.

III і IV драгі системи розділені на крупні і дрібні для роздільного здрібнювання сходових продуктів, що відрізняються за крупністю і добротністю. Перші три драгі системи є крупоутворюючими. Четверта драга система разом із вимелючими радіально-бичовими машинами забезпечує вимел ендосперму із оболонкових продуктів.

Отримані на крупоутворюючих системах проміжні продукти є продуктами першої якості, тобто вони близькі за якістю (зольністю) до якості зерна, що переробляється, або кращі його, тому що складаються в основному з ендосперму із залишками деякої кількості оболонок. Для одержання найбільшої кількості різноманітних фракцій проміжних продуктів у вигляді крупок, дунстів і борошна на крупоутворюючих системах застосовують такі модифікації схем розсійників, що дозволяють вивести з розсійника п'ять фракцій.

Отримані на крупоутворюючих системах проміжні продукти розподіляють для подальшого опрацювання в такий спосіб: крупну і середню крупки спрямовують роздільно на ситовіальні системи, а дрібну крупку разом із дунстами і частково мукою подають на сортувальні системи двома потоками, що відрізняються за якістю. Перший потік із I і II драгіх систем - кращий, його спрямовують на сортувальну систему №1, а другий потік з III драгої системи - на сортувальну систему №2.

У розсійниках крупоутворюючих систем одержують борошно, за винятком II др.с., де отримують найбільшу кількість фракцій проміжних продуктів. Вимел оболонкових продуктів починають після III др.кр.с. Спрямовують верхній сход на Вим.с. № 1. Проте основний вимел проводять на IV др.кр.с., IV др.др.с. та Вим.с. № 2, що здійснюється у радіально-бичовій машині МЕВФ 45/110.

Сортування проміжних продуктів здрібнення зерна проводиться в розсійниках марки МЕСР-824. При сортуванні продуктів крупоутворюючих систем виділяють жорсткий і м'який дунст. Жорсткий спрямовують у ситовіальні машини, а м'який - на розмел.

Крупки і дунсти першої якості, отримані на етапах крупоутворення і сортування, збагачують на семи ситовіальних системах, що здійснюється машинами MEPR-46/200. Крупну крупку збагачують у ситовіальних системах № 1 і 3, середню - на системах № 2, 4 і 6, суміш дрібної крупки й дунстів - на системах № 5 і 7, жорсткий дунст направлений на 2 шліфувальну систему.

З перших п'ятих ситовіальних систем збагачені продукти спрямовують на 1 р.с. або 1 шл.с., а сходові продукти повертають на III др.др.с.

Середню крупку збагачують також на ситовіальній системі № 6, але з огляду на те, що ця крупка отримана з III драної системи і має більш низьку якість у порівнянні з аналогічною крупкою із I і II др.с., сходові продукти з цієї системи спрямовують на вимелюючу (IV др.др.с.) і сходову (4 р.с.) системи, а збагачені продукти - на 1 р.с. і 1 шл.с. Ситовіальні системи № 5, 7 збагачені продукти спрямовують на 2-р.с. і 1шл.с., а сходові продукти - на 7р.с. і 4р.с., що опрацьовують сходові продукти.

У ситовіальних машинах MEPR-46/200 закладена гнучка схема щодо напрямку як сходових, так і проходових продуктів. Передбачена можливість об'єднання сходових продуктів у напрямку від останнього сходового продукту до попереднього. Це пов'язано з розходженням у якості сходових продуктів. Найбільш високу зольність, а виходить, і низьку якість має верхній сходовий продукт у ситовіальній машині, тому до нього можна направити другий сход, який має вищу якість за зольністю. Можливе аналогічне направлення третього сходу до другого.

Етап розмелу проміжних продуктів складається із 10 розмелювальних і 2 шліфувальних систем. На шліфувальні системи спрямовують збагачені у ситовіальних машинах крупну і середню крупки, і жорсткий дунси з 1 і 2 сортувальних систем. На 1 шл.с. опрацьовують в основному крупну крупку, а середню - на 2 шл.с. Всі системи розмелу проміжних продуктів можна розділити на три групи, що відрізняються за якістю, продуктів які на них

переробляють: перша група -1,2, 3, 5-а розмельні системи; друга - 4,6,7,8-а розмельні системи; третя - 9, 10-а розмельні системи.

До першої групи систем відносять і обидві шліфувальні системи. Перша група систем переробляє крупки і дунсти першої якості, 1-а і 2-а розмельні системи переробляють кращі за якістю крупні і середні крупки, а трохи гірші із зростками оболонки направляються на 1-шу і 2-гу шліфувальні системи. Завдання шліфувальних систем - відділити частки оболонки від часток ендосперму з подальшим їх вилученням у розсійниках.

На 1 р.с. спрямовують кращі за якістю крупну і часткою середню крупки, на 2 р.с. - середню і дрібну крупки, а на 3 р.с. і 5 р.с. - дунст. 4,6, 7 і 8 р.с. складають другу групу систем і переробляють продукт другої якості, із них 4 р.с. і 7 р.с. є сходовими: 4 р.с. опрацьовує сходові продукти систем першої якості, а 7 р.с. - продукти систем другої якості і ситовіальних машин. Третя група систем - це системи, що вимелюють оболонкові продукти, які надходять із другої групи систем і систем вимелу етапу первинного здрібнювання зерна.

Проміжні продукти і продукти вимелу на кожній розмельній системі здрібнюють у два етапи до направлення у розсійники. Спочатку у вальцьових верстатах, а потім у ентолейторах MEDM 51/11 (1,2 і 3 р.с.) або у барабанних деташерах METD-30/45G (інші розмельювальні системи). Такий технологічний прийом двоетапного здрібнювання дозволяє істотно підвищити ефективність здрібнювання в зв'язку з додатковою руйнацією конгломератів часток, що утворилися після вальцьових верстатів, а також окремих часток, що знаходяться в стані початкового руйнування.

4.4 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 «Правила...» [5], у яких наведені нормативно-довідкові дані про режими роботи систем борошномельного заводу:

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

Навантаження на I драну систему приймають таким, що дорівнює 97,1 %, що відповідає базисній кількості підготовленого в зерночисному відділенні зерна, 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.

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

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

Таблиця 4.4 – Розрахунок середньозваженої зольності борошна вищого сорту за балансом

Система	Вилучення борошна, %	Зольність борошна, %	Золовідсотки
I	1,5	0,65	1,0
Шкр.	2,0	0,70	1,4
Шдр.	1,3	0,80	1,1
C1	9,0	0,60	5,4
C2	1,4	0,75	1,1
Шл.1	5,9	0,50	2,9
Шл.2	3,4	0,45	1,5
1р.	12,2	0,48	5,9
2р.	8,8	0,49	4,3
3р.	8,3	0,50	4,1
5р.	3,8	0,55	2,1
бр.	2,6	0,62	1,6
Контроль борошна в/с	60,3	0,54	32,4
Схід з контролю	0,3	0,81	0,2
Мука в/с	60,0	0,54	32,2

Таблиця 4.5 – Розрахунок середньозваженої зольності борошна першого сорту за балансом

Система	Вилучення борошна, %	Зольність борошна, %	Золовідсотки
IVкр	1,5	0,90	1,3
IVдр.	1,5	1,00	1,5
C3	3,3	1,00	1,9
4р.	4,1	0,65	2,6
7р.	3,0	0,80	2,1
8р.	2,5	0,70	1,5
9р.	1,6	1,40	1,3
10р.	1,1	1,70	1,7
Контроль борошна 1/с	18,4	0,75	13,8
Схід з контролю	0,4	0,81	0,3
Мука 1/с	18,0	0,74	13,5

Таблиця 4.6 – Розрахунок середньозваженої зольності висівок за балансом

Система	Вилучення висівок, %	Зольність висівок, %	Золовідсотки
Вим 2	7,2	6,3	45,4
сорт 3	5,7	4,6	26,2
4 р.с.	0,8	3,8	3,0
9 р.с.	1,0	4,8	4,8
10 р.с.	4,4	5,6	24,6
Висівки	19,1	5,4	104,1

Зольність зерна:

$$Z=(60*0,54+18,0*0,74+19,1*5,4)/97,1=1,5 \%$$

4.5 Підбір та розрахунок технологічного обладнання

При розрахунку і підборі технологічного обладнання підготовчого відділення виробничу потужність підвищують на 10...20 % з метою забезпечення стабільності роботи розмельного відділення.

$$Q_{з.оч.} = k \cdot Q \quad (4.1)$$

де k – коефіцієнт підвищення виробничої потужності, який приймають у межах діапазону 1,1...1,2;

Q – виробнича потужність борошномельного заводу, т/доб;

$Q_{з.оч.}$ – виробнича потужність підготовчого відділення, прийнята для розрахунку технологічного обладнання, т/доб.

$$Q_{з.оч.}=1,1*260=286 \text{ т/доб}$$

Кількість бункерів n визначають за формулою:

$$n = \frac{Q \cdot \tau}{24 \cdot \gamma \cdot \eta \cdot a \cdot b \cdot h}, \quad (4.2)$$

де Q – задана виробнича потужність борошномельного заводу, т/доб;

τ – час перебування зерна в бункерах, год;

γ – об'ємна маса зерна: для пшениці 0,75 т/м³;

η – коефіцієнт використання будівельного об'єму бункерів (0,85...0,95);

a,b – розміри бункера на плані поверху (довжина і ширина, дорівнюють 3x3 м² для неочищеного зерна; 1,5x1,5 м² – при відволоженні);

h – висота бункера, яку приймають у залежності від поверховості підприємства. У даному проєкті висота бункерів дорівнює трьом поверхам, тобто 14,4 м.

Кількість бункерів для неочищеного зерна:

$$n=(260*50)/(24*0,75*0,85*3*3*14,4)=6,5$$

Приймаємо 6 бункерів.

Кількість бункерів, визначену розрахунковим шляхом, погоджують з компоновальним рішенням підготовчого відділення (ширина підготовчого відділення, кількість рядів бункерів, кількість бункерів у ряді і т.п.).

Кількість бункерів для першого відволоження:

$$n=(130*10)/(24*0,75*0,85*1,5*1,5*14,4)=2,6$$

Приймаємо 3 бункери.

$$n=(130*8)/(24*0,75*0,85*1,5*1,5*14,4)=2,1$$

Приймаємо 3 бункери.

Кількість бункерів для другого відволоження:

$$n=(260*4)/(24*0,75*0,85*1,5*1,5*14,4)=2,1$$

Приймаємо 3 бункери.

Бункер перед I др. системою:

$$n=(260*0,5)/(24*0,75*0,85*1,5*1,5*4,8)=0,8$$

Приймаємо 1 бункер.

Місткість одного бункера E_b (т) визначають діленням загального запасу в бункерах на їх кількість:

$$E_b = \frac{Q \cdot \tau}{24 \cdot n}, \quad (4.3)$$

Місткість бункерів для неочищеного зерна:

$$E_b=(260*50)/24=540 \text{ т}$$

Місткість бункерів для першого відволоження:

$$E_b=(130*10)/24=55 \text{ т}$$

$$E_b=(130*8)/24=45 \text{ т}$$

Місткість бункерів для другого відволоження:

$$E_6=(260*4)/24=45\text{т}$$

Місткість бункера перед I др. системою:

$$E_6=(260*0,5)/24=5,5\text{т}$$

Кількість машин згідно зі схемою очищення і підготовки зерна, визначають у графічно наведеній послідовності, використовуючи формулу:

$$n = \frac{q_{зоч}}{q_m}, \quad (4.4)$$

де $q_{зоч}$ – продуктивність підготовчого відділення, т/год (продуктивність заводу $286/24=11,9\approx 12$ т/год, продуктивність потоку на первинній очистці зерна $286/(24*2)=5,95\approx 6$ т/год);

q_m – паспортна продуктивність машини, т/год.

Таблиця 4.9. Розрахунок кількості обладнання у підготовчому відділенні

Найменування технологічного устаткування	Продуктивність заводу (потіку), т/год	Продуктивність машини, т/год	Розрахункова кількість машин	Прийняте число машин на один потік, шт
Ситовий сепаратор MESM 60/150	6	6	1	1
Каменевідбірник МЕТМ-100	6	6	1	1
Трієрна група МЕТР-75D	6	6	1	1
Оббивальна машина MEKS 30/60	6	6	1	1
Повітряний канал MENK 50AG	6	6	1	1
Інтенсивна зволожуюча машина МЕРТ-250	6	6	1	1
Магнітний сепаратор МЕМ-120	12	11	1,09	1
Оббивальна машина MEKS 30/150M	12	12	1	1
Повітряний канал MENK 100AG	12	12	1	1
Зволожуюча машина МЕСТ 30/150	12	10	1,2	1

Підбір і розрахунок обладнання розмелювального відділення проводимо після складання схеми і кількісного балансу помелу. Визначаємо кількість вальцових верстатів, розсійників та ситовіальних машин.

Розрахункову довжину вальцової лінії l_i по кожній системі визначають за формулою:

$$l_{ip} = \frac{q_i}{q_{lin}}, \quad (4.5)$$

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

q_{lin} – нормативне навантаження на вальцову лінію, кг/см·доб.

Розрахункову площу просіюючої поверхні f_{ip} по кожній системі визначають за формулою :

$$f_{ip} = \frac{q_i}{q_{fin}}, \quad (4.6)$$

де q_{fin} – нормативне навантаження на просіюючу поверхню, кг/м²·доб.

Нормативне навантаження на просіюючу поверхню q_{fin} (т/секц.·доб) вибирають з додатка, а q_{fin} (кг/м²·доб) визначають за формулою:

$$q_{fin} = 1000 \frac{q_{fin} \frac{m}{\text{секц.} \cdot \text{доб}}}{S_{1\text{секц.}}}, \quad (4.7)$$

де $S_{1\text{секц.}}$ – площа однієї секції розсійника.

Розрахункову кількість секцій n_{ip} визначають за формулою:

$$n_{ip} = \frac{q_i}{q_{fin} \cdot 1000}, \quad (4.8)$$

де q_{fin} – нормативне навантаження на просіюючу поверхню, т/секц.·доб.

Розрахункову ширину приймального сита ситовіальної машини по кожній системі визначають за формулою:

$$b_{ip} = \frac{q_i}{q_{bin}}, \quad (4.9)$$

де $q_{\text{біп}}$ – нормативне навантаження на 1 см ширини приймального сита, кг/доб (додаток).

Балансове навантаження на систему q_i (кг/доб) визначають за формулою:

$$q_i = \frac{Q \cdot 1000 \cdot a_i}{100}, \quad (4.10)$$

де Q – продуктивність заводу, т/доб;

a_i – навантаження на систему, %.

Фактичне навантаження на систему $q_{\text{ліф}}$, $q_{\text{фіф}}$, $q_{\text{біф}}$ (кг/доб) визначають за формулою:

$$q_{\text{ліф}}, q_{\text{фіф}}, q_{\text{біф}} = \frac{q_i}{l_{\text{іф}}, f_{\text{іф}}, b_{\text{іф}}}, \quad (4.11)$$

де $l_{\text{іф}}$, $f_{\text{іф}}$, $b_{\text{іф}}$ – фактична довжина, площа просіюючої поверхні, ширина приймального сита для кожної системи, см або м².

Результати розрахунків вальцьової лінії, просіюючої поверхні, ширини приймального сита ситовіальної машини наводять у вигляді табл.4.10-4.12.

Таблиця 4.10. Розрахунок вальцьової лінії

Система	Балансове навантаження на с-му		Нормат. навантаження на 1 см вальц. лінії	Довжина вальцьової лінії, см		Прийнята к-кість верстатів	Типорозмір верстата, см	Фактичне навантаження на 1 см вальцьової лінії, г/ф кг/добу
	a_i , %	g_i , кг/доб		Розрахункова, $l_{\text{іф}}$	фактична, $g_{\text{іф}}$			
I	97,1	252460	750	311	300	1,5	100*25	777
II	67,6	175760	560	290	300	1,5	100*25	541
Шкр.	19,0	49400	400	114	200	1,0	100*25	228
Шдр.	18,6	48451	250	179	200	1,0	100*25	224
IVкр	13,0	33670	250	124	200	1,0	100*25	155
IVдр.	8,5	21996	330	62	100	0,5	100*25	203
Шл.1	11,8	30662	250	113	100	0,5	100*25	283
Шл.2	13,9	36140	250	133	100	0,5	100*25	334
1р.	23,7	61729	190	300	400	2,0	100*25	142
2р.	17,1	44460	160	257	400	2,0	100*25	103
3р.	16,5	42891	230	172	200	1,0	100*25	198
4р.	13,1	34124	190	166	200	1,0	100*25	157
5р.	11,3	29380	175	155	200	1,0	100*25	136
6р.	7,8	20366	200	94	100	0,5	100*25	188

7р.	7,5	19517	250	72	100	0,5	100*25	180
8р.	6,3	16298	200	75	100	0,5	100*25	150
9р.	5,6	14582	200	67	100	0,5	100*25	135
10р.	5,5	14254	250	53	100	0,5	100*25	132
					3400	17		

Таблиця 4.11. Розрахунок просіюючої поверхні

Система	Балансове навантаження на с-му		Нормат. навантаження на 1 секцію розсійника т/доб	К-кість секцій		Просіююча площа	Марка розсійника	Фактичне навантаження на 1 секцію розсійника, g/біф т/добу	Фактичне навантаження 1 м кв. просіюючої поверхні
	аі,%	gі, т/доб		Розрахункова, бір	факт., бін				
I	97,1	252460	75	3,11	3,00	15,0	MESP824	78	16,5
II	67,6	175760	63	2,58	3,00	15,0	MESP824	54	11,5
IIIкр.	19,0	49400	44	1,04	1,00	5,0	MESP824	46	9,7
IIIдр.	18,6	48451	25	1,79	2,00	10,0	MESP824	22	4,8
IVкр.	13,0	33670	32	0,97	1,00	5,0	MESP824	31	6,6
IVдр.	8,5	21996	25	0,81	1,00	5,0	MESP824	20	4,3
C1	32,0	83200	25	3,07	3,00	15,0	MESP824	26	5,4
C2	8,5	22100	21	0,97	1,00	5,0	MESP824	20	4,3
C3	10,4	26910	25	0,99	1,00	5,0	MESP824	25	5,3
Шл.1	11,8	30662	30	0,94	1,00	5,0	MESP824	28	6,0
Шл.2	13,9	36140	27	1,24	1,00	5,0	MESP824	33	7,1
1р.	23,7	61729	45	1,27	2,00	10,0	MESP824	28	6,1
2р.	17,1	44460	35	1,17	2,00	10,0	MESP824	21	4,4
3р.	16,5	42891	30	1,32	2,00	10,0	MESP824	20	4,2
4р.	13,1	34124	35	0,90	1,00	5,0	MESP824	31	6,7
5р.	11,3	29380	17	1,60	2,00	10,0	MESP824	14	2,9
6р.	7,8	20366	20	0,94	1,00	5,0	MESP824	19	4,0
7р.	7,5	19517	25	0,72	1,00	5,0	MESP824	18	3,8
8р.	6,3	16298	25	0,60	1,00	5,0	MESP824	15	3,2
9р.	5,6	14582	20	0,67	1,00	5,0	MESP824	13	2,9
10р.	5,5	14254	20	0,66	1,00	5,0	MESP824	13	2,8
К.м. в/с	60,3	156695	64	2,26	3,00	15,0	MESP424	48	10,3
К.м. 1/с	18,4	47925	64	0,69	1,00	5,0	MESP424	44	9,4
					36				

Таблиця 4.12. Розрахунок ширини приймального сита ситовіальної машини

Система	Балансове навантаження на с-му		Нормативне навантаження на 1 см ширини сита, кг/доб	Ширина приймального сита, см		Прийнята к-кість ситовійок	Марка ситовійки	Фактичне навантаження на 1 см ширинисита, г/доб
	ai,%	gi, кг/доб		Розрахункова, lip	фактична, гін			
B1	11	28600	600	44,0	80	1,0	MEPR-46/200	330
B2	8,0	20800	700	27,4	40	0,5	MEPR-46/200	480
B3	6,0	15600	600	24,0	40	0,5	MEPR-46/200	360
B4	5,0	13000	300	40,0	80	1,0	MEPR-46/200	150
B5	13,5	35100	400	81,0	80	1,0	MEPR-46/200	405
B6	4,6	11960	500	22,1	40	0,5	MEPR-46/200	276
B7	3,5	9100	500	16,8	40	0,5	MEPR-46/200	210
					400	5,0		

Фактична довжина вальцьової лінії (l_{ϕ}), площа просіюючої поверхні розсійників (f_{ϕ}) і ширина сит ситовіальних машин (b_{ϕ}) на окремій системі повинна бути кратна типорозмірам обраного обладнання, а загальна кількість підібраних на основі розрахунку машин повинна бути цілою.

Правильність розрахунку і підбору технологічного обладнання установлюють на основі порівняння фактичних середніх питомих навантажень на це обладнання з нормативними. Фактичні середні питомі навантаження визначають за формулами:

- для вальцьових верстатів:
$$q_L = \frac{Q \cdot 1000}{L_{\phi}}, \quad (4.12)$$

$$q_L = (260 \cdot 1000) / 3400 = 76,5 \text{ кг/см} \cdot \text{доб}$$

- для розсійників:
$$q_F = \frac{Q \cdot 1000}{F_{\phi}}, \quad (4.13)$$

$$q_F = (260 \cdot 1000) / (36 \cdot 5,0) = 1445 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{доб}$$

- для ситовійок:
$$q_B = \frac{Q \cdot 1000}{B_{\phi}}, \quad (4.14)$$

$$q_B = (260 \cdot 1000) / (400) = 650 \text{ кг/см} \cdot \text{доб}$$

де L_{ϕ} , F_{ϕ} , B_{ϕ} – загальна фактична довжина вальцьової лінії, площа просіювальної поверхні і загальна ширина приймальних сит у ситовіальних машинах.

Фактичне питоме навантаження не перевищує нормативне навантаження.

4.6 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва. Застосування системи НАССР

Безпека харчової продукції є важливою проблемою, яка стає все більш загальною національною та міжнародною ідеєю. Забезпечення безпеки харчової продукції вимагає вдосконалення системи контролю та стандартів, а також постійного моніторингу за допомогою наукових досліджень та технологічних інновацій. безпека харчової продукції є важливою проблемою, яка стає все більш загальною національною та міжнародною ідеєю. Забезпечення безпеки харчової продукції вимагає вдосконалення системи контролю та стандартів, а також постійного моніторингу за допомогою наукових досліджень та технологічних інновацій [7].

Контроль і керування технологічним процесом забезпечує високу якість готової продукції і задані її виходу. Організація та введення технологічного процесу передбачає вирішення двох завдань [6]:

- вибір оптимального режиму підготовки сировини до переробки і режим роботи основних систем технологічного процесу;
- підтримка незмінних значень обраних параметрів режиму протягом усього періоду переробки даної партії.

Перше завдання вирішують за допомогою використання рекомендацій, викладених у «Правилах організації і ведення технологічного процесу», або ж шляхом досвідчених переробок сировини на лабораторних установках.

Друге завдання вимагає наявності на підприємствах певної системи контролю параметрів режимів та стабілізації їх на заданих рівнях.

Організація такої системи пов'язана з особливими труднощами, внаслідок складності технології борошна.

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.

Система НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points – Аналіз небезпечних чинників і критичні контрольні точки) є міжнародно визнаною науково обґрунтованою системою управління безпечністю харчових продуктів. Її основне призначення полягає у виявленні, оцінюванні та контролі небезпечних чинників на всіх етапах виробництва, переробки, зберігання та реалізації харчової продукції. Впровадження системи НАССР дозволяє не лише забезпечити випуск безпечної продукції, а й запобігти виникненню ризиків, які можуть негативно вплинути на здоров'я споживачів.

На відміну від традиційного контролю якості готової продукції, система НАССР базується на профілактичному підході. Це означає, що основна увага приділяється попередженню виникнення небезпечних чинників ще на етапах виробництва, а не виявленню дефектів після завершення технологічного процесу. Завдяки цьому значно підвищується рівень безпеки харчових продуктів та зменшується ймовірність потрапляння на ринок неякісної продукції.

Основою системи НАССР є аналіз трьох груп потенційних небезпечних чинників: біологічних, хімічних та фізичних. До біологічних небезпек належать патогенні мікроорганізми, бактерії, плісняві гриби, віруси та інші біологічні агенти, які можуть викликати харчові отруєння або інфекційні захворювання. Хімічні небезпеки пов'язані з наявністю у продукції залишків пестицидів, важких металів, мийних та дезінфекційних засобів, мікотоксинів та інших шкідливих речовин. Фізичні небезпеки включають сторонні предмети, такі як металеві частинки, уламки скла, каміння, пластик або інші домішки, що можуть потрапити до продукції під час виробництва.

Для ефективного функціонування системи НАССР підприємство повинно провести детальний аналіз усіх виробничих процесів, визначити можливі джерела небезпек, встановити критичні контрольні точки, визначити критичні межі контролю та розробити процедури моніторингу. Особливе значення має документування всіх процедур, що забезпечує простежуваність виробничого процесу та можливість проведення внутрішніх і зовнішніх аудитів.

Впровадження принципів НАССР є обов'язковою вимогою для підприємств харчової промисловості в більшості країн світу. В Україні необхідність впровадження системи управління безпечністю харчових продуктів визначена законодавством та гармонізована з вимогами Європейського Союзу. Це дозволяє вітчизняним виробникам підвищувати конкурентоспроможність продукції як на внутрішньому, так і на міжнародному ринках.

Для підтвердження ефективності функціонування системи НАССР розроблено низку міжнародних стандартів та нормативних документів, які встановлюють вимоги до організації контролю безпеки харчових продуктів і можуть використовуватися для сертифікації підприємств.

Одним із таких документів є Данський стандарт DS 3027:2002 «Менеджмент безпеки харчових продуктів на основі системи НАССР». Даний стандарт встановлює вимоги до системи менеджменту виробників харчової продукції та їх постачальників. Він поєднує принципи НАССР із загальними вимогами до систем управління якістю та дозволяє підприємствам забезпечити комплексний підхід до контролю безпеки продукції. Стандарт широко застосовувався як основа для створення сучасних міжнародних систем менеджменту безпеки харчових продуктів.

Важливе місце серед міжнародних стандартів займає IFS (International Food Standard) – Міжнародний стандарт виробництва харчових продуктів. Він був розроблений для оцінювання виробників харчової продукції та забезпечення відповідності виробничих процесів вимогам безпеки і якості. Стандарт IFS охоплює широкий спектр вимог, пов'язаних із системою управління якістю, відповідальністю керівництва, управлінням ресурсами, виробничими процесами, контролем продукції та аудитами. Сертифікація за стандартом IFS є важливою перевагою для підприємств, які планують співпрацювати з міжнародними торговельними мережами.

Ще одним поширеним нормативним документом є BRC Global Standard (British Retail Consortium Global Standard) – британський стандарт асоціації роздрібних торговців. Він був розроблений для встановлення єдиних вимог до виробників харчової продукції, що постачається до торговельних мереж Великої Британії та інших країн. Стандарт містить вимоги щодо системи НАССР, організації виробництва, гігієни персоналу, контролю обладнання, виробничого середовища та простежуваності продукції. Впровадження вимог BRC дозволяє підприємству підтвердити високий рівень безпеки та якості продукції.

Широкого застосування набув також Dutch HACCP – голландський стандарт системи HACCP. Він був одним із перших документів, який забезпечив формалізований підхід до впровадження принципів аналізу ризиків і контролю критичних точок на підприємствах харчової галузі. Стандарт встановлює вимоги до організації виробничих процесів, оцінювання ризиків та проведення постійного моніторингу безпечності продукції.

Особливу увагу серед сучасних міжнародних стандартів привертає FSSC 22000 (Food Safety System Certification). Версія FSSC 22000:2010 була розроблена на основі вимог міжнародного стандарту ISO 22000:2005 та специфікації PAS 220:2008. Ця система була схвалена міжнародною організацією Global Food Safety Initiative (GFSI) та визнана однією з найбільш ефективних моделей управління безпечністю харчових продуктів. Стандарт FSSC 22000 поєднує принципи HACCP, вимоги до програм-передумов та систему менеджменту безпечності харчових продуктів. Його використання дозволяє підприємствам забезпечувати стабільний контроль небезпечних чинників на всіх етапах виробництва.

Для підприємств зернопереробної та борошномельної промисловості впровадження системи HACCP має особливе значення. Під час приймання, очищення, зберігання, кондиціонування та помелу зерна існує ризик виникнення біологічних, фізичних та хімічних небезпек. Наприклад, зерно може містити сторонні домішки, шкідників запасів, залишки пестицидів або мікотоксини. Саме тому всі етапи технологічного процесу повинні перебувати під постійним контролем.

На борошномельних заводах критичними контрольними точками можуть бути приймання зерна, очищення від домішок, магнітний контроль, зволоження зерна, процес помелу, фасування та зберігання готової продукції. Для кожної критичної точки встановлюються допустимі межі, процедури контролю та коригувальні дії у разі відхилень від встановлених вимог.

Таким чином, система HACCP є ефективним інструментом управління безпекою харчових продуктів, який дозволяє мінімізувати ризики на всіх етапах виробництва. Використання міжнародних стандартів DS 3027, IFS, BRC, Dutch HACCP та FSSC 22000 забезпечує єдиний підхід до контролю безпеки продукції та сприяє підвищенню довіри споживачів. Для борошномельних підприємств впровадження принципів HACCP є важливою умовою виробництва якісного та безпечного борошна, що відповідає сучасним міжнародним вимогам.

4.7 Охорона праці

Створення системи охорони праці на підприємстві передбачене Законом України «Про охорону праці». У загальному, законодавство про охорону праці складається з цього Закону, Кодексу законів про працю України, Закону України "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності" та прийнятих відповідно до них нормативно-правових актів. В Україні стрімко розвивається зернопереробна промисловість, тому заходи щодо забезпечення охорони праці обов'язкові.

Охорона праці в зернопереробній промисловості має важливе значення, так як на підприємстві встановлене обладнання, яке може негативно вплинути на здоров'я та життя людини, тому передбачені заходи по експлуатації обладнання, нормативні відстані між обладнанням, генеральні проходи, шляхи евакуації в разі надзвичайних ситуацій, заходи що до вирішення.

Аналіз технологічної схеми, що проектується, представленої в технологічній частині даного проекту, показує, що можуть виникнути наступні потенційно небезпечні і шкідливі виробничі фактори (НШВФ) :

- підвищена запиленість повітря робочої зони яка спостерігається при роботі всього технологічного та транспортуючого обладнання. Гранично

допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин у повітрі робочої зони регламентується «ГОСТ 12.1.005-76 і СН 245-71».

- недостатність освітлення робочої зони.

- підвищене значення напруги в електричній мережі, замкнення якої може призвести через тіло людини, так як все технологічне та транспортне обладнання розмельного відділення підключено до електричної мережі.

- підвищений рівень статичної електрики – електродвигуни, натяжні станції, самопливи, сепаратори, фільтри.

Для забезпечення нормативних показників запиленості та чистоти повітря в робочій зоні проектом передбачені наступні заходи: боротьба зі шкідливими, виділеннями пилю, газів, вологи та тепла у джерелі їх виділення. Пил в робочому приміщенні утворюється за рахунок транспортування продукту, виконання технологічних операцій, поломки або відсутності аспірації. Наявність пилю в повітрі робочої зони може привести до пилеповітряних вибухів.

Гранично допустима концентрація мучного пилю в повітрі робочої зони виробничого приміщення складає 6 мг/м³. Тому на підприємстві основне місце займає вентиляція, яка є засобом захисту працюючих від такого шкідливого фактору, як запиленість.

Для забезпечення здорових та безпечних умов праці працездатності людини, оточуюче його на виробництві повітряне середовище повинне відповідати встановленим санітарно-гігієнічним нормам, тобто температура повинна відповідати 15-22 °С, відносна вологість не більше 75 %, швидкість руху повітря не більше 0,4 м/с.

Світлові пройоми необхідно очищати від пилю не менше двох разів на рік, світильники - 6 разів на рік.

Графік прибирання затверджує керівник підприємства або головний інженер.

Відповідальність за виконання графіку несе начальник ділянки. Графіки прибирання приміщень від пилу повинні бути вивішені у виробничих приміщеннях. Забороняється використовувати горючі рідини.

Пил та змійки з обладнання та огорож повинні підроблятися. Забороняється викидати їх у силоси та обладнання.

Для зниження рівня шуму та вібрації проектом передбачено організаційні та технічні заходи, вони діляться на організаційні і технічні заходи.

Для забезпечення нормованої освітленості виробничих приміщень і робочих місць проектом передбачене природне, штучне або суміщене освітлення.

Проектом передбачене бокове двостороннє природне освітлення, яке здійснюється через вікна. Виробниче обладнання не заслонює світові пройоми. Необхідно не менше 2 раз у рік чистити та мити скло і не менше 1 разу в рік білити стіни та стелі.

Для захисту працюючих від поразки електричним струмом при руйнуванні ізоляції проектом передбачені наступні заходи:

- всі струмопровідні мережі розповсюджені на недоступній висоті під стелею на рівні підлоги 4,5 м.
- струмопровідні мережі, які живлять обладнання знаходяться в металевих рукавах, або заведені канали в будівлі для електропроводів.
- захисне заземлення (занулення) корпусів електрообладнання та елементі електроустановок;
- блокування, звукова сигналізація при включенні транспортного та технологічного обладнання, надписи, плакати, засоби індивідуального захисту;

Надписи, плакати на підприємстві пред'явленні у вигляді знаків, попереджувальних про небезпеку.

РОЗДІЛ 5 СПЕЦІАЛЬНІ РОЗРАХУНКИ

5.1. Пневмотранспорт

Пневматичний транспорт є невід'ємною складовою сучасних борошномельних підприємств, оскільки забезпечує швидке, надійне та безпечне переміщення зерна і продуктів його переробки між окремими технологічними операціями. Використання пневмотранспортних установок дозволяє механізувати транспортні процеси, зменшити втрати продукції, підвищити санітарно-гігієнічний рівень виробництва та покращити умови праці персоналу.

Основними елементами пневмотранспортних установок борошномельних заводів є приймальні та живильні пристрої, продуктопроводи, розвантажувачі, пиловіддільники для очищення відпрацьованого повітря та повітродувні машини. Узгоджена робота цих елементів забезпечує безперервне транспортування зерна, проміжних продуктів та відходів виробництва в межах технологічної схеми підприємства.

У нагнітальних пневмотранспортних установках переміщення продукту здійснюється під дією надлишкового тиску повітря, яке створюється повітродувною машиною. Після завершення транспортування продукт відокремлюється від повітряного потоку в циклонах-розвантажувачах. Такі розвантажувачі широко застосовуються у зерноочисних відділеннях борошномельних заводів завдяки простоті конструкції, високій надійності та ефективності роботи.

Проектування пневмотранспортних установок є важливим етапом розробки технологічної схеми підприємства і виконується у певній послідовності.

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.537-03.П.3.1			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Дереча Ю.О.				Розділ 5	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Волошенко О.С.						56	
Консультант					ОНТУ, ТЗХ-41			
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.							

Насамперед обирають схему пневмотранспортної установки та основне обладнання з урахуванням умов експлуатації, виду продукту, що транспортується, його фізичних властивостей, необхідної продуктивності та відстані транспортування. Від правильного вибору схеми залежить ефективність роботи всієї системи.

Наступним етапом є визначення точок завантаження та вивантаження зерна і продуктів його переробки. Ці точки встановлюються відповідно до технологічної комунікації підприємства та розташування технологічного обладнання. При цьому прагнуть забезпечити мінімальну довжину транспортних комунікацій і максимально скоротити кількість горизонтальних ділянок, оскільки вони збільшують втрати тиску та витрати електроенергії.

Після визначення маршрутів транспортування розраховують навантаження на кожний продуктопровід. Розрахункова продуктивність приймається відповідно до продуктивності технологічної лінії та кількості продукту, що підлягає транспортуванню. Отримані дані використовують для вибору діаметрів трубопроводів, типів живильників і розвантажувачів.

Важливим етапом є підбір та розрахунок продуктопроводів. Для цього визначають швидкість руху повітряно-продуктової суміші, втрати тиску на окремих ділянках, місцеві опори та необхідну потужність повітродувного обладнання. Розрахунки виконують за спеціальними методиками, що враховують фізико-механічні властивості транспортованого матеріалу, довжину трубопроводів та конфігурацію мережі.

Окремі продуктопроводи об'єднують у мережі з метою забезпечення компактності установки та раціонального використання обладнання для очищення відпрацьованого повітря. При компонованні мереж враховують близькість розташування транспортних ліній, напрямки руху продуктів та їх технологічну сумісність. Це дозволяє зменшити кількість пиловіддільників і вентиляторів, а також скоротити експлуатаційні витрати.

Особливу увагу приділяють аспіраційній частині пневмотранспортної установки. Її основним завданням є очищення відпрацьованого повітря від пилу та дрібних частинок продукту перед його викидом у навколишнє середовище або поверненням у виробничі приміщення. Для цього використовують циклони, рукавні фільтри та інші пиловловлювальні апарати, які забезпечують дотримання екологічних та санітарних норм.

Заключним етапом проектування є розрахунок і підбір допоміжного обладнання, зокрема пиловіддільників, вентиляторів, шлюзових затворів та повітродувних машин. Обладнання підбирається таким чином, щоб забезпечити стабільну роботу системи при заданій продуктивності та мінімальних енерговитратах.

Нагнітальні пневмотранспортні установки (НПТУ) призначені для горизонтального та вертикального транспортування зерна пшениці відповідно до схеми технологічного процесу очищення, кондиціонування та підготовки зерна до помелу. Їх застосування дозволяє ефективно переміщувати зернову масу між окремими технологічними машинами та силосами без використання додаткових механічних транспортних засобів.

Типова НПТУ включає такі основні елементи: повітродувну машину, повітропровід, пневмоприймач зі шлюзовим затвором, продуктопровід і розвантажувач. Повітродувна машина створює необхідний тиск для переміщення продукту, пневмоприймач забезпечує його подачу до транспортного потоку, продуктопровід здійснює транспортування, а розвантажувач відокремлює продукт від повітря та направляє його на наступну технологічну операцію.

Таким чином, правильно спроектована пневмотранспортна установка забезпечує безперервність технологічного процесу, високу продуктивність підприємства, мінімальні втрати продукції та ефективне використання енергетичних ресурсів, що є важливою умовою роботи сучасного борошномельного заводу.

Таблиця 5.1. Опис НПТУ у проєкті

Номер НПТУ	Переміщення продукту		Розвантажувач
	Точка завантаження зерна	Точка вивантаження зерна	
№1	Конвеєр № 1 (бункери для неочищеного зерна)	Ваги МЕТК 058 №1	Розвантажувач № 1
№2	Конвеєр № 2 (бункери для неочищеного зерна)	Ваги МЕТК 058 №2	Розвантажувач № 2
№3	Аспіраційна колонка МЕНК-50AG №1	Зволожувач МЕРТ-250 №1	Розвантажувач № 3
№4	Аспіраційна колонка МЕНК-50AG №2	Зволожувач МЕРТ-250 №2	Розвантажувач № 4
№5	Конвеєр № 5 (бункери основного відволожування зерна)	Зволожувач МЕСТ 30/150	Розвантажувач № 5
№6	Конвеєр № 6 (бункери додаткового відволожування зерна)	Оббивна машина МЕКС-30/150	Розвантажувач №6
№7	Аспіраційна колонка МЕНК-100AG	Зволожувач МЕСТ 30/150	Розвантажувач №7

5.2. Аспірація

На зернопереробних підприємствах технологічні процеси очищення, транспортування, кондиціонування та переробки зерна супроводжуються значним виділенням пилу. Основними джерелами пиловиділення є зерноочисні машини, транспортне обладнання, розвантажувальні пристрої, вальцьові верстати, розсійники та інші технологічні агрегати. Утворення великої кількості пилу негативно впливає на умови праці персоналу, погіршує санітарний стан виробничих приміщень, підвищує пожежо- та вибухонебезпеку виробництва. Тому вентиляційним та аспіраційним установкам на зернопереробних підприємствах приділяється особлива увага.

Основним призначенням аспіраційних систем є локалізація та видалення пилу безпосередньо в місцях його утворення. Це дозволяє підтримувати необхідні санітарно-гігієнічні умови праці, зменшувати

концентрацію пилу в повітрі робочої зони та забезпечувати безпечну експлуатацію технологічного обладнання.

Завдання аспірації на зернопереробних підприємствах полягає у забезпеченні нормативних параметрів мікроклімату виробничих приміщень, підтриманні допустимої концентрації пилу в повітрі робочої зони та створенні комфортних умов праці для персоналу. Ефективна робота аспіраційних систем сприяє зниженню професійних ризиків, пов'язаних із впливом пилу на органи дихання працівників, а також зменшує ймовірність виникнення алергічних і професійних захворювань.

Важливою функцією аспірації є запобігання виникненню небезпечних виробничих факторів, які можуть негативно впливати на здоров'я працівників та безпеку виробництва. Зерновий і борошняний пил належать до вибухонебезпечних аерозолів, тому їх накопичення у виробничих приміщеннях може створювати умови для виникнення пожеж та пилоповітряних вибухів. Своєчасне видалення пилу за допомогою аспіраційних систем суттєво знижує ризик аварійних ситуацій.

Крім забезпечення безпечних умов праці, аспірація виконує важливу технологічну функцію. Видалення пилу та легких домішок сприяє стабільній роботі технологічного обладнання, зменшує його зношування, запобігає засміченню робочих органів машин і продовжує термін їх експлуатації. Це особливо важливо для високопродуктивних зерноочисних машин, пневмотранспортних установок, вальцьових верстатів та іншого обладнання борошномельних заводів.

Під час проектування зернопереробних підприємств особливу увагу необхідно приділяти вибору схеми аспірації та підбору аспіраційного обладнання. Система аспірації повинна забезпечувати ефективне видалення пилу від усіх джерел його утворення при мінімальних енерговитратах. Для цього виконують аеродинамічні розрахунки мережі повітропроводів, визначають необхідні витрати повітря, втрати тиску та підбирають відповідне вентиляційне обладнання.

До складу сучасних аспіраційних систем входять аспіраційні укриття, повітропроводи, циклони, фільтри, вентилятори та пилозбірники. Повітря, забруднене пилом, відсмоктується від місця його утворення, транспортується повітропроводами до пиловловлювальних апаратів, де очищується від механічних домішок, після чого може викидатися в атмосферу або повертатися у виробничі приміщення за умови відповідності встановленим нормам.

Найбільш поширеними апаратами для очищення аспіраційного повітря є циклони та рукавні фільтри. Циклони використовують для попереднього очищення повітря від крупних частинок пилу, тоді як рукавні фільтри забезпечують високий ступінь очищення навіть від дрібнодисперсних частинок. Використання сучасних фільтраційних установок дозволяє досягати ефективності очищення повітря понад 99 %.

Системи аспірації відіграють надзвичайно важливу роль у забезпеченні пожежної та вибухової безпеки зернопереробних підприємств. Вони виконують профілактичні заходи щодо попередження накопичення вибухонебезпечних концентрацій пилу, зменшують ризик займання та сприяють безпечній експлуатації виробничих об'єктів. Особливо актуальним це є для борошномельних заводів, де в процесі помелу утворюється значна кількість дрібнодисперсного борошняного пилу.

Таким чином, ефективна аспіраційна система є невід'ємною складовою сучасного зернопереробного підприємства. Вона забезпечує належні санітарно-гігієнічні умови праці, підвищує рівень промислової безпеки, сприяє стабільній роботі технологічного обладнання та дозволяє дотримуватися екологічних вимог щодо викидів пилу в навколишнє середовище. Це робить аспірацію одним із найважливіших елементів інженерного забезпечення борошномельних заводів.

Таблиця 5.2. Розрахунок і компоновка аспіраційних мереж підготовчого відділення борошномельного заводу

Назва технологічного устаткування	Кількість устаткування	Витрата повітря, м ³ /год	Загальна витрата повітря, м ³ /год
Аспіраційна мережа №1			
Автоматичні ваги МЕТК 058	2	5	10
Ситовий сепаратор MESM-60/150	2	80	160
Аспіраційний канал МЕНК-100AG	2	80	160
Оббивна машина МЕКС 30/60	2	6	12
Трієрна група METR 75D	2	20	40
Аспіраційна колонка МЕНК-50AG	2	20	40
Всього			422
Фільтр – MEFM-39			
Вентилятор MEDA-7,5			
Аспіраційна мережа №2			
Конвеєри №1;2;5;6	4	5	20
Автоматичні ваги МЕТК 058	1	5	5
Повітряний сепаратор МЕНК-100AG	1	80	80
Оббивна машина МЕКС-30/150	1	10	10
Всього			115
Фільтр – MEFM-18			
Вентилятор MEDA-7,5			
Аспіраційна мережа №3			
Каменевідбірні машини МЕТМ-100	2	80	160
Всього			160
Фільтр – MEFM-18			
Вентилятор MEDA-7,5			

Таблиця 5.3. Розрахунок витрат повітря для аспірації ситовіальних машин у розмелювальному відділенні борошномельного заводу

Система	Кількість машин, шт	Кількість секцій, шт	Витрата повітря, м ³ /хв
В 1	1,0	2	60
В 2	0,5	1	40
В 3	0,5	1	40
В 4	1,0	2	60
В 5	1,0	2	60
В 6	0,5	1	40
В 7	0,5	1	40
Всього	5,0	8	Σ=340
	Фільтр – МEFM-39		
	Вентилятор МЕДА-7,5		

РОЗДІЛ 6 ЕНЕРГЕТИЧНЕ ТА МАТЕРІАЛЬНО-РЕСУРСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Заходи для економії електроенергії і енергозбереження

Електропостачання підприємства здійснюватиметься від районної енергосистеми з напругою 10 кВ.

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

В схемі електропостачання повинні бути передбачені резервні кабельні лінії і двотрансформаторна підстанція. Живлення силових установок і електроприводів машин здійснюється напругою 400 В, а мереж освітлення - 230 В.

Економія електроенергії і енергозбереження може бути досягнуто за рахунок:

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

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.537-03.ІІ.3.1
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
Розробив		Дереча Ю.О.			Розділ 6
Керівник		Волошенко О.С.			
Консультант		Штепа Є.П.			Літ
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.			Аркуш
					Аркушів
					64
					ОНТУ, ТЗХ-41

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

Визначення розрахункової активної потужності підприємства

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

$$P_P = \frac{W_{\text{пнт}} \cdot M_{\text{доб}}}{T_{\text{доб}}}, \quad (6.1)$$

де P_P – розрахункова активна потужність підприємства, кВт;

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

$W_{\text{пнт}} = 23 \dots 30$ кВт·год./т [2, табл. Д. 1], приймаємо $W_{\text{пнт}} = 24$ кВт·год./т;

$M_{\text{доб}}$ – добова продуктивність підприємства, $M_{\text{доб}} = 260$ т/доб.;

$T_{\text{доб}}$ – кількість годин роботи підприємства за добу, $T_{\text{доб}} = 24$ год.

Визначимо розрахункову активну потужність для підприємства:

$$P_P = \frac{W_{\text{пнт}} \cdot M_{\text{доб}}}{T_{\text{доб}}} = \frac{24 \cdot 100}{24} = 100 \text{ кВт}. \quad (6.2)$$

Визначимо розрахункову активну потужність на освітлення приміщень лампами розжарювання:

$$P_{\text{осв}} = 0,1 \cdot P_P, \quad (6.3)$$

Тоді:

$$P_{\text{осв}} = 0,1 \cdot P_P = 0,1 \cdot 100 = 10,0 \text{ кВт}.$$

Розрахунок повної потужності трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності

Повна потужність трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності визначається за формулою:

$$S_{\text{тп}} = \sqrt{(P_P + P_{\text{осв}})^2 + (Q_P - Q_{\text{кном}})^2}, \quad (6.4)$$

де Q_P – розрахункова реактивна потужність приймачів:

$$Q_P = P_P \cdot \text{tg}\varphi,$$

де $tg\varphi$ – коефіцієнт реактивної потужності, який знаходять по середньо зваженому коефіцієнту потужності $cos\varphi$ підприємства.

Розрахування активної потужність споживання підприємством методом питомих витрат електроенергії

Розрахункову активну потужність методом питомих витрат електроенергії визначають за формулою:

$$P_p = \frac{W_{пит} M_{річ}}{T_{max}}, \quad (6.5)$$

де $W_{пит} = 30$ кВт.год/т - нормована питома витрата електричної енергії

$M_{річ}$ – річна продуктивність підприємства $500 \cdot 30 = 15000$ т

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

$$P_p = \frac{30 \cdot 15000}{3000} = 150 \text{ кВт}$$

Розрахункову активну потужність освітлення лампами розжарювання приймаємо

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

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

$$S_{ТП} = \sqrt{(P_p + P_{осв})^2 + (Q_p - Q_{ном})^2} \quad (6.6)$$

Реактивну розрахункову потужність знаходять за формулою:

$$Q_p = P_p tg\varphi, \quad (6.7)$$

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

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

Потужність конденсаторної установки визначають за формулою:

$$Q_k = Q_p - Q_E, \quad (6.8)$$

де Q_E - оптимальна реактивна потужність, що задається енергосистемою:

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

$$\text{Тоді } Q_k = 112 - 50 = 62 \text{квар.}$$

Вибираємо за допомогою [1, табл. Д.3] конденсаторну установку типу КСК2-0,4-67-3У3 потужністю $Q_{кном} = 67$ квар.

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

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

Потужність одного трансформатора знаходимо так:

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

За одержаною потужністю, користуючись таблицею технічних даних трансформаторів [1,табл.Д.4], вибираємо номінальну потужність трансформатора.

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

Перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності

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

Потужність трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності в визначають за формулою

$$S_T \geq \frac{S_{ТП}}{2k_{ДП}}, \quad (6.9)$$

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

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

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

де S_i – навантаження в відсотках за відрізок часу t_i .

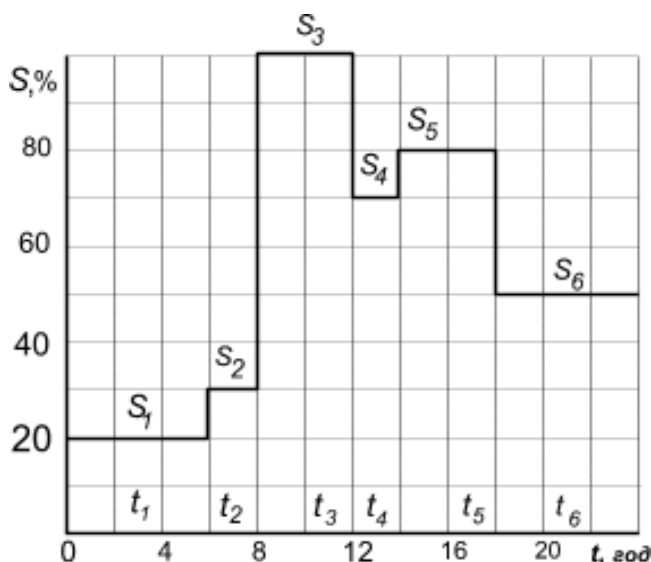


Рис. 6.1- Графік добового навантаження

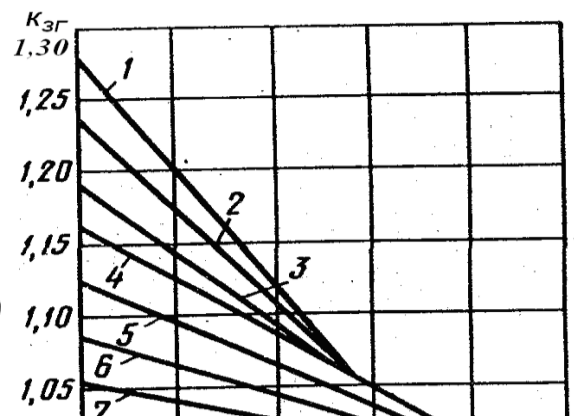


Рис.6.2-Графік допустимих перевантажень силових трансформаторів для $k_{ЗГ}$: 1 - 0,6; 2 - 0,65; 3 - 0,7; 4 - 0,75;

Знаходимо коефіцієнт заповнення графіка добового навантаження елеватора $k_{ЗГ}$, користуючись графіком добового навантаження (Рис.6.3)

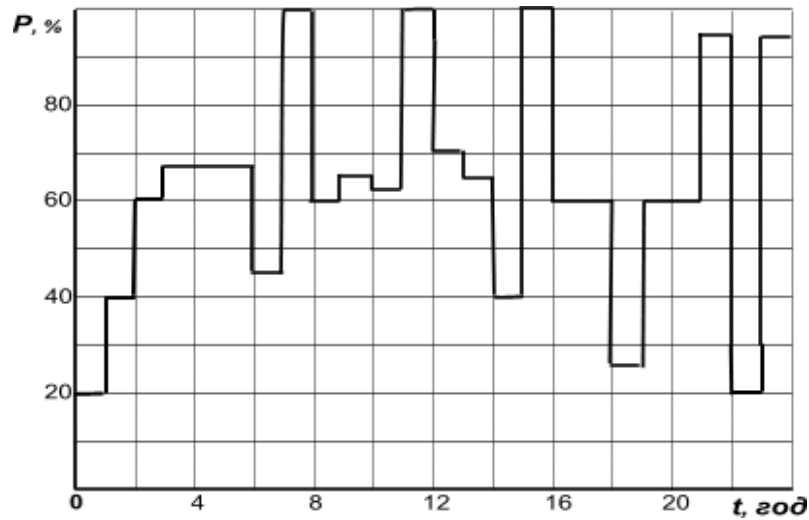


Рис. 6.3 Графік добового навантаження елеватора.

$$k_{зг} =$$

$$\frac{20.1 + 40.1 + 60.1 + 68.3 + 45.1 + 100.1 + 60.1 + 65.1 + 62.1 + 100.1 + 70.1 + 65.1 + 40.1 + 100.1 + 60.2 + 25.1 + 60.2 + 95.1 + 20.1 + 95.1}{24 \cdot 100\%} = 0,63$$

Для графіка добового навантаження (Рис.4.3) тривалість максимального навантаження складає: $t_{тм1} = 1$ год (з 7 до 8 год); $t_{тм2} = 1$ год (з 11 до 12); $t_{тм3} = 1$ год (з 15 до 16 год); Тобто $t_{тм} = t_{тм1} + t_{тм2} + t_{тм3} = 1 + 1 + 1 = 3$ год.

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

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

$$S_T \geq \frac{S_{ТП}}{2k_{дп}}, \quad (6.10)$$

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

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

По таблиці технічних даних трансформаторів [1,табл.Д.4], уточняємо номінальну потужність трансформатора $S_{НОМ}$ і приводимо його технічні дані у вигляді таблиці 6.1

Таблиця 6.1 Результати розрахунків

Тип	Номинальна потужність $S_{НОМ}$,кВ.А	Номинальна напряга, кВ		Струм холостого ходу I_x , %	Втрати потужності, кВт		Напряга короткого замикання u_k , %
		Первинна U_1	вторинна U_2		Холостого ходу P_x	Короткого замикання P_k	
ТМ100/10	100	10	0,4	2,6	0,36	1,97	4,5

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

Техніко-економічне порівняння режиму роботи трансформаторів

Знаходимо приведені втрати в трансформаторі користуючись формулами

$$\Delta P'_x = \Delta P_x + K_e \Delta Q_x; \quad (6.11)$$

$$\Delta P'_k = \Delta P_k + K_e \Delta Q_k. \quad (6.12)$$

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

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

Втрати ΔQ_x і ΔQ_k знаходять за формулами:

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

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

Тоді $\Delta P'_x = 0,36 + 0,05 \cdot 2,4 = 0,48$ кВт;

$$\Delta P'_k = 1,97 + 0,05 \cdot 4,5 = 2,2 \text{ кВт}.$$

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

$$S_{ЕК} = S_{НОМ} \sqrt{2 \frac{\Delta P'_x}{\Delta P'_k}} = 100 \sqrt{2 \frac{0,48}{2,2}} = 66,1 \text{ кВ.А.} \quad (6.13)$$

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

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

Таким чином, при навантаженні підстанції менше 33,1% один трансформатор можна відключити.

За допомогою графіка навантаження елеватора (Рис.4.3) робимо висновок, що на протязі доби один трансформатор можна виключити з 0 до 1 год; з 18 до 19; з 22 до 23, що разом складає $\Sigma t = 1 + 1 + 1 = 3$ години, що в процентах складає

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

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

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

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

Вибір перерізу жил і марку кабелю

Вибір необхідного перерізу жил кабелю напругою до 1000 В проводять для підприємства за допустимим струмовим навантаженням і допустимою втратою напруги [1, с.322]. Для цього визначають розрахунковий струм за формулою

$$I_p = \frac{1000 S_p}{\sqrt{3} U_{ном}} = \frac{1000 \cdot 191}{\sqrt{3} \cdot 380} = 289 \text{ А}, \quad (6.14)$$

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

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

де Q_p - реактивна розрахункова потужність.

З урахуванням умов прокладання мереж знаходимо за відповідною таблицею стандартний переріз жил кабеля $S=120 \text{ мм}^2$ 2 кабеля паралельно [2, с. 319].

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

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

$$\Delta U = \frac{10^5 (P_p + P_{осв})}{U_{ном}^2} R_{Л} = \frac{10^5 (150+15)}{380^2} 0,009 = 1,3\%, \quad (6.15)$$

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

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

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

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

де $\rho = 0,0312 \text{ Ом.мм}^2/\text{м}$ питомий опір жили алюмінієвого кабеля;

L - довжина кабелю, м;

S - площа перерізу жили кабелю, мм^2 .

Річна витрата електроенергії та її вартість

Річну витрату електроенергії знаходимо за формулою:

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

Річну вартість електроенергії визначаємо за формулою:

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

Розрахунки відносно заходів економії електроенергії на підприємстві

Виходячи із розглянутих заходів і розрахунків економії електроенергії на підприємстві можна досягнути за рахунок:

- зменшення струму в лінії живлення в результаті компенсації реактивної

потужності конденсаторною установкою до I'_p ;

- зменшення часу роботи двох зтрансформаторів на протязі року з T_{\max} до T'_{\max} ;

- зменшення витрат електроенергії на освітлення заміною ламп розжарювання люмінесцентними лампами.

Після виконаної компенсації реактивної потужності розрахунковий струм лінії живлення буде

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

Втрати електроенергії в лінії живлення будуть

- до впровадження заходів компенсації реактивної потужності:

$$W_{л} = 3I_p^2 R_{л} T_{\max} = 3 \cdot 379^2 \cdot 0,009 \cdot 3000 = 11635 \text{ кВт.год,}$$

- після впровадження заходів компенсації реактивної потужності:

$$W'_e = 3 I_p'^2 R_{л} T_{\max} = 3 \cdot 334^2 \cdot 0,009 \cdot 3000 = 9036 \text{ кВт.год.}$$

- Річна економія електроенергії в лінії живлення буде

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

Втрати електроенергії в трансформаторах будуть

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

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

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

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

- Річна економія електроенергії в трансформаторах буде:

$$\Delta W_{тр} = W_{тр} - W'_{\text{од}} = 13200 - 11500 = 1650 \text{ кВт.год.}$$

Витрати електроенергії на освітлення будуть

- лампами розжарювання

$$W_{осв} = kqP_p T_{max} = 0,63 \cdot 0,1 \cdot 188,4 \cdot 3000 = 35532 \text{ кВт.год;}$$

- люмінесцентними лампами

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

$dek=0,63$ – коефіцієнт перерахунку добового споживання електроенергії для самого короткого дня в середньодобове [5, с.18];

ламп розжарювання $q = 0,1$;

люмінесцентних ламп в залежності від їх типу [1, табл.Д.6]= (0,035...0,06).

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

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

Результати розрахунків з економії електроенергії зводимо в таблицю 6.2:

Таблиця 6.2. Результати розрахунків

Споживачі	Втрати електроенергії, кВт.год		Економія електроенергії, кВт.год
	До впровадження заходів економії	Після впровадження заходів економії	
Кабельна лінія	11635	9036	2599
Трансформатори	13250	11550	1650
Освітлення	35352	17766	17766
Разом			22015

Загальна річна економія електроенергії буде:

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

Річну вартість зекономленої електроенергії визначають за формулою:

$$\Delta S_o = d_o \Delta W = 0,9634 \cdot 22015 = 2125 \text{ грн.}$$

Висновок

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

$$\Delta S = \frac{2125}{528849} \cdot 100\% = 4\%$$

РОЗДІЛ 7 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

7.1. Програма виробничої діяльності

Програма виробничої діяльності, яку визначено у ТЕО, приймається незмінною і використовується у розрахунках ТЕП.

7.2. Інвестиційні витрати

Інвестиційні витрати, які визначено у ТЕО, приймаються незмінними і використовуються у розрахунках ТЕП.

7.3. Чисельність працівників та фонд оплати праці

Чисельність робітників основного виробництва (Чосіб) визначається на підставі нормативів їх чисельності з урахуванням кількості змін на добу. Для приблизного розрахунку для зернопереробних підприємств питома кількість робітників складає 0,2-0,4 осіб на 1 т/добу продуктивності підприємства. Приймаймо: $0,2 \times 240 = 48$ співробітників.

Визначаємо фонд оплати праці (ФОП) працюючих за формулою:

$$\text{ФОП} = \text{Чосіб} \times \text{ЗПср} \times N,$$

де Чосіб – чисельність працівників (Чосіб = 48);

ЗПср – середня заробітна плата в галузі (ЗПср = 14000 грн на місяць);

N – число місяців роботи (N = 12).

$$\text{ФОП} = 48 \times 14000 \times 12 / 1000 = 8064 \text{ тис. грн.}$$

Із загального фонду заробітної плати тих, що працюють, 70% складає заробітна плата робочих:

$$\text{ФОПосн} = 8064 \times 0,7 = 5645 \text{ тис. грн.}$$

Продуктивність праці (ПП) визначають діленням обсягів реалізації продукції та послуг на чисельність працівників підприємства:

$$\text{ПП} = \text{РП} / \text{Чосіб} = 498243 / 48 = 10380 \text{ тис. грн.}$$

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.537-03.П.3.1			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Дереча Ю.О.			Розділ 7	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник		Волошенко О.С.					75	
Консультант		Басюркіна Н.Й.			ОНТУ, ТЗХ-41			
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.						

7.4. Розрахунки собівартості продукції

Повну собівартість продукції, яку виробляють з власних ресурсів, визначають за такими калькуляційними статтями:

- виробнича собівартість;
- адміністративні витрати;
- витрати на збут;
- інші витрати основної діяльності;
- проценти за кредит;

Виробничу собівартість продукції (Свир), яку виробляють з власних ресурсів, визначають за такими калькуляційними статтями:

- а) витрати на сировину і основні матеріали (Вз);
- б) витрати на допоміжні матеріали (Вдоп);
- в) інші витрати, які складаються з таких калькуляційних статей (Він):
 - витрати на ресурси – паливо, електроенергію та воду (Врес);
 - витрати на основну і додаткову заробітну платню та соціальні заходи (Впрац);
 - витрати на амортизацію устаткування (Аовф);
 - інші прямі витрати (Впр);
 - загальновиробничі витрати (Взаг).

$$\text{Свир} = \text{Вз} + \text{Вдоп} + \text{Він}.$$

$$\text{Він} = \text{Врес} + \text{Впрац} + \text{Аовф} + \text{Впр} + \text{Взаг}$$

Витрати на сировину (Вз) включають вартість купівлі та транспортування зерна за формулою:

$$\text{Вз} = \text{Цз} \times 1,05 \times \text{Vз.вл} / 1000.$$

де Цз – оптова ринкова ціна 1 т пшениці без ПДВ;

Ктр – коефіцієнт, що враховує витрати на доставку зерна на підприємство, 1,05;

Vз.вл – річний обсяг переробки зерна власних ресурсів, т (табл. 2.1).

$$\text{Цз} = \text{Цпп} - 0,2 \times \text{Цпп}$$

де Цпп – ціна зерна помельної партії з ПДВ:

$$\text{Цпп} = 0,7 \times \text{Ц2кл} + 0,2 \times \text{Ц3кл}.$$

$$\text{Цпп} = 0,7 \times 6500 + 0,3 \times 5700 = 6260 \text{ грн.}$$

$$\text{Цз} = 6260 - 0,2 \times 6260 = 6160 \text{ грн};$$

$$\text{Вз} = 6160 \times 1,05 \times 58800 / 1000 = 304255 \text{ тис. грн.}$$

Витрати на допоміжні матеріали (Вдоп) включають витрати на всі види допоміжних матеріалів, які фізично не включають до складу готової продукції, але є технологічно необхідними для забезпечення нормального технологічного процесу при її виготовленні.

Через неможливість визначити дану статтю прямим шляхом (через норми витрат допоміжних матеріалів та ціни на них) витрати на допоміжні матеріали визначимо укрупнено в обсязі (Кдоп) 5% від витрат на сировину:

$$\text{Вдоп} = \text{Вз} \times \text{Кдоп} = 304255 \times 0,05 = 15213 \text{ тис. грн.}$$

Витрати на ресурси (Врес) включають витрати на електроенергію (Вел) та воду (Ввод).

$$\text{Врес} = \text{Вел} + \text{Ввод}$$

Витрати на електроенергію (Вел) визначаються за формулою:

$$\text{Вел} = \text{Тел} \times \text{Нел} \times \text{Vз.вл} / 1000$$

де Тел – тариф за електроенергію, грн за 1 кВт/год. З урахуванням цілодобової роботи підприємства, приймаємо 6,0 грн за 1 кВт/год;

Нел – норма витрат електроенергії на переробку зерна, кВт / год на 1 т.

Приймаємо 55 кВт / год на 1 т;

Vз.вл – річний обсяг переробки зерна власних ресурсів, т (табл. 2.1).

$$\text{Вел} = 6,0 \times 55 \times 58800 / 1000 = 21168 \text{ тис. грн.}$$

Витрати на воду (Ввод) визначаються за формулою:

$$\text{Ввод} = (\text{Тв.п.} + \text{Кв} \times \text{Тв.в.}) \times \text{Нв} \times \text{Vз.вл} / 1000$$

де Тв.п – тариф за водопостачання, грн за 1 м³. Приймаємо 23,0 грн за 1 м³;

Тв.в – тариф за водовідведення, грн за 1 м³. Приймаємо 23,0 грн за 1 м³;

Кв – коефіцієнт співвідношення між обсягами водовідведення і водопостачання. Так як вода переважно використовується на зволоження та поглинається зерном, приймаємо $K_v = 0,1$;

Нв – норма питомих витрат води на 1 т зерна, m^3/t . В залежності від прогнозованого ступеню зволоження, приймаємо $N_v = 4,0 m^3/t$;

Вз.вл – річний обсяг переробки зерна власних ресурсів, т (табл. 2.1).

$V_{вод} = (23,0 + 23,0 \times 0,1) \times 4,0 \times 58800 / 1000 = 5680$ тис. грн.

$V_{рес} = 21168 + 5680 = 26848$ тис. грн.

Витрати на заробітну платню та соціальні заходи (Впрац) включають витрати на основну і додаткову заробітну плату (ФОПосн), а також витрати на соціальні заходи (Всоц).

$V_{прац} = \text{ФОПосн} + \text{Всоц}$.

Витрати на основну і додаткову заробітну плату основних виробничих працівників, які безпосередньо пов'язані з виготовленням продукції, (ФОПосн) визначаються за формулою:

$\text{ФОПосн} = \text{ФОП} \times K_{осн}$

де ФОП – річний фонд оплати праці виробничих робітників, тис. грн;

$K_{осн}$ – коефіцієнт від загального ФОП, %. Приймаємо $K_{осн} = 0,70$.

$\text{ФОПосн} = 8064 \times 0,70 = 5645$ тис. грн.

Решта ФОП включається у комплексні статті непрямих витрат (загальновиробничі, адміністративні витрати, витрати на збут).

Витрати (відрахування) на соціальні заходи (Всоц) визначають за встановленими процентами від величини фонду оплати праці основних виробничих працівників за формулою:

$V_{соц} = \text{ФОПосн} \times K_{соц} / 100$

де $K_{соц}$ – відсоток відрахувань, $K_{соц} = 22\%$.

$V_{соц} = 5645 \times 0,22 = 1242$ тис. грн.

$V_{прац} = 5645 + 1242 = 6887$ тис. грн.

Витрати на амортизацію обладнання та будівлі_(Аовф) включають амортизаційні відрахування на основні виробничі фонди – обладнання (Аобл) та будівлю – (Абуд).

$$A_{овф} = A_{обл} + A_{буд}.$$

Витрати на амортизацію обладнання (Аобл) визначають за формулою:

$$A_{обл} = I_{овф} \times K_{обл} \times N_{а.обл}$$

де $I_{овф}$ – інвестиції у основні виробничі фонди, тис. грн. (розділ 0);

$K_{обл}$ – відсоток інвестицій у основні виробничі фонди на виробниче обладнання. Приймаємо 0,55;

$N_{а.обл}$ – норма амортизаційних відрахувань на виробниче обладнання, %. $N_{а.обл} = 0,20$.

$$A_{обл} = 144000 \times 0,55 \times 0,20 = 15840 \text{ тис. грн.}$$

Витрати на амортизацію будівлі (Абуд) визначають за формулою:

$$A_{буд} = I_{овф} \times K_{буд} \times N_{а.буд}$$

де $I_{овф}$ – інвестиції у основні виробничі фонди, тис. грн. (розділ 0);

$K_{буд}$ – відсоток інвестицій у основні виробничі фонди на будівлю. Приймаємо 0,45;

$N_{а.буд}$ – норма амортизаційних відрахувань на будівлю, %. $N_{а.буд} = 0,05$.

$$A_{буд} = 144000 \times 0,45 \times 0,05 = 3240 \text{ тис. грн.}$$

$$A_{овф} = 15840 + 3240 = 19080 \text{ тис. грн.}$$

Витрати прями інші (Впр) визначають у розмірі 10% від усіх попередніх витрат за виключенням витрат на сировину.

$$V_{пр} = 0,1 \times (V_{доп} + V_{рес} + V_{прац} + A_{овф})$$

$$V_{пр} = 0,1 \times (15213 + 26848 + 6887 + 19080) = 6803 \text{ тис. грн.}$$

Витрати загальновиробничі (Взаг) визначають у розмірі 30% від усіх попередніх витрат за виключенням витрат на сировину.

$$V_{заг} = 0,3 \times (V_{доп} + V_{рес} + V_{прац} + A_{овф})$$

$$V_{заг} = 0,3 \times (15213 + 26848 + 6887 + 19080) = 20408 \text{ тис. грн.}$$

Інші витрати (Він) складають:

$$Він = Врес + Впрац + Аовф + Впр + Взг$$

$$Він = 26848 + 6887 + 19080 + 6803 + 20408 = 80026 \text{ тис. грн.}$$

Виробнича собівартість продукції (Свир) визначається за формулою:

$$Свир = Вз + Вдоп + Він$$

$$Свир = 304255 + 15213 + 80026 = 399493 \text{ тис. грн.}$$

Повна собівартість продукції (Спов) визначається за формулою:

$$Сповна = Свир + Вадм + Взбут + Віод + Вкр$$

де Вадм – адміністративні витрати;

Взбут – витрати на збут;

Віод – інші витрати основної діяльності.

Визначаються у процентах від виробничої собівартості без витрат на сировину та допоміжні матеріали (Він). Відповідно, проценти по цим витратам складають 10, 5, 10 %.

$$Вадм = 0,10 \times 80026 = 8003 \text{ тис. грн.}$$

$$Взбут = 0,05 \times 80026 = 4001 \text{ тис. грн.}$$

$$Віод = 0,10 \times 80026 = 8003 \text{ тис. грн.}$$

Вкр – проценти за кредит. Приймаємо процентну ставку від кредиту (Ікр, розділ 0) у розмірі 25%.

$$Вкр = 0,25 \times Ікр = 0,25 \times 96912 = 24228 \text{ тис. грн.}$$

$$Сповна = Свир + Вадм + Взбут + Віод + Вкр$$

$$Сповна = 399493 + 8003 + 4001 + 8003 + 24228 = 443728 \text{ тис. грн.}$$

Експлуатаційні витрати (Векс), які відображають у останньому рядку є різницею між повною собівартістю (Спов), амортизаційними відрахуваннями (Аовф) та відсотками за кредит (Вкр).

$$Векс = Спов - Аовф - Вкр$$

$$Векс = 443728 - 19080 - 24228 = 400420 \text{ тис. грн.}$$

Результати розрахунків за статтями зведені у табл. 7.1.

Таблиця 7.1. Зведені витрати на виробництво продукції

Статті витрат	Сума витрат, тис. грн
Витрати на сировину і основні матеріали	304 255
Витрати на допоміжні матеріали	15 213
Витрати на ресурси	26 848
Витрати на заробітну платню та соціальні заходи	6 887
Витрати на амортизацію обладнання та будівлі	19 080
Витрати прямі інші	6 803
Витрати загальновиробничі	20 408
ВИРОБНИЧА СОБІВАРТІСТЬ	399 493
у т.ч. без витрат на сировину та допоміжні матеріали	80 026
Адміністративні витрати	8 003
Витрати на збут	4 001
Інші витрати виробничої діяльності	8 003
Відсотки за кредит	24 228
ПОВНА СОБІВАРТІСТЬ	443 728
у т.ч. експлуатаційні витрати	400 420

Прибуток (П) визначають як різницю між обсягами реалізації продукції і послуг (РП, розділ 0) та повною собівартістю (Спов) за формулою:

$$П = РП - Спов$$

$$П = 498243 - 443728 = 54515 \text{ тис. грн.}$$

Рентабельність продукції (Рпр) визначають за формулою:

$$Рпр = П / Спов \times 100\%$$

$$Рпр = 54515 / 443728 \times 100\% = 12,3\%.$$

Чистий прибуток (ЧП) в результаті реалізації проекту:

$$ЧП = П - П \times 0,18$$

де 0,18 – відсоткова ставка податку на прибуток.

$$ЧП = 54515 - 54515 \times 0,18 = 44703 \text{ тис. грн.}$$

7.5. Фінансова та економічна оцінка проекту

Економічна оцінка проекту виконується за такими показниками:

а) для інвестора:

- строк окупності інвестицій (Ток),
- чиста приведена вартість проекту (ЧПВ);

б) для кредитора:

- строк повернення кредиту (Ткр).

При виконанні розрахунків прийнято такі вихідні дані.

1) Ставку дисконтування прийнято на рівні 0,18.

2) Акциз і експортне мито відсутні.

3) Продаж проекту не передбачається.

4) Для економічної оцінки проекту приймається період, який визначається виходячи з співвідношення I / ЧП.

5) Амортизаційні відрахування, що виникають у зв'язку з впровадженням заходів проекту, покладуться на депозит у банку і вважаються резервом для страхування від ризиків.

Для кредитування інвестицій приймаються такі умови:

1) Процентна ставка по кредиту 25% у рік.

2) На погашення кредиту використовуються усі вільні кошти.

Отже, період, який визначає строки окупності проекту для інвестора (Т) складе:

$$T = I / \text{ЧП} = 193824 / 44703 = 4,3 \text{ років.}$$

Розрахунки прибутку, податків і вільних грошових коштів наведені у табл. 7.2.

Графік повернення кредиту і сплати процентів по кредиту наведено у табл. 7.3.

Таблиця 7.2 – Розрахунки прибутку, податків і вільних грошових коштів, тис. грн

Показники	Умовні позначення	Роки			
		1	2	3	4
Надходження коштів	ДРП	498 243	498 243	498 243	498 243
Амортизаційні відрахування	Аовф	19 080	19 080	19 080	19 080
Експлуатаційні витрати	Векс	400 420	400 420	400 420	400 420
Виплати процентів за кредит	Вкр і	24 228	8 282	0	0
Балансовий прибуток (з урахуванням сплати процентів за кредит)	П і	54 515	70 461	78 743	78 743
Податок на прибуток	Ст	9 813	12 683	14 174	14 174
Чистий прибуток	ЧП і	44 703	57 778	64 570	64 570
Чистий прибуток, що залишається на підприємстві	ЧПзал і	0	43 728	64 570	64 570
Вільні грошові кошти	ВГК і	63 783	76 858	83 650	83 650

Таблиця 7.3 – Графік повернення кредиту і сплати процентів по кредиту, тис. грн

Показники	Умовні позначення	Роки		
		1	2	3
Борг на початок року	Бпоч і	96 912	33 130	0
Погашення кредиту	Впог і	63 783	33 130	0
Борг на кінець року	Бкін і	33 130	0	0
Проценти за кредит	Вкр і	24 228	8 282	0

Надходження коштів (ДРП) у кожному році однакове, приймається з попередніх розрахунків (табл. 2.1, розділ 0).

Амортизаційні відрахування (Аовф) та експлуатаційні витрати (Векс) у кожному році однакові, приймаються з попередніх розрахунків (розділ 0).

Виплати процентів (Вкр і) змінюються по роках. У першому році приймаються на підставі попередніх розрахунків (розділ 0).

Балансовий прибуток з урахуванням сплати процентів за кредит (Пі) розраховується по роках за формулою:

$$\Pi_i = \Delta РП - Аовф - Векс - Вкр_i$$

де i – поточний рік з моменту початку здійснення інвестицій.

Податок на прибуток ($Ст_i$) розраховується з урахуванням відсоткової ставки податку на прибуток (0,18) від балансового прибутку за формулою:

$$Ст_i = 0,18 \times \Pi_i$$

Чистий прибуток ($ЧП_i$) – це різниця між балансовим прибутком та податком на прибуток:

$$ЧП_i = \Pi_i - Ст_i$$

Вільні грошові кошти ($ВГК_i$) визначаються за формулою:

$$ВГК_i = Аовф + ЧП_i.$$

При наявності інвестицій у вигляді кредиту, відповідно до прийнятої стратегії, на погашення кредиту використовуються усі вільні кошти.

Чистий прибуток, що залишається на підприємстві ($ЧПзал_i$), це різниця між ($ВГК_i$) та боргом на початок року ($Бпоч_i$). Якщо $ВГК_i < Бпоч_i$ – то $ЧПзал_i = 0$.

Борг на початок року ($Бпоч_i$) визначається по роках. На початок першого року борг дорівнює запланованим інвестиціям за рахунок кредиту (розділ 0). На початок наступних років він дорівнює боргу на кінець попереднього року:

$$Бпоч_i = Бкін_{i-1}$$

На погашення кредиту ($Впог_i$) поки $ВГК_i < Бпоч_i$ витрачаються усі вільні кошти ($ВГК_i$). Коли $ВГК_i > Бпоч_i$, то на погашення кредиту витрачається тільки сума, що дорівнює боргу на кінець попереднього року ($Бкін_{i-1}$).

$$Впог_i = ВГК_i \quad - \text{при } ВГК_i < Бпоч_i$$

$$Впог_i = Бкін_{i-1} \quad - \text{при } ВГК_i > Бпоч_i$$

Борг на кінець року ($Бкін_i$) – це різниця між боргом на початок року ($Бпоч_i$) та сумою на погашення кредиту ($Впог_i$). Якщо протягом року борг виплачений, то $Бкін$ цього року дорівнює 0.

$$Бкін_i = Бпоч_i - Впог_i \quad - \text{при } ВГК_i < Бпоч_i$$

$B_{кр i} = 0$ – при $BГК i > B_{поч i}$

Виплати процентів за кредит ($B_{кр i}$) розраховуються виходячи прийнятої процентної ставки по кредиту 25% у рік. З кожним роком вони зменшуються внаслідок повернення частки кредиту. Розраховуються за формулою:

$$B_{кр i} = 0,25 \times B_{поч i}$$

Термін повернення кредиту ($T_{кр}$) розраховується за формулою:

$$T_{кр} = T_{i-1} + B_{поч i} / BГК i.$$

$$T_{кр} = 2 + 17684/114964 = 3,8 \text{ років.}$$

Розрахунок чистої приведеної вартості та строку окупності проекту наведено у табл. 7.4.

Таблиця 7.4 – Розрахунок чистої приведеної вартості та строку окупності проекту

Показники	Умовні позначення	Роки			
		1	2	3	4
Коефіцієнт дисконтування	$Kd i$	1,18	1,39	1,64	1,94
Інвестиції на поточний рік, тис. грн	$I i$	193 824	139 771	84 478	33 472
Вільні кошти (приріст чистого прибутку та приріст амортизації), тис. грн	$BГК i$	63 783	76 858	83 650	83 650
Дисконтована величина вільних грошових коштів, тис. грн	$BГКd i$	54 053	55 294	51 006	43 118
Чиста приведена вартість проекту, тис. грн	$ЧПВ i$	-139 771	-84 478	-33 472	9 646

Коефіцієнт дисконтування по роках ($Kd i$) визначається за формулою:

$$Kd i = (1 + d)^i$$

де d – ставка дисконтування, $d = 0,18$.

Інвестиції розраховуються по роках та кожного року зменшуються. На початок першого року дорівнюють розрахованому значенню (розділ 0). На початок i -того року розраховуються за формулою:

$$I_i = - \text{ЧПВ } i-1.$$

Вільні грошові кошти (ВГК i) розраховані у табл. 7.2.

Дисконтована величина вільних грошових коштів визначається за формулою:

$$\text{ВГК}d_i = \text{ВГК } i / Kd_i$$

Чисту приведену вартість проекту (ЧПВ i) по роках розраховують за формулою:

$$\text{ЧПВ } i = I_i - \text{ВГК}d_i$$

Розрахунок ведуть поки ЧПВ i не буде позитивною величиною.

Чиста приведена вартість інвестиційного проекту на кінець 4-го року складає 9646 тис. грн.

Термін окупності проекту (з урахуванням зміни вартості грошей у часі) розраховується за формулою:

$$\text{Ток} = T_{i-1} + (-\text{ЧПВ } i-1) / \text{ВГК } i.$$

$$\text{Ток} = 3 + 38265 / 102092 = 3,8 \text{ років.}$$

Основні техніко-економічні показники підприємства та проекту наведені у табл. 7.5.

Таблиця 7.5. Основні техніко-економічні показники підприємства та інвестиційного проекту

Показник	Розмірність	Значення
1. Добова потужність підприємства	т/добу	260
2. Річний обсяг переробки зерна власних ресурсів	т / рік	58800
3. Обсяг продажів (реалізації)	тис. грн	498 243
4. Виробництво готової продукції з власних ресурсів (борошно)	т	58800
5. Повна собівартість	тис. грн	443 728
6. Прибуток	тис. грн	54 515
в т.ч. чистий прибуток	тис. грн	44 703
7. Чисельність працівників	осіб	48
8. Фонд оплати праці	тис. грн	8 064
9. Середньомісячна заробітна плата	грн	14 000
10. Продуктивність праці	тис. грн / особу	10 380

11. Рентабельність продукції	%	12,3
12. Інвестиції	тис. грн	193 824
в т.ч. в основні виробничі фонди	тис. грн	144 000
в оборотні кошти	тис. грн	49 824
13. Інвестиції інвестора	тис. грн	96 912
14. Інвестиції за рахунок кредиту	тис. грн	96 912
15. Термін повернення кредиту	років	1,4
16. Термін окупності інвестицій	років	3,8
17. Чиста приведена вартість проекту за 4 роки	тис. грн	9 646

Висновки

Інвестиційний проект виробництва борошна на новому млинзаводі з переробки зерна пшениці є доцільним, ефективним та інвестиційно привабливим. Очікуваний прибуток складає 54515 тис. грн на рік.

Для реалізації проекту необхідно інвестиції у розмірі 193824 тис. грн – 50% за рахунок власних коштів, 50% – за рахунок кредиту. Термін окупності інвестицій 3,8 років, чиста приведена вартість проекту на кінець 4 року дорівнюватиме 9646 тис. грн.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Завод, що проєктується, оснащується сучасним технологічним обладнанням турецької компанії Makenas та включає основні виробничі підрозділи: зерноочисне відділення, підготовче відділення, розмелювальне відділення і відділення готової продукції. Технологічна схема підприємства розроблена з урахуванням сучасних вимог до ефективності виробництва борошна, раціонального використання зернової сировини та забезпечення високої якості готової продукції.

У зерноочисному відділенні передбачено проведення комплексного очищення зерна від смітної, зернової, мінеральної та металомагнітної домішок із використанням високоефективного обладнання. Застосування інтенсивного зволоження дозволяє скоротити тривалість кондиціонування зерна, покращити його технологічні властивості та створити оптимальні умови для подальшого помелу. У результаті оболонки зерна стають більш еластичними та міцними, а ендосперм зберігає необхідну крихкість, що забезпечує ефективніше розділення анатомічних частин зернівки під час подрібнення.

У розмелювальному відділенні реалізовано двохсортний 78 %-й помел пшениці з отриманням борошна вищого та першого сортів. Вихід готової продукції становить: борошно вищого сорту – 60 %, борошно першого сорту – 18 %, висівки – 19,1 %, а також інші побічні продукти помелу відповідно до прийнятої технологічної схеми. Така структура дозволяє максимально використовувати потенціал зернової сировини та забезпечувати виробництво конкурентоспроможної продукції.

Для реалізації проєкту необхідно інвестиції у розмірі 193824 тис. грн – 50% за рахунок власних коштів, 50% – за рахунок кредиту. Термін окупності інвестицій 3,8 років, чиста приведена вартість проєкту на кінець 4 року дорівнюватиме 9646 тис. грн.

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.537-03.ІІ.3.1					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ					
Розробив	Дереча Ю.О.							Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Волошенко О.С.								88	
Консультант								ОНТУ, ТЗХ-41		
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.									

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ 3768:2019 "Пшениця. Технічні умови".
2. Жигунов Д.О., Волошенко О.С. Технологія та оцінка якості зернових продуктів . – Одеса : Видавництво ОЛДІ-ПЛЮС, 2021. – 364 с.
3. 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
4. Мерко І.Т. Технології борошномельного і круп'яного виробництва: підручник для студ. вищ. навч. закладів / – Одеса: Друк, 2010. – 472 с.
5. «Правила організації і ведення технологічного процесу на борошномельних заводах» / Міністерство Агропромислового Комплексу. – 1998.
6. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту [Електронний ресурс] : для здобувачів освіти зі спец. 181 "Харчові технології", галузі знань 18 "Виробництво та технології", ден. та заоч. форм навчання / Д. О. Жигунов, О. С. Волошенко ; відп. за вип. Д. О. Жигунов ; Каф. технології переробки зерна. — Одеса : ОНАХТ, 2021. — 26 с.
7. Єремєєва О. А., Харченко Є. І., Любич В. В. Технологічні процеси переробки зерна пшениці в борошно: монографія. Умань, 2021. 160 с.
8. Методичні вказівки до виконання розділу дипломного проекту «Електрозабезпечення та енергозбереження» для студентів технологічних спеціальностей / Укладачі: А.А. Галіулін, Є.П. Штепа. – Одеса: ОНАХТ, 2020. - 15 с.
9. Конспект лекцій з освітнього компонента "Науково-практичні основи технології зернових продуктів" [Електронний ресурс] : для здобувачів першого рівня вищої освіти СВО "Бакалавр", спец. G13 (181) "Харчові технології", галузі знань G "Інженерія, виробництво та будівництво" (18 "Виробництво та технології"), ОПП "Технології зберігання і переробки зерна", ден. та заоч. форм навч. / Д. О. Жигунов, О. С. Волошенко ; відп. за

вип. Д. О. Жигунов ;Каф. технології зернових продуктів, хліба і кондитерських виробів. — Одеса : ОНТУ, 2026. — 54 с.

10. Конспект лекцій з освітнього компонента "Контроль якості, безпека та екологія в галузі (НАССР і GMP)" [Електронний ресурс] : для здобувачів вищ. освіти зі спец. 181 "Харчові технології" галузь знань 18 "Виробництво та технології", ден. та заоч. форм навчання / О. С. Волошенко, Н. В. Хоренжий ; відп. за вип. Д. О. Жигунов ;Каф. технології зернових продуктів, хліба і кондитерських виробів. — Одеса : ОНТУ, 2024. — 72 с.

11. Інновації в зернових технологіях [Текст] : навч. посіб. / Є. І. Харченко, А. В. Шаран, Т. І. Янюк, О. Ю. Супрун-Крестова. — Одеса : Олді+, 2024. — 202 с.

12. Офіційний веб-портал інформаційно-аналітичного агентства «АПК-Інформ» <https://www.apk-inform.com/uk>

13. Офіційний веб-портал Спілки «Борошномели України» <https://www.ukrmillers.com/>

14. Екологія і охорона навколишнього середовища [Текст] : навч. посіб. / Ю. Д. Бойчук, Е. М. Солошенко, О. В. Бугай. — Вид. 4-те, випр. і допов. — Суми : Унів. книга, 2023. — 316 с. — МОН.