

**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 «Будівництво млина з використанням обладнання фірми "ОЛІС"»**  
(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)

Здобувачки Токарь О.Г.  
(прізвище, ініціали)

Керівник: доц. 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 04.06. 2026 р., протокол № 14.

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

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**

#### **Токарь Олесі Георгіївни**

1.Тема роботи Будівництво млина з використанням обладнання фірми "ОЛІС»

Затверджена наказом університету від 29.09.2025р. наказ № 511-03

2. Термін здачі 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 розмелу 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 « 29 » вересня 2025 р.

Керівник \_\_\_\_\_ Волошенко О.С.

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Токарь О.Г.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ	23.03-25.03	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	11.05-14.06	виконано
8.	ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	15.05-17.05	виконано

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_ Токарь О.Г.

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 Токарь О.Г.  
(ПІБ)

\_\_\_\_\_ (підпис)

## АНОТАЦІЯ

на кваліфікаційну роботу на тему  
«Будівництво млина з використанням обладнання фірми "ОЛІС»»

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

**Актуальність теми:** Будівництва млина з використанням обладнання фірми «ОЛІС» обумовлена необхідністю модернізації борошномельної галузі України, підвищення ефективності переробки зерна та забезпечення населення високоякісною борошномельною продукцією. У сучасних умовах розвитку харчової промисловості особливого значення набуває впровадження енергоефективних технологій, автоматизації виробництва та використання високопродуктивного обладнання. Застосування обладнання фірми «ОЛІС» дозволяє значно підвищити продуктивність підприємства, зменшити втрати сировини, покращити якість готової продукції та забезпечити стабільність технологічного процесу. Тому розроблення проекту будівництва сучасного борошномельного підприємства є актуальним і важливим завданням для розвитку зернопереробної галузі.

**Основні особливості роботи:** полягають в використанні сучасного технологічного обладнання фірми «ОЛІС», яке характеризується високою продуктивністю, надійністю та автоматизацією виробничих процесів. Передбачено застосування ефективних систем очищення зерна, сучасних вальцьових верстатів, розсійників та пневмотранспортних систем, що забезпечують безперервність технологічного процесу та мінімальні втрати сировини. Крім того, підприємство оснащується сучасними системами аспірації, енергозбереження та автоматичного контролю якості продукції, що дозволяє підвищити ефективність виробництва та забезпечити безпечні умови праці.

**Структура роботи:** анотація, зміст, вступ, розділ 1 «Стан проблеми та перспективи її вирішення», розділ 2 «Техніко-економічне обґрунтування проекту», 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 розрахунки», висновки та рекомендації, список літератури.

**Обсяг роботи:** пояснювальна записка викладена на 81 сторінках. Графічна частина включає 5 листів.

**Висновок:** результатом виконання КРБ є розроблення проекту будівництва сучасного борошномельного підприємства з використанням

обладнання фірми «ОЛІС». Запропоновані технологічні рішення забезпечують ефективну переробку зерна, підвищення якості готової продукції та зниження енергетичних витрат. Проведені розрахунки підтверджують доцільність будівництва підприємства та його економічну ефективність. Реалізація даного проекту сприятиме розвитку борошномельної галузі, підвищенню конкурентоспроможності продукції та забезпеченню стабільного виробництва високоякісного борошна.

**Ключові слова:** пшениця, переробка зерна, сортовий помел, пшеничне борошно, борошномельний завод.

## ЗМІСТ

<b>ЗМІСТ</b> .....	<b>6</b>
<b>ВСТУП</b> .....	<b>7</b>
<b>РОЗДІЛ 1 СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ</b>	<b>10</b>
1.1 Характеристика об'єкта.....	12
1.2 Мета і завдання проєкту.....	14
<b>РОЗДІЛ 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ</b>	<b>15</b>
<b>РОЗДІЛ 3</b> .....	<b>20</b>
<b>ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА</b> .....	<b>20</b>
3.1 Загальна характеристика генерального плану підприємства.....	20
3.2 Архітектурно-будівельні рішення.....	22
<b>РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b> .....	<b>24</b>
4.1. Наукове обґрунтування .....	24
4.2. Вимоги до показників якості сировини та розрахунок помельної партії.....	30
4.3. Обґрунтування схеми технологічного процесу .....	34
4.4. Розрахунок балансу помелу зерна.....	38
4.5. Підбір та розрахунок технологічного обладнання .....	41
4.6. Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва. Застосування системи НАССР .....	49
4.7. Охорона праці .....	53
<b>РОЗДІЛ 5 СПЕЦІАЛЬНІ РОЗРАХУНКИ</b> .....	<b>56</b>
5.1. Пневмотранспорт .....	56
5.2. Аспірація.....	58
<b>РОЗДІЛ 6 ЕНЕРГЕТИЧНЕ ТА МАТЕРІАЛЬНО-РЕСУРСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ</b> .....	<b>60</b>
<b>РОЗДІЛ 7 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ</b> .....	<b>69</b>
<b>ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ</b> .....	<b>77</b>
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	<b>79</b>

## ВСТУП

Сучасна борошномельна галузь України є важливою складовою агропромислового комплексу та харчової промисловості держави. Її розвиток визначається зростанням потреб населення у високоякісних борошняних продуктах, розширенням асортименту продукції, а також необхідністю забезпечення продовольчої безпеки країни. В умовах ринкової економіки підприємства борошномельної промисловості функціонують у середовищі жорсткої конкуренції, що вимагає постійного вдосконалення технологічних процесів, модернізації обладнання та підвищення ефективності виробництва.

На сучасному етапі розвитку галузі особливого значення набуває впровадження інноваційних технологій переробки зерна, які дозволяють збільшити вихід готової продукції, покращити її якісні показники та зменшити виробничі витрати. Високопродуктивні вальцові верстати, сучасні розсійники, системи автоматизованого контролю та управління технологічними процесами забезпечують стабільність виробництва та підвищують конкурентоспроможність підприємств як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках.

Результати сучасних наукових досліджень свідчать, що ефективність роботи борошномельних підприємств значною мірою залежить від комплексного підходу до організації виробництва. Важливими складовими такого підходу є раціональне використання сировинних ресурсів, удосконалення технологій підготовки зерна до помелу, оптимізація режимів роботи обладнання та впровадження сучасних систем контролю якості. Особлива увага приділяється процесам очищення, сортування та кондиціювання зерна, оскільки саме від їх ефективності залежить якість борошна та економічні показники виробництва.

Не менш важливим напрямом розвитку галузі є забезпечення безпечності харчової продукції. Для цього на підприємствах впроваджуються міжнародні системи управління якістю та безпечністю харчових продуктів, зокрема HACCP, стандарти ISO серії 22000 та інші сучасні методи контролю

виробничих ризиків. Їх застосування дозволяє гарантувати відповідність продукції вимогам національних і міжнародних нормативних документів, а також підвищувати довіру споживачів до вітчизняної продукції.

Важливого значення набувають питання енергоефективності та ресурсозбереження. Витрати електроенергії становлять значну частину собівартості борошна, тому впровадження енергозберігаючих технологій, сучасних електроприводів та автоматизованих систем керування сприяє зниженню виробничих витрат і підвищенню економічної ефективності підприємств. Крім того, актуальним є використання аспіраційних систем нового покоління, які забезпечують ефективне видалення пилу, покращують умови праці персоналу та знижують негативний вплив виробництва на навколишнє середовище.

Суттєвий вплив на розвиток борошномельної промисловості має також тенденція до виробництва продукції підвищеної харчової цінності. Зростає попит на цільнозернове, вітамінізоване та функціональне борошно, збагачене мікроелементами, харчовими волокнами та біологічно активними речовинами. Це сприяє розширенню асортименту продукції та створенню нових ринкових ніш для виробників.

В умовах інтеграції України у світовий економічний простір борошномельні підприємства дедалі більше орієнтуються на міжнародні стандарти якості та вимоги експортних ринків. Вихід на зовнішні ринки потребує впровадження сучасних методів управління виробництвом, удосконалення систем простежуваності продукції та підвищення рівня технологічної оснащеності підприємств. Водночас це відкриває нові перспективи для збільшення обсягів реалізації продукції та зміцнення позицій українських виробників на світовому ринку.

Окрему роль у забезпеченні сталого розвитку галузі відіграє кадровий потенціал. Підготовка висококваліфікованих фахівців, здатних працювати з автоматизованими системами управління, сучасним технологічним обладнанням та цифровими інструментами моніторингу виробництва, є

важливою умовою ефективного функціонування підприємств. Застосування принципів цифровізації, автоматизації та елементів індустрії 4.0 сприяє підвищенню продуктивності праці та оперативності прийняття управлінських рішень.

Таким чином, подальший розвиток борошномельної промисловості України пов'язаний із комплексним впровадженням інноваційних технологій, модернізацією виробничих потужностей, підвищенням енергоефективності, забезпеченням безпечності продукції та раціональним використанням ресурсів. Лише поєднання сучасних технологічних рішень, ефективного менеджменту та високих стандартів якості дозволить підприємствам галузі забезпечити стабільний розвиток, підвищити конкурентоспроможність та успішно функціонувати в умовах глобального ринку.

## РОЗДІЛ 1 СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

Технологія виробництва борошна належить до складних багатостадійних процесів переробки зерна, що поєднують низку послідовних технологічних операцій, спрямованих на отримання готової продукції з високими споживчими та технологічними властивостями. Основною метою технологічного процесу є максимальне вилучення ендосперму із зерна та його перетворення на борошно із заданими показниками якості при мінімальних втратах поживних речовин і забезпеченні високої економічної ефективності виробництва.

Початковим етапом виробництва є очищення зерна від сторонніх домішок органічного, мінерального та металоманітного походження. Для цього використовують комплекс сучасного обладнання, до складу якого входять сепаратори, аспіратори, каменевідбірники, магнітні апарати та інші машини для попередньої підготовки зернової маси. Якісне очищення зерна забезпечує не лише покращення показників безпечності готової продукції, а й сприяє підвищенню ефективності подальших технологічних операцій.

Особливе значення має водно-теплова обробка зерна, під час якої створюються оптимальні умови для зміни фізико-механічних властивостей його анатомічних частин. У результаті оболонки стають більш еластичними та міцними, а ендосперм – крихкішим, що значно полегшує процес їх розділення під час подрібнення. Правильно організоване кондиціонування дозволяє збільшити вихід борошна високих сортів, знизити зольність продукції та покращити її хлібопекарські властивості.

Наступним етапом є механіко-технологічна обробка зерна, яка передбачає очищення його поверхні від пилу, залишків оболонок і

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.ІІ.2.2			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Токарь О.Г.				Розділ 1	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Волошенко О.С.						10	
Консультант					ОНТУ, ЗТЗ-41а			
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.							

мікроорганізмів. Для цього використовують оббивальні та щіткові машини, що забезпечують додаткове підвищення якості сировини перед помелом.

Процес помелу здійснюється на вальцових верстатах і складається з кількох послідовних систем подрібнення. Отримані продукти подрібнення проходять через розсійники, де відбувається їх розподіл за крупністю частинок. Подальші технологічні операції включають шліфування, сортування та збагачення проміжних продуктів, що забезпечує максимальне вилучення ендосперму та формування борошна необхідного сорту. Завершальним етапом є змішування потоків борошна та формування готової продукції відповідно до вимог нормативної документації щодо зольності, білості, крупності помелу, вмісту білка та інших показників якості.

Борошно є одним із найважливіших продуктів зернопереробної промисловості та займає провідне місце у харчуванні населення. Найбільші обсяги виробництва припадають на пшеничне та житнє борошно, яке широко використовується для виготовлення хлібобулочних, макаронних, кондитерських та кулінарних виробів. Від якості борошна значною мірою залежать технологічні властивості тіста, якість готової продукції та її харчова цінність.

Сучасний розвиток борошномельної галузі характеризується активним впровадженням високотехнологічного обладнання та автоматизованих систем управління виробництвом. На українському ринку представлені як вітчизняні, так і провідні зарубіжні виробники обладнання, які пропонують інноваційні рішення для підготовки зерна та його переробки. Одним із перспективних напрямів удосконалення процесу кондиціонування є використання вихрових зволожувачів. Такі апарати забезпечують інтенсивне та рівномірне розподілення вологи по поверхні зерна, скорочують тривалість водно-теплової обробки, підвищують ефективність засвоєння вологи зерном та покращують якість підготовки сировини до помелу.

Використання сучасних технічних засобів дозволяє автоматизувати основні виробничі процеси, підвищити продуктивність підприємств, знизити

питомі витрати електроенергії та мінімізувати втрати сировини. Важливою перевагою новітнього обладнання є можливість постійного контролю технологічних параметрів у режимі реального часу, що забезпечує стабільність виробництва та отримання борошна з гарантованими показниками якості.

Таким чином, удосконалення технології підготовки зерна до помелу, впровадження сучасного обладнання та застосування інноваційних методів водно-теплової обробки є важливими чинниками підвищення ефективності роботи борошномельних підприємств, покращення якості готової продукції та забезпечення конкурентоспроможності галузі в умовах сучасного ринку.

### **1.1 Характеристика об'єкта.**

На борошномельному заводі продуктивністю 230 т/доб передбачено встановлення сучасного технологічного обладнання та впровадження автоматизованої технології виробництва борошна, що забезпечує стабільну роботу підприємства та високу якість готової продукції. Для виробництва борошна з високими споживчими характеристиками планується використання пшениці з вмістом клейковини 22-23% з особливою увагою до якісної підготовки зерна до помелу.

На підприємстві функціонує система виробничого та лабораторного контролю, яку забезпечує виробничо-технологічна лабораторія. Її діяльність спрямована на здійснення постійного контролю якості сировини, проміжних продуктів і готової продукції на всіх стадіях технологічного процесу. Лабораторний контроль охоплює визначення основних показників якості зерна, зокрема вологості, засміченості, натури, вмісту та якості клейковини, а також контроль параметрів борошна відповідно до вимог чинних стандартів. Систематичне проведення аналізів дозволяє своєчасно виявляти відхилення від встановлених норм, коригувати режими роботи обладнання та забезпечувати стабільно високий рівень якості продукції.

Виробничий контроль здійснюється на всіх етапах технологічного процесу – від приймання та зберігання зерна до відвантаження готового борошна споживачам. Особлива увага приділяється контролю процесів очищення, кондиціювання та помелу зерна, що дозволяє підтримувати оптимальні технологічні режими та досягати високих показників виходу готової продукції. Крім того, лабораторія контролює дотримання санітарно-гігієнічних вимог, безпечність продукції та відповідність виробництва принципам системи НАССР.

Основними споживачами продукції підприємства є хлібопекарські підприємства, хлібокомбінати, кондитерські виробництва, приватні міні-пекарні, заклади громадського харчування та населення. Вироблене борошно використовується для виготовлення широкого асортименту хлібобулочних, макаронних і кондитерських виробів, що забезпечує стабільний попит на продукцію підприємства.

Окрім реалізації готової продукції, підприємство надає послуги з переробки зерна на давальницьких умовах. Така форма співпраці дозволяє сільськогосподарським підприємствам, фермерським господарствам, комерційним організаціям та приватним власникам зерна отримувати готову продукцію без необхідності створення власних переробних потужностей. Надання послуг із давальницької переробки сприяє більш ефективному використанню виробничих потужностей підприємства, розширенню клієнтської бази та підвищенню економічної ефективності його діяльності.

Структурно завод включає зерночисне відділення, розмелювальне відділення та відділення готової продукції.

У розмелювальному відділенні реалізовано 78-% сортовий помел пшениці, при якому передбачається отримання борошна вищого сорту – 50 %, першого сорту - 28 %, що забезпечує раціональне використання сировини та високі техніко-економічні показники роботи підприємства.

## 1.2 Мета і завдання проєкту

Метою роботи є розробка обґрунтованого проєкту борошномельного підприємства, що поєднує технічні, технологічні та економічні аспекти виробництва. Для досягнення поставленої мети передбачається вирішення таких завдань:

- охарактеризувати об'єкт дослідження та визначити основні показники його ефективності;
- розробити оптимальну технологічну схему виробництва з урахуванням вимог до якості сировини та готової продукції;
- провести розрахунок матеріально-ресурсного та енергетичного забезпечення виробництва;
- здійснити підбір і розрахунок технологічного обладнання;
- оцінити економічну ефективність проєкту та перспективи його розвитку;
- передбачити заходи щодо охорони праці та впровадження системи НАССР.

Таким чином, виконання цієї роботи сприятиме підвищенню ефективності виробничих процесів, забезпеченню стабільності та якості продукції, а також розвитку борошномельної промисловості в цілому. Комплексний підхід до проєктування підприємства дозволяє забезпечити збалансовану взаємодію між технічною досконалістю, економічною доцільністю та соціальною відповідальністю перед споживачем.

## РОЗДІЛ 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

### 2.1 Сучасний стан ринку борошна в Україні

Україна традиційно займає провідні позиції на світовому ринку зернових культур, що формує основу її аграрного експорту та забезпечує значні валютні надходження. Основними культурами є пшениця, кукурудза, ячмінь і жито, які використовуються як для експорту у вигляді сировини, так і для внутрішньої переробки, зокрема у виробництві борошна.

Разом з тим, у період 2022–2026 років функціонування зернового та борошномельного ринку України зазнало суттєвих змін унаслідок повномасштабне вторгнення Росії в Україну. Воєнні дії спричинили порушення логістичних ланцюгів, блокування морських портів, зростання транспортних витрат та ускладнення експортних операцій. У результаті значно скоротилися обсяги зовнішньої торгівлі зерном і продуктами його переробки.

Особливо відчутними стали негативні наслідки для борошномельної галузі, яка традиційно використовувала експорт як інструмент підвищення ефективності виробництва. Зменшення обсягів експорту призвело до скорочення виробництва та зростання собівартості продукції. В умовах обмеженого доступу до морських перевезень українські виробники були змушені переорієнтуватися на альтернативні логістичні маршрути — залізничний та автомобільний транспорт у напрямку країн Європейського Союзу та Молдови. Однак такі перевезення є більш витратними та менш конкурентоспроможними порівняно з морськими, що стримує розвиток експорту.

Сучасний ринок борошна в Україні характеризується певною диспропорційністю: за наявності значного сировинного потенціалу рівень розвитку переробної галузі залишається недостатнім.

Протягом останніх років спостерігається тенденція до скорочення офіційних обсягів виробництва, зниження експортної активності та посилення конкуренції на внутрішньому ринку. Додатковим фактором негативного впливу є функціонування тіньового сектору, що ускладнює формування прозорого ринкового середовища.

Водночас галузь має значний потенціал для розвитку. За умови державної підтримки, удосконалення податкової політики та стимулювання глибокої переробки зерна можливе підвищення ефективності функціонування підприємств і зміцнення позицій України на міжнародному ринку. Важливим кроком у цьому напрямі стало відкриття нових ринків збуту, зокрема експорту пшеничного борошна до Китайська Народна Республіка. Це підтверджує відповідність української продукції міжнародним стандартам якості та безпечності.

Ключову роль у забезпеченні контролю якості та розвитку експортного потенціалу відіграє Держпродспоживслужба, яка спільно з державними органами та міжнародними партнерами сприяє відкриттю нових ринків, усуненню технічних бар'єрів та гармонізації стандартів.

Аналіз сучасних тенденцій розвитку борошномельної галузі свідчить про зростання ролі інноваційних технологій і наукових підходів до організації виробництва. У 2026 році на базі підприємства Столичний млин відбувся науково-практичний семінар, організований Борошномели України за підтримки міжнародних програм USAID та SIPPO. У межах заходу було визначено ключові напрями розвитку галузі.

Зокрема, встановлено, що сировинна база України залишається стабільною: прогнозовані перехідні залишки пшениці становлять близько 4 млн тонн, а валовий збір у 2026 році оцінюється на рівні 20–22 млн тонн, що забезпечує як внутрішні потреби, так і експортний потенціал.

Важливим напрямом розвитку є модернізація лабораторного контролю якості, що передбачає впровадження сучасного аналітичного обладнання для точного визначення технологічних властивостей зерна та

формування однорідних помельних партій. Це дозволяє мінімізувати вплив людського фактора та забезпечити стабільність характеристик готової продукції.

Суттєвого значення набуває також технологічна адаптація виробництва, зокрема використання ферментативних препаратів для регулювання якості борошна. Такий підхід забезпечує стабілізацію фізико-хімічних показників, включаючи водопоглинальну здатність, силу борошна та активність ферментів, що позитивно впливає на якість хлібобулочних виробів.

Особливе місце в сучасному розвитку галузі займає впровадження інноваційного обладнання вітчизняного виробництва, зокрема рішень ОЛІС. Застосування технічних комплексів цієї компанії дозволяє забезпечити високий рівень автоматизації виробництва, оптимізувати технологічні процеси та підвищити ефективність переробки зерна.

Обладнання «ОЛІС» охоплює повний цикл зернопереробки — від очищення та підготовки зерна до помелу і контролю якості готової продукції. Використання сучасних агрегатних млинів, зерноочисних машин і транспортних систем сприяє зниженню енергетичних витрат, підвищенню виходу борошна та забезпеченню стабільності технологічних параметрів. Важливою перевагою є адаптація обладнання до умов українського ринку та сировинної бази, що робить його економічно доцільним для впровадження у вітчизняних підприємствах.

### **Аналіз доцільності та економічне обґрунтування створення нового борошномельного підприємства**

Ця ініціатива передбачає запуск високотехнологічного млинового комплексу на території Миколаївської області, який зможе переробляти колосальний обсяг зерна — до 230 тонн на добу. Головним аргументом на користь такого будівництва став той факт, що в регіоні накопичується величезна кількість незадіяного зернового ресурсу.

Це відкриває широкі можливості для створення великого переробного центру саме тут.

Важливо зазначити, що це класичний «greenfield» проєкт: ми не реконструюємо старе, а будуємо абсолютно нові потужності «з нуля» на окремій промисловій території.

Пріоритетним напрямком роботи заводу стане активний вихід на міжнародну арену. Оскільки промисловий майданчик розташований зовсім поруч із ключовими річковими шляхами Миколаївської області, підприємство зможе регулярно постачати першокласне борошно на експорт. Це стратегічно вигідна модель, адже вона перетворює звичайну сировину на валютні надходження та піднімає авторитет України як стабільного світового гравця на ринку продуктів харчування.

З соціальної точки зору, цей проєкт дасть роботу багатьом фахівцям переробної сфери. Це допоможе трохи «заземлити» соціальну напругу в області та суттєво поповнить місцеву скарбницю через податки. Що стосується технічної сторони, то в основу покладено принципи енергозбереження та сучасні системи фільтрації (аспірації) закритого типу. Такий підхід робить виробництво екологічно нейтральним і повністю вписується в глобальні концепції дбайливого ставлення до довкілля.

Проте завод не обмежуватиметься лише закордонними контрактами — український споживач також отримає борошно вищого ґатунку. Завдяки продуманій логістиці та «свіжому» технологічному парку компанія зможе впевнено почуватися серед конкурентів і отримувати стабільні фінансові результати. У підсумку можна сказати, що поява такого борошномельного гіганта — це дуже грамотне рішення. Воно дозволить Миколаївській області змінити свій статус: замість того, щоб просто продавати зерно як сировину, регіон стане потужним виробником і експортером готового продукту з доданою вартістю.

№	Найменування обладнання	Марка	Виробник	Кількість	Орієнтовна ціна за од., грн	Загальна вартість, грн
1	Оббивна машина	МБО-6	ОЛІС	6	750 000	4 500 000
2	Трієр вівсюговідбірник	ТЦО-700	ОЛІС	2	620 000	1 240 000
3	Трієр куколевідбірник	ТСК-700	ОЛІС	2	620 000	1 240 000
4	Каменевідбірник	ОМП-3,0	ОЛІС	2	520 000	1 040 000
5	Ваги автоматичні	АВ-50-3Е	ОЛІС	3	350 000	1 050 000
6	Транспортер шнековий	Ш-160	ОЛІС	9	180 000	1 620 000
7	Магнітний сепаратор	БМПО	ОЛІС	2	240 000	480 000
8	Бункер розвантажувач	У2-БРО	ОЛІС	6	68 000	408 000
9	Шлюзовий живильник	РЗ-БШЗ	ОЛІС	1	140 000	140 000
10	Фільтр	ФА-ЦП	ОЛІС	3	260 000	7 800 000
11	Вентилятор високого тиску	ВПЗ-0,72/1000	ОЛІС	1	210 000	210 000
12	Сепаратор сито-повітряний	ПСО-3	ОЛІС	2	600 000	1 200 000
13	Колонка аспіраційна	КАО-1,0	ОЛІС	2	220 000	440 000
14	Повітряний сепаратор	КАО-1,0	ОЛІС	2	220 000	440 000
15	Машина інтенсивного зволоження	МІУ-3	ОЛІС	2	680 000	1 360 000
16	Бункер розвантажувач	БРО-6	ОЛІС	1	68 000	68 000
17	Ваги автоматичні	АД-50-3Є	ОЛІС	1	350 000	350 000
18	Пневматична лінія	НПТУ	ОЛІС	7	280 000	1 960 000
19	Бункер зволожувач	У2-БРО	ОЛІС	1	105 000	105 000
20	Вентилятор(аспірація)	ВРП-6.3	ОЛІС	3	75 000	225 000
						25 804 000

Будівництво заводу — це не лише про прибуток, а й про підтримку людей та екології. Завдяки проєкту на Миколаївщині з'явиться до 40 вакансій для профі, які працюватимуть із передовими ІТ-системами. Сучасні технології розмелу та потужна аспірація зроблять виробництво безпечним для довкілля. Це потужний сигнал інвесторам: український агросектор розвивається попри війну, створюючи умови для соціальної стабільності та оновлення регіональної інфраструктури.

Отже, сучасний стан борошномельної галузі України характеризується поєднанням складних зовнішніх умов та значного потенціалу розвитку. Впровадження інноваційних технологій, використання сучасного обладнання, зокрема компанії «ОЛІС», а також розширення ринків збуту є ключовими чинниками підвищення конкурентоспроможності галузі та забезпечення її сталого розвитку.

## РОЗДІЛ 3

### ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА

Генеральним планом підприємства називається проект розміщення та взаємного зв'язку всіх будівель і споруд, інженерних мереж, транспортних комунікацій, залізничних колій та автомобільних доріг. Генеральний план є одним з основних документів при проектуванні підприємства, оскільки він визначає раціональне використання території, забезпечує ефективність виробничого процесу, безпечні умови праці та можливість подальшого розширення виробництва. Розроблення генерального плану здійснюється відповідно до вимог будівельних норм і правил, а також сучасних санітарних, протипожежних та екологічних вимог.

#### 3.1 Загальна характеристика генерального плану підприємства

Генеральний план підприємства передбачає комплексне вирішення питань щодо розміщення виробничих, допоміжних і складських будівель, транспортних комунікацій та інженерних мереж на території підприємства. При цьому враховують технологічну схему виробництва, характер вантажопотоків, санітарно-гігієнічні вимоги, пожежну безпеку та перспективи подальшого розвитку підприємства. Раціональне планування території дозволяє забезпечити безперервність технологічного процесу, зменшити довжину транспортних комунікацій та підвищити ефективність роботи підприємства.

Площа ділянки для будівництва зернопереробного підприємства повинна відповідати певним вимогам. Територія повинна мати мінімальні розміри з урахуванням раціональної щільності забудови та можливості розширення виробництва у майбутньому.

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.П.2.2			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розділ 3	Літ	Аркуш	Аркушів
Розробив	Токарь О.Г.						20	
Керівник	Волощенко О.С.							
Консультант								
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.							
						ОНТУ, ЗТЗ-41а		

Поверхня майданчика повинна бути відносно рівною з невеликим ухилом 0,001...0,003 для забезпечення відведення поверхневих вод. Рівень ґрунтових вод має бути нижчим за рівень закладання фундаментів та підземних комунікацій. Важливим є також зручне транспортне сполучення з автомобільними дорогами та залізничними коліями. Планування території не повинно вимагати виконання значного обсягу земляних робіт.

При проектуванні генерального плану підприємства будівлі та споруди розміщують відповідно до вимог технологічного процесу. Рух сировини і готової продукції організовується у послідовному напрямку без зустрічних потоків. Територія підприємства поділяється на виробничу, складську та допоміжну зони. Виробничу зону розміщують у центральній частині підприємства, складську – поблизу транспортних комунікацій, а допоміжні приміщення – у зручних для обслуговування місцях. Будівлі розміщують з урахуванням напрямку пануючих вітрів, щоб зменшити вплив пилу та шуму на житлові території.

Підприємства зернопереробної промисловості відносяться до підприємств із виробничими шкідливими факторами, такими як пил, шум та вібрація. Тому при проектуванні генерального плану передбачають санітарно-захисну зону між підприємством і житловою забудовою не менше 100 м. Відстані між будівлями визначають відповідно до протипожежних та санітарних норм. Санітарні розриви між будівлями приймають не менше висоти будівлі, що стоїть навпроти, для забезпечення природного освітлення та вентиляції.

Виробничі будівлі зернопереробних підприємств розміщують на відстані один від одного не більше 15 м при ширині будівлі до 18 м. При більшій ширині будівель необхідно забезпечити під'їзд пожежних машин з двох сторін. На підприємствах площею понад 5 га передбачають не менше двох в'їздів. До пожежних водойм облаштовують під'їзні майданчики розміром не менше 12×12 м. Пожежні гідранти розміщують уздовж

автомобільних доріг на відстані не більше 2,5 м від краю проїжджої частини, але не ближче 5 м від стін будівель.

Благоустрій території підприємства передбачає озеленення території, що дозволяє зменшити пилове забруднення, покращити мікроклімат та створити сприятливі умови праці. Підземні інженерні мережі прокладають поза проїжджою частиною автомобільних доріг для забезпечення безпеки та зручності експлуатації.

Проект борошномельного заводу розроблений з урахуванням кліматичних умов району будівництва. Розрахункова зимова температура становить мінус 20 °С, сейсмічність району – до 6 балів. Клас будівлі прийнятий II, ступінь вогнестійкості – II. Категорія виробництва за вибухопожежною небезпекою для розмелювального відділення – Б, для зерноочисного відділення – В.

### 3.2 Архітектурно-будівельні рішення

Будівля борошномельного заводу шостиповерхова. Висота першого поверху зерноочисного відділення становить 6,1 м, висота інших поверхів – 4,8 м. Загальна висота будівлі становить 30,1 м. Розміри будівлі в плані складають 64,6×18 м. Сітка колон – 6×6 м. Будівля каркасного типу із збірного залізобетону.

Фундаменти будівлі монолітні залізобетонні стаканного типу. Глибина закладання фундаменту становить 2,6 м. Під силосною частиною передбачений фундамент у вигляді монолітної плити. Колони будівлі виконані із збірного залізобетону. Ригелі також збірні залізобетонні. Перекриття виконані із збірних залізобетонних плит.

Зовнішні стіни будівлі виконані із панелей товщиною 200 мм із легкого бетону. Внутрішні перегородки цегляні. Шви між панелями герметизують цементним розчином. Температурний режим у виробничих приміщеннях підтримується на рівні +13...+16 °С, відносна вологість становить 60–62 %.

Покрівля будівлі суміщена рулонна із захисним шаром. Для гідроізоляції використовують рулонні матеріали на бітумній мастиці. Ухил покрівлі прийнято 1:1,5.

Вікна будівлі дерев'яні розмірами 3000×2300 мм. У виробничих приміщеннях передбачені самозачинні двері. Евакуаційні двері відкриваються назовні. Ширина дверей становить 1,5 м, висота — 2,4 м.

Сходи будівлі виконані із збірних залізобетонних елементів. Ширина сходових маршів становить 1,2 м. У будівлі передбачено одну сходову клітину, пасажирський і вантажний ліфти, а також зовнішні пожежні сходи.

Водопостачання підприємства здійснюється від міської водопровідної мережі. Додатково передбачена свердловина для часткового забезпечення підприємства водою. Каналізація господарсько-побутова з підключенням до міської каналізаційної мережі.

Джерелом тепlopостачання є котельня з трьома котлами типу ДКВР 10/13. Опалення здійснюється за рахунок підігріву припливного повітря. Температура у виробничих приміщеннях становить від +13 до +16 °С. У диспетчерській температура підтримується на рівні +20 °С.

Вентиляція виробничих приміщень механічна. Всі установки мають централізоване керування та прилади контролю. Таким чином, архітектурно-будівельні рішення забезпечують надійність конструкції будівлі, безпечні умови експлуатації та ефективну роботу технологічного обладнання підприємства.

## РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 4.1. Наукове обґрунтування

#### Огляд виробництва борошна у світі та в Україні

Борошномельна промисловість є однією з базових галузей світової харчової індустрії, оскільки забезпечує населення основним продуктом переробки зерна – борошном, яке є сировиною для виробництва хлібобулочних, макаронних та кондитерських виробів. Світове виробництво борошна характеризується стабільно високими обсягами, що безпосередньо пов'язано зі зростанням населення, урбанізацією та підвищенням попиту на продукти глибокої переробки зерна.

На міжнародному рівні лідерами виробництва та експорту борошна є країни з потужною зернопереробною інфраструктурою, зокрема Туреччина, Китай, Індія, США та країни Європейського Союзу. Особливої уваги набуває Туреччина, яка завдяки розвиненій переробній промисловості та вигідному географічному положенню є найбільшим у світі експортером пшеничного борошна. Високий рівень концентрації виробництва у цих країнах забезпечується використанням сучасних автоматизованих млинів, інтегрованих у глобальні логістичні ланцюги постачання зерна та готової продукції. Світова тенденція розвитку галузі полягає у переході до високотехнологічних виробництв із використанням цифрового контролю процесів, енергоощадних технологій та систем простежуваності якості продукції.

Ключовими напрямками розвитку світового борошномельного виробництва є підвищення ефективності використання зернової сировини, зменшення втрат під час переробки, виробництво функціональних та збагачених видів борошна, а також інтеграція принципів сталого розвитку.

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.ІІ.2.2			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Токарь О.Г				Розділ 4	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Волошенко О.С.						24	
Консультант					ОНТУ, ЗТЗ-41а			
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.							

Значна увага приділяється екологічності виробництва, зниженню енергоспоживання та автоматизації технологічних процесів.

В Україні борошномельна промисловість традиційно займає важливе місце в структурі агропромислового комплексу. Країна має значний сировинний потенціал завдяки великим обсягам виробництва пшениці та жита, що створює сприятливі умови для розвитку внутрішньої переробки зерна. Станом на останні роки обсяг виробництва борошна в Україні становить близько 1,5-2,3 млн тонн на рік залежно від кон'юнктури ринку та умов виробництва. При цьому приблизно третина продукції припадає на великі промислові підприємства, які забезпечують основну частку організованого ринку.

Галузь в Україні характеризується поступовою модернізацією виробничих потужностей, незважаючи на складні економічні умови та наслідки воєнних дій. Відбувається відновлення та запуск нових зернопереробних підприємств, впровадження сучасного обладнання, а також підвищення рівня автоматизації технологічних процесів. Провідними підприємствами залишаються великі млини, які здійснюють промислову переробку зерна та забезпечують стабільні поставки продукції на внутрішній ринок.

Важливою тенденцією розвитку української борошномельної галузі є зростання ролі середніх та малих млинів, які орієнтуються на локальні ринки та виробництво продукції під конкретні потреби споживачів. Одночасно спостерігається посилення вимог до якості та безпечності продукції відповідно до міжнародних стандартів, що стимулює впровадження систем управління якістю, зокрема HACCP.

Таким чином, світове виробництво борошна характеризується високим рівнем технологічного розвитку та глобалізацією ринку, тоді як українська борошномельна промисловість перебуває на етапі модернізації та адаптації до міжнародних стандартів. Подальший розвиток галузі в Україні пов'язаний

із впровадженням інноваційних технологій, підвищенням енергоефективності виробництва та розширенням експортного потенціалу.

### **Світове виробництво**

Станом на останні роки світове виробництво пшениці становить близько 800-842 млн тонн на рік, що формує основу для масштабного виробництва борошна. У 2024 році глобальний обсяг виробництва пшениці оцінювався приблизно у 799 млн тонн, а загальний обсяг виробництва пшеничного борошна у світі досяг близько 740 млн тонн у 2023 році.

Провідними країнами-виробниками пшениці є Китай, Індія, США та Франція. Китай та Індія разом забезпечують понад третину світового виробництва зерна, що значною мірою визначає структуру світового ринку борошна. Значну роль також відіграє Європейський Союз, який є одним із найбільших регіональних виробників борошномельної продукції (понад 100 млн тонн щорічно).

Окрему роль у світовій торгівлі відіграє Туреччина, яка є найбільшим експортером пшеничного борошна завдяки розвиненій переробній інфраструктурі та імпортно-орієнтованій моделі забезпечення сировиною.

### **Виробництво в Україні**

Україна є одним із важливих гравців світового зернового ринку та входить до топ-10 світових експортерів пшениці. У 2024-2026 роках обсяг виробництва пшениці в Україні коливається в межах 22-23 млн тонн на рік .

Виробництво борошна в Україні становить приблизно 1,5-2,3 млн тонн щорічно, залежно від врожайності зернових, внутрішнього попиту та експортної кон'юнктури. Основна частина продукції використовується на внутрішньому ринку, тоді як частка експорту є відносно невеликою у порівнянні із сировинним експортом зерна.

Експерти аграрного ринку відзначають зміни у виробництві та експорті борошна в Україні, що формують нові інвестиційні можливості в секторі переробки зерна.

За даними ІА «АПК-Інформ», 14 найбільших виробників — членів Спілки «Борошномели України» — у 2025 році виробили 527,2 тис. тонн борошна.

Таблиця 4.2. Найбільші виробники борошна в Україні

№ п/п	Назва підприємства	Вироблено борошна в Україні за рік, тонн			
		2025	2024	2023	2022
1	ТОВ "ВІННИЦЬКИЙ КХП № 2"	110 343	112 202	113 843	120 219
2	ТОВ"СТОЛІЧНИЙ МЛИН"	91 600	98 722	102 562	93 223
3	ТОВ "ДМК Дніпромлин"	53 268	54 366	53 450	67 280
4	ТОВ ВКФ"РОМА"	47 864	47 129	52 111	59 910
5	ТОВ «ТК «НОВАТОРГ»	41 190	44 499	46 613	47 837
6	ПАТ "РІВНЕ-БОРОШНО"	33 780	31 845	29 161	33 806
7	ТОВ"ТД "ЗЕРНАРІ"	32 297	27 366	27 946	33 633
8	HD-group	25 423	39 547	55 225	59 571
9	ТОВ "ЕЛЬДОРАДО"	24 954	21 225	24 942	18 031
10	ПрАТ "Черкаський КХП"	22 485	18 808	17 013	20 293
11	ТОВ«ДИКАНЬКА МЛИН»	17 256	22 080	22 150	17 959
12	ТОВ "Ньюсфера"	14 406	15 180	13 344	12 454
13	КХП "Білоцерківхлібопродукт"	7 449	10 515	13 308	17 749
14	ТОВ"Агро-Юг-Сервіс"	4 852	4 740	12 211	5 505
РАЗОМ, тис. тонн		527 167	548 224	583 879	607 470

Найбільшим виробником у 2025 році залишився «Вінницький комбінат хлібопродуктів № 2», частина групи «Укрпромінвест-Агро», який виробив

понад 107 тис. тонн борошна – найбільший обсяг серед українських підприємств.

В Україні функціонують як великі промислові млини, так і середні та малі підприємства. Великі підприємства забезпечують основну частку організованого ринку, тоді як малі млини орієнтовані на локальні потреби та індивідуальні замовлення.

### **Тенденції розвитку галузі**

Світова борошномельна промисловість характеризується такими ключовими тенденціями:

- автоматизація та цифровізація виробничих процесів;
- підвищення енергоефективності обладнання;
- розвиток виробництва функціонального та збагаченого борошна;
- інтеграція систем простежуваності якості продукції.

В Україні основними напрямками розвитку є модернізація виробничих потужностей, впровадження сучасного обладнання, підвищення рівня переробки зерна всередині країни та зменшення залежності від експорту сировини.

### **Аналіз сучасних технологій виробництва борошна**

Раніше борошномельні підприємства оснащувалися переважно морально застарілим обладнанням, яке характеризувалося значними втратами зерна, низьким рівнем автоматизації та підвищеними витратами електроенергії. Технологічні процеси очищення зерна здійснювалися за допомогою окремих машин, що займали значні виробничі площі та потребували значних трудових ресурсів. Крім того, якість отриманого борошна та круп значною мірою залежала від людського фактору, що ускладнювало стабільність виробництва.

Сучасні млини, оснащені обладнанням фірми «ОЛІС», відрізняються комплексним підходом до переробки зерна. Новітні технологічні лінії передбачають використання комбінованих машин, які одночасно виконують кілька операцій – очищення, сортування, калібрування та підготовку зерна до

помелу. Це дозволяє значно скоротити виробничі площі, підвищити продуктивність та зменшити витрати електроенергії.

Особливістю сучасних технологій є також автоматизація процесів переробки зерна. Використання систем автоматичного контролю дозволяє постійно контролювати якість сировини, регулювати режими помелу та забезпечувати стабільний вихід готової продукції. Завдяки цьому значно підвищується якість борошна та круп, а також зменшуються втрати зерна під час переробки.

Для підтвердження доцільності вибору проведено порівняльну характеристику світових та вітчизняних лідерів машинобудування.

Таблиця 4.1 Порівняльна характеристика світових та вітчизняних лідерів машинобудування

Виробник	Країна	Технологічний рівень	Економічна доцільність для проекту
Bühler	Швейцарія	Еталонний (IoT, AI)	Низька (надвисока вартість та сервіс)
ocrim	Італія	Преміальний	Середня (висока вартість логістики)
Alapala	Туреччина	Високий	Середня (залежність від імпортованих комплектуючих)
ОЛІС	Україна	Високий	Максимальна (оптимальна ціна, сервіс, адаптивність)
ugur	Туреччина	Середній	Середня (стандартні рішення)

Проведений аналіз свідчить, що для умов реалізації даного проекту найбільш раціональним є використання обладнання компанії «ОЛІС», яке поєднує сучасний технологічний рівень із високою економічною

ефективністю. Важливими перевагами є доступність сервісного обслуговування, можливість оперативного постачання запасних частин, адаптація обладнання до особливостей української сировинної бази та нижча вартість порівняно з провідними європейськими аналогами.

Порівняно з традиційними технологіями, сучасні млини забезпечують більш ефективне використання зерна, підвищений вихід борошна вищих сортів та можливість виробництва різних видів круп. Крім того, новітнє обладнання дозволяє здійснювати гнучке налаштування технологічного процесу залежно від виду зерна та вимог до готової продукції.

Таким чином, будівництво млина з використанням сучасного обладнання фірми «ОЛІС» є науково обґрунтованим рішенням, що забезпечує підвищення ефективності переробки зерна, покращення якості борошна та круп, зниження енергетичних витрат і підвищення конкурентоспроможності підприємства в сучасних умовах розвитку борошномельної промисловості.

#### **4.2. Вимоги до показників якості сировини та розрахунок помельної партії**

Якість зерна пшениці є визначальним фактором для ефективного виробництва борошна та виробів з нього. Вона регламентується чинними стандартами України, зокрема ДСТУ 3768:2019 «Пшениця. Технічні умови», який встановлює нормативи для м'якої та твердої пшениці, призначеної для продовольчих і непродовольчих цілей, а також для експорту. Цей стандарт визначає вимоги до фізичних, біохімічних та технологічних показників зерна, включаючи безпечність та якість. Зерно м'якої пшениці класифікують на чотири класи, твердої - на п'ять, і при невідповідності хоча б одному з показників воно може бути переведене до нижчого класу або визнане нестандартним. Пшениця, яка втратила природний колір через несприятливі умови вирощування, зберігання чи збирання, відноситься до знебарвленої та оцінюється за ступенем знебарвлення.

Технологічні властивості зерна визначають його придатність до переробки та впливають на вихід і якість борошна. Для оцінки цих властивостей застосовується класифікація на три основні групи показників. Перша група - це показники загального стану зернової маси. До них відносять фізичні характеристики зерна, зокрема органолептичні показники (смак, колір, запах), наявність зернових та сміттєвих домішок, пророслих зерн, пошкоджених клопом-черепашкою, зараженість шкідниками та вологість зерна.

Ці показники дозволяють оцінити безпечність сировини та відповідність її санітарно-гігієнічним вимогам. Оцінка стану зерна на цьому етапі є важливою, оскільки від цього залежить ефективність технологічного процесу подальшого помелу та якість кінцевого продукту.

Друга група показників характеризує борошномельні властивості зерна, які визначають здатність зерна до подрібнення та якість отриманого борошна. Первинні, або непрямі, показники цієї групи включають фізичні параметри зерна: тип і сорт, геометричні характеристики (довжина, ширина, товщина), об'єм, площа зовнішньої поверхні, сферичність, співвідношення анатомічних частин (вміст ендосперму), крупність, вирівняність за розмірами, натуру, масу 1000 зерен, склоподібність, щільність та вологість перед помелом.

Біохімічні первинні показники включають вміст крохмалю, золи та клітковини, а також умовну білизну ендосперму. Вторинні, або прямі, показники відображають безпосередню ефективність переробки: крупоутворюючу здатність, загальне вилучення та зольність борошна, результати лабораторного 70-процентного помелу, крупність і дисперсний склад борошна, а також питомі енерговитрати на подрібнення зерна. Комплексне визначення цих показників дозволяє прогнозувати вихід та якість борошна, а також оптимізувати режими роботи мукомельного обладнання.

Третя група показників характеризує споживчі властивості зерна та борошна, визначаючи їх придатність для хлібопекарської, макаронної та кондитерської промисловості. Первинні показники включають біохімічні властивості зерна: вміст білка, крохмалю, цукрів, ліпідів та клейковини, якість клейковини (ІДК), розтяжність, число падіння, кислотність, амілолітичну та протеолітичну активність, седиментацію. Біохімічні показники борошна враховують пошкодження крохмальних зерен, цукроутворюючу, газоутворюючу та газоутримуючу здатність, автолітичну та лугоутримуючу активність, а також дисперсність. Вторинні, або прямі, показники включають загальні властивості тіста, такі як водопоглинальна та водоутримуюча здатність, характеристики тіста за фаринографом, альвеографом, міксолабом і міксографом, а також цільові показники пробної випічки хліба, макаронів і кондитерських виробів: об'єм, пористість, форма, міцність та органолептичні характеристики.

Формування помельних партій зерна є ключовим етапом підготовки до помелу, оскільки визначає стабільність технологічного процесу та хлібопекарські властивості борошна. Ефективне формування партій досягається підбором та змішуванням компонентів зерна з урахуванням типу, сорту, склоподібності, вмісту та якості клейковини, вологості та біологічної змішувальної цінності, яка характеризує здатність окремих партій покращувати властивості суміші при змішуванні з зерном нижчої якості. Для цього здійснюють роздільне зберігання зерна різних партій, визначають обсяг помельної партії та складають рецептуру суміші, проводять роздільну підготовку компонентів і формують партію після основного етапу кондиціонування.

Оптимальна якість сформованої партії забезпечується при склоподібності 45–55 %, зольності 1,60–1,75 % та вмісті клейковини не менше 22 %. Формування помельних партій дозволяє стабілізувати якість зерна, раціонально використовувати ресурси та покращити хлібопекарські властивості борошна. Підбір співвідношення компонентів суміші може

здійснюватися інтуїтивно, на основі досвіду технолога; розрахунково, із застосуванням середньозважених показників якості; або з використанням комп'ютерних програм для багатокomпонентних сумішей.

Метод зворотних пропорцій ефективний для дво- або трьохкомпонентних сумішей. При його застосуванні кількість кожного компоненту визначається обернено пропорційно до різниці між значенням його показника в початковій партії та заданим значенням для помольної партії. Дефектне зерно не включається, а зерно зниженої якості допускається до 10 % без погіршення якості продукції. Використання цього методу дозволяє досягти стабільної якості борошна та високої ефективності технологічного процесу, забезпечуючи готову продукцію з високими хлібопекарськими характеристиками.

За завданням необхідно скласти методом зворотних пропорцій помольну партію із вмістом клейковини 22 % з двох компонентів:

вміст клейковини у першому – 21 %;

вміст клейковини у другому – 24 %.

Розрахунок помольної партії з двох компонентів наведено у табл. 4.3.

Таблиця 4.3. Розрахунок помольної партії з двох компонентів

Елементи розрахунку	Компоненти суміші		Помольна партія
	перший	другий	
Вміст клейковини %	21	24	22
Відхилення від заданого у помольної партії при змішуванні компонентів:	$22-21=1$	$24-22=2$	
Число частин кожного компоненту в суміші:	2	1	3
Вміст компонентів помольної партії %	67	33	100

$$\text{Перевірка : } (21 \cdot 67 + 24 \cdot 33) / 100 = 22 \%$$

Для отримання помольної партії із вмістом клейковини 22 % необхідно змішати 67 % першій партії зерна та 33 % другої.

### 4.3. Обґрунтування схеми технологічного процесу

Під час очищення зерна першочергове значення надається максимально можливому видаленню шкідливих домішок із зернової маси. Це пояснюється тим, що використання зерна та продуктів його переробки з перевищенням допустимого вмісту таких домішок може становити небезпеку для здоров'я людини і тварин та призводити до харчових отруєнь.

Вибір способів очищення зерна і відповідного технологічного обладнання ґрунтується на відмінностях фізико-механічних властивостей зерна та домішок. Перевага надається тим методам, які забезпечують найпростіше здійснення процесу очищення за умови досягнення максимальної технологічної та економічної ефективності. Технологічна ефективність очищення визначається відношенням кількості домішок, що видаляються у відходи, до їх початкового вмісту у зерновій масі до очищення.

Ефективність очищення зерна ( $E$ , %) розраховують за формулою:

$$E = (A / (A - B)) \cdot 100 \%,$$

де  $A$  — масова частка домішок у зерні до очищення, кг;

$B$  — масова частка домішок після очищення, кг.

На борошномельні підприємства надходять партії зерна, які суттєво відрізняються за основними показниками якості: склоподібністю, вмістом білка, кількістю та якістю клейковини, а також зольністю. Такі відмінності зумовлені біологічними особливостями сортів зернових культур і різними ґрунтово-кліматичними умовами вирощування.

Склад технологічних операцій очищення та підготовки зерна до помелу, а також їх послідовність визначаються вимогами до якості зерна для конкретного виду помелу та необхідністю оптимізації його технологічних властивостей. Кожна операція виконується із застосуванням спеціалізованого технологічного обладнання. Залежно від типу помелу і прийнятої технологічної схеми нормативні документи передбачають різні варіанти організації зерноочисного відділення.

З метою підвищення ефективності очищення зерна пшениці від смітної і зернової домішок, а також покращення його технологічних властивостей, рекомендується відбирати дрібну фракцію зерна в елеваторах і зерносховищах. При відсутності такої можливості допускається відбір дрібної фракції зерна в зерноочисному відділенні борошномельного заводу. Дрібною вважається фракція пшениці, що проходить через решітне сито з отворами 2,0×20 мм або 2,2×20 мм залежно від крупності пшениці і сходять з сита з отворами 1,7×20 мм. Помітний технологічний ефект можна одержати при виділенні не менше 30 % дрібної фракції, яка знаходиться у вихідному зерні. Для зерна, яке прямує на сортовий помел очищення в підготовчому відділенні складне, оскільки до нього пред'являються жорсткі вимоги за якістю.

Початкові партії зерна з різними показниками якості надходять із зерносховища до зерноочисного відділення послідовно відповідно до рецептури помельної партії. Такі партії зберігають окремо в оперативних бункерах для неочищеного зерна. Їх місткість повинна забезпечувати безперервну роботу підприємства не менше ніж протягом 50 годин, що створює умови для формування проміжних помельних партій із декількох початкових. Зазвичай формують дві або три партії, які відрізняються склоподібністю зерна, що необхідно для диференційованих режимів воднотеплової обробки.

З бункерів через випускні воронки У2-БВВ та ваговий пристрій УРЗ-1 винтовим конвеєром РЗ-БКШ-200 №1 подається у бункер розвантажувач У2-БРО.

Сформовані проміжні партії зерна паралельними або послідовними потоками подаються в магнітних сепараторів БМПО для відділення металоманітних домішок.

Зважування зерна здійснюється на автоматичних вагах АВ-50-3Е, показники яких використовують для оперативного контролю кількості сировини, що надходить на очищення і підготовку до помелу. Зерно, яке

направляється у зерноочисне відділення, повинно відповідати встановленим вимогам якості щодо вмісту смітної, зернової та шкідливої домішок.

Первинне очищення зерна проводять на повітряно-ситових сепараторах ПСО-3 з метою виділення домішок, що відрізняються за геометричними параметрами та аеродинамічними властивостями. При цьому великі домішки відокремлюються сходом із сит, а легкі — у аспіраційних каналах. Нормативна ефективність такого очищення становить не менше 65–75 %.

Зерно, яке прямує в зерноочисительное відділення або зерносховище, повинне відповідати наступним нормам якості:

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

Після цього зерновий потік спрямовується до каменевідбірних машин ОМП-3.0 , де видаляються мінеральні домішки. Попереднє очищення зерна перед цією операцією підвищує ефективність відділення каміння досягає 98-99%. При цьому постійно потрібно стежити за кількістю зерна у відходах не перевищувало 0,05% Далі зерно обробляється у трієрних машинах трієр-вівсюговідбірник ТЦО-700 та трієр-куколевідбірник ТЦК-700 для виділення довгих і коротких домішок, ефективність не повина бути меншою за 80%, після чого проходить магнітні сепаратори БМПО для вилучення металоманітних включень.

Наступним етапом є очищення поверхні зерна в оббивних машинах МБО-6 , ефективність обробки поверхні зерна характеризується зниженням його зольності при обмеженій кількості битих зерен. Зниження зольності зерна в оббивальних машинах з металевим сітчастим циліндром повинно складати 0,01...0,03 % при збільшенні кількості битих зерен не вище 1 %, після чого продукт надходить до аспіраційних каналів КАО-1.0 для видалення пилу та легких частинок. Очищене зерно транспортується шнековим транспортером Ш-160 до бункерів-розвантажувачів У2-БРО через

магнітний сепаратор БМПО подається на машину інтенсивного зволоження МІУ-3. Шнековим транспортером Ш-160 подається до бункерів для відволоження. При необхідності передбачаються операції первинного і вторинного зволоження та відволоження зерна.

Після відволоження паралельні потоки зерна змішують у єдину помельну партію, і подальше очищення здійснюється одним потоком. На етапі вторинного очищення зерно знову обробляється в оббивних машинах і повітряних сепараторах для остаточного видалення дрібних і легких домішок.

Завершальним етапом підготовки є воднотеплова обробка в системах зволоження з короткочасним відволоженням, що підвищує вологість оболонки зерна і зміцнює її. Перед подачею на розмел зерно повторно зважують і пропускають через магнітні сепаратори.

Очищене і підготовлене до помелу зерно зважується на автоматичний вагах АВ-50-3Е і подається на I драну систему розмелювального відділення борошномельного заводу.

Схема технологічного процесу розмелу складається з 5-ти етапів: первинного здрібнення зерна з вимелом оболонкових продуктів (драний процес), сортування проміжних продуктів, збагачення крупок і дунстів, розмелу проміжних продуктів і контролю муки.

Отримані на крупоутворюючих системах проміжні продукти є продуктам 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 оболонки. Після подрібнення крупки, жорсткий і м'який дунст, борошно з I, II др. систем спрямовують на 1 сортувальну систему, а з III др. системи на 2 сортувальну систему.

У розсійниках крупоутворюючих систем одержують також муку, за винятком II драної системи, де бажано одержати найбільшу кількість фракцій проміжних продуктів.

Крупки і дунсти першої якості, отримані на етапах крупоутворення і сортування, збагачують на сьомі ситовіальних системах, що обслуговуються машинами А1-БСО. Крупну крупку збагачують на ситовіальних системах №1, №3, середню на системах №2, №4, суміш дрібної крупки і дунстів на №5, №7, жорсткий дунст збагачують на сито віяльній системі №6. З перших п'яти і з ситовійки №7 збагачені продукти спрямовують на 1 розмельну систему або 1 шліфувальну систему, а сходові повертають на III др. др. та IV др. системи. На сито віяльній машині №2 і №4 передбачене одержання манної крупи, де збагачують середню крупку.

Етап розмелу проміжних продуктів складається з 8 розмельних і 2-х шліфувальних систем, на шліфувальні системи спрямовують тільки збагачені у ситовіальних машинах крупну й середню крупки. На 1-й шліфувальній системі опрацьовують в основному крупну крупку, а середню – на 2-й шліфувальній системі. Всі системи розмелу проміжних продуктів можна розділити на три групи, що відрізняється за якістю, продуктів які на них переробляють.

Для забезпечення стабільної і ефективної роботи мукомельного заводу необхідно приймати при сортових хлібопекарних помелах пшениці такі питомі навантаження на робочі органи основного технологічного устаткування розмельного відділення: на розмельюючу лінію вальцьових верстатів 70...75 кг/см\*добу, на просіювальну поверхню розсійників – 1330 кг/м<sup>2</sup>добу, на робочу ширину сит ситовіальних машин 500...600 кг/см\*добу.

#### 4.4. Розрахунок балансу помелу зерна

**Баланс помелу** — це кількісне або кількісно-якісне вираження рівності між масою продуктів, що надходять на окрему систему (або весь технологічний цикл), та масою продуктів, отриманих на виході. У процесі проектування розрізняють локальні баланси (системи, етапу) та загальний баланс технологічного процесу.

**Алгоритм розрахунку кількісного балансу:** розрахунок базується на технологічній схемі розмелу. У вертикальному стовбці таблиці вказують усі послідовні системи ( від I драної до контролю борошна), а по горизонталі - напрямки руху продуктів, включаючи готову продукцію (борошно за сортами та висівки).

При сортових помелах пшениці на розмел направляють 97,1 % зерна. Складання кількісного балансу помелу розпочинають з етапу крупоутворення продуктів першої якості (I-III драних систем), використовуючи режими, рекомендовані Правилами організації і ведення технологічного процесу на борошномельних заводах. Вимелювання сходових оболонкових продуктів здійснюється на I, IV драних системах, п'яти вимелювальних системах і двох сортувальних системах.

Якісний баланс помелу проектують з врахуванням якості зерна, що переробляються і використовують для характеристики різних потоків чи сортів борошна і висівок і проміжних продуктів по одному чи декільком показникам якості (зольність, вміст білку, клейковини, якість клейковини та інші). В процесі проектування якісного балансу використовують дані, що є в літературі про якість різних потоків борошна, висівок і проміжних продуктів якості.

Середньозважена зольність муки вищого сорту наведена у таблиці 4.4.  
Таблиця 4.4. Розрахунок середньозваженої зольності борошна вищого сорту.

Система	Вилучення муки	Зольність муки	Золовідсотки
	$a_i, \%$	$z_i, \%$	$a_i \times z_i, \%/ \%$
III др.кр.с.	1,9	0,72	1,37
III др. др.с.	1,2	0,79	0,95
Сорт.1	11	0,55	6,05
Шл. 1	2,5	0,59	1,48
Шл. 2	3,1	0,62	1,92
1 р.с.	14,7	0,51	7,50
2 р.с.	12,8	0,52	6,66
3 р.с.	3,2	0,62	1,98
Контроль Борошна	50,4	0,55	27,90

Схід з контролю	0,4	0,8	0,32
Готова продукція	50	0,55	27,58

Таблиця 4.5. Розрахунок середньозваженої зольності борошна першого сорту.

Система	Вилучення муки	Зольність муки	Золовідсотки
	$a_i, \%$	$z_i, \%$	$a_i \times z_i, \%\%$
I др.с.	1,5	0,65	0,98
IV др.с.кр.	1,4	0,81	1,13
IV др. др.с	1,8	0,91	1,64
Сорт.2	1,0	0,59	0,59
Сорт.3	3,3	0,83	2,74
Сорт.4	1,9	1,05	2,00
4 р.с	3,8	0,72	2,74
5 р.с	4,4	0,81	3,56
6 р.с	2,9	0,85	2,47
7 р.с	1,8	0,95	1,71
8 р.с	1,7	1,05	1,79
Контроль борошна	28,3	0,75	21,33
Схід з контролю	0,3	1,2	0,36
Готова продукція	28	0,75	20,97

Таблиця 4.6. Розрахунок середньозваженої зольності висівок

Система	Вилучення висівок	Зольність висівок	Золовідсотки
	$a_i, \%$	$z_i, \%$	$a_i \times z_i, \%\%$
вим 2	4,1	5,0	20,5
вим.3	7,5	5,6	42,0
сорт.4	1,5	4,4	6,6
4 р.с	1,0	4,0	4,0
7 р.с	1,0	4,5	4,5
8 р.с	4,0	5,0	20,0
Готова продукція	19,1	5,11	97,6

Знаючи з характеристик сировини зольність зерна, що надходить на перероблення, визначають зольність висівок, % за формулою:

$$Z_B = \frac{(a_{\epsilon} \cdot z_{\epsilon} + a_{1.c.} \cdot z_{1.c.} + a_{2.c.} \cdot z_{2.c.})}{a_{\epsilon}}$$

де  $A_z$ ,  $a_{в.с.}$ ,  $a_{1.c.}$ ,  $a_{2.c.}$ ,  $a_{в.}$  – відповідно кількість зерна, борошна вищого, першого, другого сорту та висівок, %;  $Z_z$ ,  $Z_{в.с.}$ ,  $Z_{2.c.}$ ,  $Z_{кр.м.}$ ,  $Z_{в.}$  – зольність зерна, борошна вищого, першого, другого сорту та висівок, %.

$$Z_B = (19,1 \cdot 5,11 + 50,0 \cdot 0,55 + 28,0 \cdot 0,75) / 97,1 = 1,50 \%$$

#### 4.5. Підбір та розрахунок технологічного обладнання

Продуктивність заводу складає 230 т/доб. При розрахунку і підборі технологічного устаткування підготовчого відділення виробничу потужність на етапі первинного очищення зерна підвищуємо на 10...20 % з метою забезпечення стабільності розмельного відділення.

$$Q_1 = Q \cdot k, \quad (4.1)$$

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

$Q$  - виробнича потужність заводу ( $Q = 230$  т/доб)

$k$ - коефіцієнт підвищення виробничої потужності  $k=1,2$ .

$$Q_1 = 230 \cdot 1,2 = 276 \text{ т/доб.}$$

Очищення зерна здійснюється двома потоками рівної продуктивності.

*Бункери для неочищеного зерна.*

Місткість бункерів для неочищеного зерна на мукомельних заводах з високопродуктивним устаткуванням повинна забезпечити безперебійну роботу заводу не менше, чим на 30 г.

Число бункерів для неочищеного зерна кожного потоку 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 потужність заводу (Q = 230 т/доб);

t – час знаходження зерна в бункерах, година;

$\gamma$  - об'ємна маса зерна (0,75 т/м<sup>3</sup>);

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

s – площа поперечного перетину бункера (a – 3 м, б – 3 м)

h – висота бункера (висота рівна двом поверхам 9,6 м)

$$N = \frac{230 * 35}{24 * 0,75 * 0,85 * 9,6 * 3 * 3} = 6,1 \text{ шт}$$

Приймаємо 6 бункерів для неочищеного зерна.

Ємкість бункерів визначаємо за формулою:

$$V_6 = \frac{Q * t}{24 * N}$$
$$V_6 = \frac{230 * 35}{24 * 6,1} = 55 \text{ т}$$

*Бункери для воднотеплової обробки зерна.*

Режими вибираємо згідно з «Правилами...». Проектуємо два етапи воднотеплової обробки: перший – основний; другий – додатковий.

1 етап. Приріст вологи (для зерна зі склоподібністю 40 %, початковою вологістю 11-13,5 %) дорівнює 1,5-2,5 % час відволоження – 8-10ч.

Приріст вологи (для зерна з склоподібністю 55%, початковою вологістю 11-13,5 %) складає 2,5-3,0 % час відволоження – 10-12 год.

Число бункерів для першого етапу відволожування

$$N = \frac{115 * 10}{24 * 0,75 * 0,85 * 9,6 * 1,5 * 1,5} = 3,48 \text{ шт.}$$

Приймаємо 4 бункери для першого потоку на 1 етап відволожування.

$$B_6 = \frac{115 * 10}{24} = 48 \text{ т}$$

$$N = \frac{115 * 12}{24 * 0,75 * 0,85 * 9,6 * 1,5 * 1,5} = 4.18 \text{ шт.}$$

Приймаємо 6 бункерів для другого потоку на 1 етап відволожування.

Виходячі зі стандартних розмірів будівельних конструкцій для першого етапу відволоження для двох потоків зерна приймаємо 18 бункерів.

$$B_6 = \frac{115 * 12}{24} = 58 \text{ т}$$

Число бункерів для другого етапу відволожування.

2 етап. Приріст вологи (для зерна з склоподібністю 55%, початковою вологістю 11-13,5 %) складає 1,0-1,5 % час відволоження – 3-4ч.

Приріст вологи (для зерна з склоподібністю 40%, початковою вологістю 11-13,5 %) складає 1,0-1,5 % час відволоження – 2-3год.

$$N = \frac{230 * 4}{24 * 0,75 * 0,85 * 9,6 * 1,5 * 1,5} = 2.78 \text{ шт.}$$

Приймаємо 3 бункери для другого етапу відволожування.

Виходячі зі стандартних розмірів будівельних конструкцій для другого етапу відволоження зерна приймаємо 6 бункерів.

$$B_6 = \frac{230 * 4}{24} = 38 \text{ т}$$

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

$$N = \frac{230 * 0,5}{24 * 0,75 * 0,85 * 4,8 * 1,5 * 1,5} = 0,70 \text{ шт.}$$

Приймаємо 1 бункер для відволоження зерна перед 1 драною системою.

Ємкість бункера визначаємо за формулою:

$$V_b = \frac{230 * 0,5}{24} = 4,8 \text{ т}$$

Все технологічне обладнання зерноочисного відділення борошномельного заводу розраховують за формулою (5.4):

$$n = \frac{Q_1}{24 * Q_m},$$

де,  $Q_m$  – продуктивність машини, т/г.

$Q_1$  – виробнича потужність підготовчого відділення, прийнята для розрахунку технологічного устаткування ( $Q_1 = 276$  т/доб).

Оскільки продуктивність заводу дорівнює 230 т/доб, то підготовку і очищення зерна проектують двома потоками рівної продуктивності.

Продуктивність одного потоку (з урахуванням коефіцієнта запасу) приймають рівною 138 т/доб (табл. 5.3.).

Автоматичні ваги АД-50-3Э розраховують за формулою:

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

де,  $m$  – маса продукту зважування за один раз, 50кг;

$k$  – швидкість зважування ( 2 зваж / хв. ).

Таблиця 4.7. Розрахунок кількості обладнання у зерноочисному відділенні

Найменування технологічного устаткування	Продуктивність заводу (потоку), т/доб	Продуктивність машини, т/год	Розрахункова кількість машин	Прийня те число машин на один потік, шт	Місце розташування	Призначення
Сито-повітряний сепаратор ПСО-3	138	6	0.96	1	5 поверх	Очистка від смітної, зернової, мінеральної домішок
Каменевідбірник ОМП-3.0	138	6	0.96	1	4 поверх	Виділення мінеральних домішок
Трієр-кукелевідбірник ТЦК-700	138	6	0.96	1	3 поверх	Очистка від кукілю
Трієр-вівсюговідбірник ТЦО-700	138	6	0.96	1	3 поверх	Очистка від вівсюга
Магнітний сепаратор БМПО	138	6	0.96	1	Перед машинами ударно-стираючої дії	Очистка від металомагнітної домішки
Оббивна машина МБО-6	138	6	0.96	1	2 поверх	Очистка поверхні зерна
Аспіраційна колонка КАО- 1.0	138	5	1.15	1	2 поверх	Видалення легкої домішки
Машина інтенсивного зволоження МІУ-3	138	6	0.96	1	5 поверх	Волого-теплова обробка зерна
Оббивна машина МБО-6	250	6	1.6	2	5 поверх	Видалення легкої домішки
Повітряний сепаратор КАО-1.0	250	9	1.15	1	3 поверх	Волого-теплова обробка зерна
Машина інтенсивного зволоження МІУ-3	250	9	1.15	1	6 поверх	Волого-теплова обробка зерна

$$N1=N2 = \frac{138 * 1000}{24 * 60 * 50 * 2} = 0,96 \text{ шт.}$$

Приймаємо одну машину АД-50-3Э на кожний потік

$$n = \frac{230 * 1000}{24 * 60 * 50 * 2} = 1,6 \text{ шт.}$$

Приймаємо дві машини АД-50-3Э

Таблиця 4.8. Розрахунок вальцьової лінії

Система	Балансове навантаження на систему		Нормативне навантаження на 1 см вальцьової лінії, кг/см*доб	Довжина вальцьової лінії, см		Прийнята кількість верстатів	Фактичне навантаження на 1 см вальцьової лінії, кг/см*доб
	%	кг/доб		Розрахункова	Фактична		
I др.с.	97,1	223330	750	298	300	1,5	704
II др.с.	67,1	154330	600	257	300	1,5	486
III др.кр.с.	20,1	46230	350	132	200	1	291
III др.др.с.	17,0	39100	250	156	200	1	247
IV др.кр.с.	11,5	26450	250	106	200	1	167
IV др.др.с.	11,3	25990	220	118	100	0,5	164
1 шл.	9,9	22770	250	91	100	0,5	287
2 шл.	9,8	22540	225	100	100	0,5	284
1 р.с.	23,4	53820	230	234	400	2	170
2 р.с.	20,0	46000	200	230	400	2	145
3 р.с.	13,7	31510	230	137	200	1	199
4 р.с.	12,4	28520	200	143	200	1	180
5 р.с.	10,1	23230	200	116	200	1	145
6 р.с.	7,3	16790	200	84	100	0,5	106
7 р.с.	6,6	15180	250	61	100	0,5	191
8 р.с.	5,6	12880	200	64	100	0,5	165
Всього					3200	16,0	

Приймаємо 16 вальцьових верстатів марки ВСМ-1000.

Проводимо розрахунок фактичного середнього питомого навантаження на загальну довжину вальцьової лінії.

$$G=230*1000/3200= 72 \text{ кг/см*доб}$$

Фактичне питома навантаження на вальцьову лінію не перевищує рекомендовані значення 70-75 кг/см\*доб

Таблиця 4.9. Розрахунок просіючої поверхні

Система	Балансове навантаження на систему		Нормативне навантаження на 1 секцію розсійника, т/доб	Кількість секцій			Фактичне навантаження на 1 секцію розсійника, т/доб
	%	кг/доб		Розрахункова	Фактична площа	число секцій	
I др.с.	97,1	223330	75	3,0	16,5	3	70
II др.с.	67,1	154330	60	2,6	16,5	3	49
III др.кр.с.	20,1	46230	55	0,8	5,5	1	29
III др.др.с.	17,0	39100	30	1,3	5,5	1	25
IV др.кр.с.	11,5	26450	33	0,8	5,5	1	33
IV др.др.с.	11,3	25990	30	0,9	5,5	1	33
сорт. 1	32,0	73600	30	2,5	16,5	3	23
сорт. 2	9,5	21850	45	0,5	5,5	1	28
сорт. 3	5,3	12190	35	0,3	5,5	1	15
сорт. 4	4,2	9660	35	0,3	5,5	1	12
1 шл.	9,9	22770	30	0,8	5,5	1	29
2 шл.	9,8	22540	30	0,8	5,5	1	28
1 р.с.	23,4	53820	40	1,3	11	2	34
2 р.с.	20,00	46000	40	1,2	11	2	29
3 р.с.	13,7	31510	35	0,9	5,5	1	20
4 р.с.	12,4	28520	30	1,0	5,5	1	18
5 р.с.	10,1	23230	20	1,2	5,5	1	15
6 р.с.	7,3	16790	20	0,8	5,5	1	21
7 р.с.	6,6	15180	25	0,6	5,5	1	19
8 р.с.	5,6	12880	25	0,5	5,5	1	17
Контр.вс	50,4	115920	80	1,4	11	2	59
контр 1с	28,3	65090	40	1,6	11	2	59
Всього						32	

Площа однієї секції 4-секційного розсійника марки РМО-4 складає 5,5 м<sup>2</sup>. Приймаємо 8 розсійників марки РМО-4: 7 на основний процес, 1 – для контролю борошна.

Проводимо розрахунок питомого навантаження на просіюючі поверхню :

$$G=230*1000/(32*5,5)=1306 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{доб}$$

Фактичне навантаження на просіючу поверхню розсійників не перевищує рекомендовані 1330-1400 кг/м<sup>2</sup> доб

Таблиця 4.10. Розрахунок ситовіальної поверхні.

Система	Балансове навантаження на систему		Нормативне навантаження на 1 см ширини сита, кг/доб	Ширина приймального сита, см		Прийнята кількість ситовійок	Фактичне навантаження на 1 см ширини сита, кг/доб
	%	кг/доб		Розрахункова	Фактична		
СВ.1 (кр.кр.)	11,0	25300	600	42	80	1	399
СВ.2 (ср.кр.)	8,5	19550	500	39	40	0,5	223
СВ.3 (кр.кр.)	7,0	16100	600	27	40	0,5	368
СВ.4 (ср.кр.)	4,1	9430	500	19	40	0,5	215
СВ.5 (м.кр.)	14,1	32430	400	81	80	1	370
СВ.6 (дунст)	11	25300	300	84	80	1	289
СВ.7 (ср.кр.)	5,0	11500	400	29	40	0,5	263
Всього					400	5	

Розраховуємо фактичне питома навантаження на ситовіальну поверхню

$$G_B=230*1000/400=575 \text{ кг/см} \cdot \text{доб}$$

Фактичне навантаження на ситову поверхню сито віяльних машин не перевищує рекомендовані значення 500-600 кг/см\*доб.

## **4.6. Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва.**

### **Застосування системи НАССР**

НАССР (Hazard Analysis Control Critical Points) - аналіз ризиків у контрольних критичних точках. Система контролю виробничого процесу, яка визначає етапи, на яких можливе виникнення ризиків, а також спеціальні заходи контролю для забезпечення випуску безпечних харчових продуктів.

Концепцію НАССР можна розглядати в двох варіантах – «НАССР у застосуванні до певного продукту» і «Загальна концепція НАССР». На практиці НАССР застосовують в основному для певних продуктів. Повна концепція НАССР є альтернативним підходом, який здебільшого застосовують підприємства з широким асортиментом продукції. Нині розроблено багато моделей повної концепції НАССР. Вони мають стати основою стандартів, хоча й потребують подальшого вдосконалення урядовими інституціями і промисловістю.

Застосування цих принципів на практиці створює необхідні умови для гарантованого випуску безпечної продукції.

1) Аналіз небезпечних чинників, пов'язаних із виробництвом харчових продуктів, проводиться на всіх стадіях життєвого циклу продукту - від розведення або вирощування до кінцевого споживання, охоплюючи стадії обробки, переробки, зберігання, транспортування та реалізації. Крім того, виявляються умови виникнення небезпечних чинників і вживаються заходи щодо їх контролю на всіх стадіях.

Система НАССР вирізняє три види небезпечних чинників, які можуть вплинути на безпечність продукції: біологічні, хімічні та фізичні.

2) Визначення критичних контрольних точок (точок, де найвища ймовірність виникнення потенційної небезпеки) необхідне для усунення (мінімізації) впливу небезпечних чинників або можливості їх появи.

Система НАССР відносить до контрольних критичних точок передусім ті технологічні операції, які призначені для видалення небезпечного чинника чи зниження його до допустимого рівня. Наприклад, під час виробництва питного молока контрольною критичною точкою є його пастеризація.

Критична контрольна точка в системі НАССР — це не лише перевірка технологічного процесу, а й контроль для управління безпекою продуктів.

3) Визначення критичних меж має за мету розмежування допустимих і недопустимих показників. Критичних меж потрібно дотримуватися для того, щоб упевнитися, що критична точка перебуває під контролем.

Критичні межі визначають для того технологічного параметру, який відповідає за усунення небезпечного чинника в ККТ. Наприклад, на стадії пастеризації молока таким параметром є температура. Під час пастеризації молока критичними межами температури пастеризації можуть бути 80°C (нижня межа) і 85°C (верхня межа).

Граничні значення мають задовольняти вимоги урядових технічних умов і стандартів або підтверджуватися науковими даними. Офіційні контрольні органи в харчовій галузі надають потрібну для встановлення граничних значень інформацію виходячи з відомих харчових небезпек і результатів аналізу ризику.

4) Розроблення системи моніторингу дає змогу забезпечити контроль у критичних точках технологічного процесу за допомогою запланованого випробування або спостереження.

Моніторинг у системі НАССР визначають вимірюванням технологічного параметра в ККТ і порівнянням отриманих даних із критичними межами. Система моніторингу повинна надавати своєчасну і достовірну інформацію про вимірюваний параметр.

Існує кілька способів моніторингу граничних меж ККТ. Моніторинг може здійснюватися на неперервній (100%) основі або для окремих партій

продукції. Перший спосіб дає динамічну картину виконання, другий - уявлення про весь продукт через моніторинг окремих зразків .

5)Розроблення та застосування коригувальних дій здійснюють для кожної критичної контрольної точки на той випадок, якщо система моніторингу покаже, що вимірюваний технологічний параметр вийшов за критичні межі.

Наприклад, якщо термометр у пастеризаторі молока показує, що температура процесу пастеризації менша за нижню межу (80°C), то необхідно завчасно визначити, які коригувальні дії здійснювати, щоб усунути причини відхилення процесу від норми і повернути температуру пастеризації до середини критичних меж.

Настанови Codex Alimentarius щодо застосування системи НАССР визначають відхилення як «невідповідність граничному значенню». Мають бути запроваджені процедури для ідентифікації, ізолювання та оцінки продуктів, коли критичні межі в ККТ перевищуються.

Процедури коригувальних дій необхідні для визначення причини виникнення і запобігання повторному відхиленню, подальшого відстеження через моніторинг і повторну оцінку, забезпечення впевненості в ефективності вжитих заходів.

Дані реєструють у протоколах, що дає можливість перевірити, як виробник контролює відхилення і виконує ефективні коригувальні дії.

б)Розроблення процедур перевірки дає можливість упевнитися в ефективності функціонування системи.

Підтвердження передбачає забезпечення плану, який ґрунтується на сучасних перевірених наукових даних і наявній інформації, а також взаємопов'язаний з конкретним продуктом і процесом.

Внутрішні аудити як частину перевірки здійснюють для порівняння фактичної практики і процедур плану НАССР. Це систематичні та незалежні перевірки, які передбачають спостереження на місці, опитування працівників та аналіз протоколів для визначення впровадження в систему

НАССР процедур і дій плану. Внутрішні аудити здійснюють незалежні особи, не залучені до впровадження системи НАССР.

Калібрування передбачає перевірку приладів чи технічного обладнання на відповідність еталону для забезпечення потрібної точності й вірогідності моніторингу.

Цільовий відбір і випробування передбачають періодичний відбір проб продукту та їх дослідження для перевірки відповідності критичним межам. Для оцінки ефективності плану НАССР важливе значення мають мікробіологічні дослідження.

Перевірка має здійснюватися відповідно до плану-графіка та щоразу, коли є передумови: результати спостережень на місці, що вказують на можливість порушення критичних меж у ККТ; результати аналізу протоколів, що вказують на непослідовність моніторингу; претензії споживачів або бракування продукції замовниками; нові наукові дані.

Дані перевірок заносять до протоколів, де зазначають методи, дату, відповідальних працівників, організації, виявлені порушення і вжиті заходи.

7)Документування процедур і реєстрація даних, необхідних для функціонування системи, слугують доказовою базою того, що процес виробництва перебував під контролем.

Система документування НАССР складається з документів, створених під час розроблення та впровадження системи на підприємстві. Головним документом є план НАССР із переліком ККТ, вимірюваних параметрів технологічного процесу та їхніх критичних меж. У ньому також представлено коригувальні дії, план перевірок і перелік записів, які свідчать про те, що процес виробництва перебував під контролем і продукція є безпечною

Основним завданням технохімічного контролю є визначення якості наявного на підприємстві зерна та розробка прогнозу і заходів його ефективного використання при переробці в муку, а також визначення якості готової продукції.

Технохімічний контроль зернових продуктів на підприємстві здійснює лабораторія, яка після визначення якості зерна, що надходить на підприємство, контролює його розміщення у зерносховищах; здійснює нагляд за якістю зерна в зерносховищах; проводить лабораторні помели при складанні рецептури помельних партій; розробляє розрахунковий вихід готової продукції і відходів із прийнятої до помелу партії зерна; визначає ефективність очистки і підготовки зерна до помелу; розробляє еталони муки з кожного сорту і збагачених крупок, відповідно до прийнятої помельної партії зерна; визначає якість виробленої готової продукції і видає сертифікат її якості. Дані про якість зерна і готової продукції, окрім прямого призначення для їх характеристики, використовуються і при управлінні технологічними процесами для підбору і обґрунтування відповідних режимів переробки зерна на різних етапах технологічного процесу виробництва муки.

#### **4.7. Охорона праці**

На борошномельних підприємствах є важливим створення комфортних умов для працюючого персоналу. Комфортні умови створюються при оптимальних значеннях факторів існування, що забезпечують високу працездатність людини і добре самопочуття. На підприємстві повинні суворо контролювати вміст пилу в повітрі, так як їх відносять до II категорії вибухонебезпечних підприємств.

Гранично допустима концентрація (ГДК) шкідливих речовин ( $\text{мг/м}^3$ ), які присутні у повітрі робочої зони  $6,0 \text{ мг/м}^3$ .

Основним джерелом виробничого шуму і вібрації на підприємствах по зберіганню і переробці зерна є основне та допоміжне технологічне обладнання.

Нормативні значення шуму - не більше  $80 \text{ дБА}$  і вібрації -  $0,2 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}$ .

Технологічне обладнання, яке створює сильній шум і впливає стан здоров'я людини розміщують в окремих приміщеннях та для персоналу надають навушники.

Правильно організоване освітлення позитивно впливає на діяльність центральної нервової системи, знижує енерговитрати організму на виконання певної роботи, що сприяє підвищенню працездатності людини, продуктивності праці і якості продукції, зниженню виробничого травматизму.

Категорія приміщень за чинниками виробничого середовища сухе, та з небезпеки ураження електричним струмом II категорія.

Насиченість сучасного виробництва високоенергетичними, вибухонебезпечними технологіями і матеріалами, значне зростання енергоозброєності людини у побутових умовах різко підвищили пожежну небезпеку. За цих умов збільшується потенційна загроза займань.

За категорією приміщень з пожежовибухонебезпеки розмельне відділення відносять до Б категорії: вибухонебезпечна. Речовини та матеріали, що перебувають у приміщенні: горючий пи́л або волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху більше 28 оС. Горючі вибухонебезпечні пило повітряні або пароповітряні суміші, при запаленні яких розвивається роз-рахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5 кПа.

За класифікацією приміщень: за характером середовища розмельне відділення мукомельного заводу відносять до СП, ППН (сухі приміщення, в яких відносна вологість не перевищує 60%; приміщення з не струмопровідним пилом); за електробезпекою: ППО (приміщення з підвищеною електробезпекою); за пожежовибухонебезпекою: категорія Б.

Засоби пожежогасіння.

До основних вогнегасних засобів та речовин відносяться: вода; піна; газові вогнегасні засоби; порошкові вогнегасні речовини.

До первинних засобів пожежогасіння відносяться: вогнегасники; пожежний інвентар (покривала з негорючого теплоізоляційного полотна, ящики з піском, бочки з водою, пожежні відра, совкові лопати); пожежний

інструмент ( гаки, ломи, сокири тощо). Кожне приміщення, відділення, цех, транспортні засоби повинні бути забезпечені такими засобами.

Рекомендовані вогнегасні речовини залежно від класифікації пожежі: клас А (звичайні тверді горючі матеріали (дерево, вугілля, папір, гума тощо), горіння яких супроводжується або не супроводжується тлінням) – всі види вогнегасних речовин; клас Е (електроустаткування під напругою) – порошки, вуглекислота, хладони (згідно ГОСТ 27331-87).

Так, як гранична захищена площа становить близько 325 м<sup>2</sup>, то використовуємо переносний вогнегасник 12 кг у кількості 6 шт. (з газовитискувачем у балоні) із зарядом вогнегасної речовини (згідно НАПБ Б.03.001-2004).

Основними шляхами евакуації з будівель є магістральні (генеральні) проходи, коридори та сходи. Евакуаційні шляхи і виходи є вільними, ні-чим не захарашуються та забезпечують безпечну евакуацію всіх людей, які знаходяться в приміщенні будівель. Сходові клітки, внутрішні відкриті та зовнішні сходи, коридори, проходи забезпечені евакуаційним освітленням відповідно до вимог будівельних норм та правил улаштування електроустановок. Шляхи евакуації, що не мають природного освітлення постійно освітлюються електричним світлом. Ширина шляхів евакуації становить не менше 1 м, дверей – не менше 0,8 м. Висота проходу на шляхах евакуації має не менше 2 м. двері на шляхах евакуації відкриваються у напрямку виходу будівлі. Висота дверей становить не менше 2 м.

## РОЗДІЛ 5 СПЕЦІАЛЬНІ РОЗРАХУНКИ

### 5.1. Пневмотранспорт

Відмітна особливість нагнітальних установок полягає у можливості створення високого тиску в продуктопроводах, що дозволяє застосовувати ці установки для транспортування зернових продуктів на значні відстані і при високих масових концентраціях продукту. До недоліку слід віднести складність завантаження продукту в продуктопровід, це примушує використовувати складні живильники різних модифікацій, які застосовують з урахуванням аеродинамічних і технологічних властивостей продукту, що транспортується.

Основним устаткуванням пневмотранспортних установок борошномельних заводів служать приймальні і живлячі пристрої, продуктопроводи, розвантажувачі, пиловіддільники для очищення відпрацьованого повітря, повітродувні машини.

Продукт з нагнітальних пневмотранспортних установок вивантажують в циклонах-розвантажувачах У2-БРО, які застосовують в зерноочисних відділеннях борошномельних заводів.

Послідовність проектування пневмотранспортних установок наступна:

- а) вибір схеми і устаткування пневмотранспортної установки стосовно конкретних умов транспортування;
- б) визначення точок завантаження і вивантаження зерна і зернових продуктів в пневмотранспортній установці;
- в) визначення розрахункового навантаження на кожен продуктопровід;
- г) підбір і розрахунок продуктопроводів і інших пристроїв пневмотранспортної установки;

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.ІІ.2.2			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Токарь О.Г				Розділ 5	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Волошенко О.С.						56	
Консультант					ОНТУ, ЗТЗ-41а			
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.							

д) компоновка продуктопроводів в окремі мережі; зняття площинних схем (розгорток) мереж і їх розрахунок;

е) розрахунок аспіраційної частини пневмотранспортної установки;

ж) розрахунок і підбір пиловіддільників, вентиляторів і ін. устаткування.

Вибір схеми і устаткування пневмотранспортної установки залежить від виду продукту, що транспортується, довжини переміщення, заданої продуктивності установки і інших чинників.

Визначення точок завантаження і вивантаження зерна і зернових продуктів проводять по їх комунікації. При цьому технологічне і пневмотранспортне устаткування розташовують так, щоб була забезпечена мінімальна довжина переміщення продуктів, уникаючи по можливості горизонтальних ділянок.

Розрахункове навантаження на кожен продуктопровід визначають по заданій продуктивності технологічної лінії. Підбір і розрахунок продуктопроводів, приймачів, живильників і розвантажувачів проводять по спеціальних методиках для визначення їх типорозмірів і гідравлічних опорів.

Компонують окремі продуктопроводи в мережі для забезпечення компактності установки завдяки сумісному очищенню відпрацьованого повітря в пиловіддільниках. Основний принцип компоновки – це близькість розташування продуктопроводів, а також однорідність продуктів, що транспортуються.

НПТУ призначені для горизонтального і вертикального переміщення зерна пшениці відповідно до схеми технологічного процесу очищення і підготовки зерна до помелу і розміщення технологічного устаткування.

НПТУ включають наступні елементи: повітродувну машину, воздуховод, пневмоприймач зі шлюзовим затвором, продуктопровід і розвантажувач.

Як розвантажувач в установках використовують У2-БРО, які не вимагають установки шлюзових затворів на виході зерна з них. Відпрацьоване повітря очищають в аспіраційних установках.

Таблиця 5.1. Опис нагнітальних пневмотранспортних установок у проєкті

Номер нагнітальної пневмотранспортної установки	Переміщення продукту		Розвантажувач
	Точка завантаження зерна	Точка вивантаження зерна	
Нпту№1	Конвеєр Ш-160 № 1 (бункери для неочищеного зерна)	Дозатор ваговий АД-50-3Е	Розвантажувач У2-БРО № 1
Нпту№2	Конвеєр Ш-160 № 2 (бункери для неочищеного зерна)	Дозатор ваговий АД-50-3Е	Розвантажувач У2-БРО № 2
Нпту№3	Аспіраційна колонка КАО-1,0 №1	Зволожувач МІУ-3	Розвантажувач У2-БРО № 3
Нпту№4	Аспіраційна колонка КАО-1,0 №2	Зволожувач МІУ-3	Розвантажувач У2-БРО № 4
Нпту№5	Конвеєр Ш-160 № 5 (бункери основного відволожування зерна)	Зволожувач МІУ-3	Розвантажувач У2-БРО № 5
Нпту№6	Конвеєр Ш-160 № 6 (бункери додаткового відволожування зерна)	Оббивна машина МБО-6	Розвантажувач У2-БРО №6
Нпту№7	Аспіраційна колонка КАО-1,0 №3	Зволожувач МІУ-3	Розвантажувач У2-БРО №7

## 5.2. Аспірація

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

Завдання аспірації на таких підприємствах полягає в:

- забезпеченні необхідних санітарно-гігієнічних параметрів мікроклімату;
- запобіганні виникнення небезпечних виробничих факторів, що негативно впливають на здоров'я працівників;
- дотримання вимог технологічних процесів, що продовжують термін служби обладнання.

Особливу увагу при проектуванні зернопереробних підприємств слід приділяти систем аспірації підбору аспіраційного обладнання. Системи аспірації грають найважливішу роль в знепилення робочого простору, забезпечують профілактичні заходи, що запобігають виникненню пожеж, вибухів.

Таблиця 5.2. Розрахунок і компоновка аспіраційних мереж

Назва технологічного устаткування	Кількість устаткування	Витрата повітря, м <sup>3</sup> /год	Загальна витрата повітря, м <sup>3</sup> /год
<b>Аспіраційна мережа №1</b>			
Розвантажувач У2-БРО	2	9	18
Сепаратор ПСО-3	2	30	60
Трієри ТЦО-700	2	40	80
Трієри ТЦК-700	2	40	80
Оббивна машина ОБМ-6	2	30	60
Аспіраційна колонка КАО-1,0	2	20	40
Всього			338
Фільтр - РЦІ 40,8-48			
Вентилятор РЗ-БВ-Ц5-37-9-01-У3			
<b>Аспіраційна мережа №2</b>			
Конвеєри №1;2;5;6	4	5	20
Автоматичні ваги АВ-50-3Е	3	5	15
Розвантажувач У2-БРО	5	9	45
Аспіраційна колонка КАО-1,0	1	20	20
Оббивна машина ОБМ-6	2	30	60
Всього			160
Фільтр - РЦІ 23,4-36			
Вентилятор РЗ-БВ-Ц5-37-9-01-У3			
<b>Аспіраційна мережа №3</b>			
Каменевідбірні машини ОМП-3,0	2	80	160
Всього			160
Фільтр РЦІ 23,4-36			
Вентилятор РЗ-БВ-Ц5-37-5,3-01-У3			

## РОЗДІЛ 6 ЕНЕРГЕТИЧНЕ ТА МАТЕРІАЛЬНО-РЕСУРСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

### 6.1. Заходи для економії електроенергії і енергозбереження.

При формулюванні заходів для економії електроенергії і енергозбереження треба розглянути вплив на економію електроенергії компенсації реактивної потужності, режиму роботи трансформаторів в залежності від добового навантаження та заміну освітлення лампами розжарювання на освітлення люмінесцентними лампами.

### 6.2. Розрахування активної потужності споживання підприємством методом питомих витрат електроенергії

Розрахункову активну потужність методом питомих витрат електроенергії визначають за формулою

$$P_{\text{акт}} = \frac{W_{\text{пит}} + M_{\text{річ}}}{T_{\text{мах}}} = 53 \cdot 69000 / 5200 = 700 \text{ кВт.}$$

де  $W_{\text{пит}}$  - нормована питома витрата електричної енергії (Табл. Д.1);

$W_{\text{ПИТ}} = 52 \dots 66 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{т}$ , приймаємо  $W_{\text{ПИТ}} = 53 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{т}$ ;

$M_{\text{річ}}$  – річна продуктивність підприємства,

$M_{\text{річ}} = M_{\text{доб}} \cdot D_{\text{р}} = 230 \cdot 300 = 69000 \text{ т}$ ,

тут  $M_{\text{ДОБ}}$  - добова продуктивність борошна на підприємстві,

$M_{\text{ДОБ}} = 230 \text{ т} / \text{добу}$ ;

$D_{\text{р}}$  - кількість робочих днів підприємства протягом року,

$D_{\text{р}} = 300 \text{ днів}$ ;

$T_{\text{мах}}$  = кількість годин використання розрахункової активної потужності на протязі року. Для борошномельних і круп'яних заводів  $T_{\text{мах}} = 5200 \text{ год}$

Розрахункову активну потужність освітлення можна приймати

$P_{\text{осв}} = 0,1 P_{\text{р}} = 0,1 \cdot 700 = 70 \text{ кВт.}$

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.П.2.2									
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розділ 6									
Розробив		Токарь О.Г								Літ	Аркуш	Аркушів		
Керівник		Волошенко О.С.									60			
Консультант		Штепа Є.П.								ОНТУ, ЗТЗ-41а				
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.												

### 6.3 Розрахунок повної потужності трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності підприємства

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

$$S_p = \sqrt{(P_p + P_{осв})^2 + Q_p^2}$$

а з урахуванням компенсації реактивної потужності визначають за формулою:

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

де  $Q_p$  - реактивна розрахункова потужність;

$Q_{кном}$  - номінальна потужність компенсуючого пристрою.

Реактивну розрахункову потужність знаходять за формулою

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

де  $\operatorname{tg} \varphi$  - коефіцієнт реактивної потужності, що відповідає  $\cos \varphi$  споживачів (Табл. Д.2)

Для борошномельного заводу  $\cos \varphi = 0,85$

тоді  $\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg}(\arccos 0,85) = 0,62$ ,

$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg} \varphi = 770 \cdot 0,62 = 434$  квар.

Потужність компенсуючого пристрою визначають за формулою:

$$Q_k = Q_p - Q_e,$$

де  $Q_e$  - оптимальна реактивна потужність, що задається енергосистемою, значення якої визначають за формулою

$$Q_e = (0,25 \dots 0,3) (P_p + P_{осв}) = 0,3 \cdot (700 + 70) = 231 \text{ квар}$$

$$\text{ї } Q_k = Q_p - Q_e = 434 - 231 = 203 \text{ квар.}$$

Номінальну потужність компенсуючих пристроїв  $Q_{кном}$  визначають за допомогою таблиці технічних даних конденсаторних установок (Табл. Д.3).

$$\sum Q_{кном} = n \cdot Q_{ном} \geq Q_k.$$

Таблиця 6.1 Технічні дані конденсаторних компенсуючих установок

КК-0,38-216-108УЗ	0,4	216	1570	2	610
-------------------	-----	-----	------	---	-----

Тип	Номинальна напруга U НОМ, кВ	Номинальна потужність Q НОМ, кВА	Номинальна ємність С НОМ, мкФ	Число ступенів регулювання	Маса, кг
КСК2-0,4-67-3УЗ	0,4	67	487	1	60

$$\sum Q_{\text{кном}} = n \cdot Q_{\text{ном}} = 1 \cdot 216 = 216 \text{ кВА} \geq Q_{\text{к}} = 203 \text{ кВА},$$

тобто умова (6.9) не виконується.

де  $n$  – кількість компенсуючих пристроїв,  $n = 1$ ;

$Q_{\text{НОМ}}$  – номінальна потужність компенсуючого пристрою,  $Q_{\text{НОМ}} = 67$  кВА.

Повна потужність трансформаторної підстанції складе:

$$S_{\text{ТП}} = \sqrt{(P_p + P_{\text{осв}})^2 + (Q_p - Q_{\text{кном}})^2} \approx 330 \text{ кВА } \mathbf{720}$$

Потужність одного трансформатора  $S_{\text{тр}}$  повинна забезпечувати навантаження не менш ніж 70...90% повної потужності  $T_{\text{п}} S_{\text{ТП}}$  і складає:

$$S_{\text{тр}} = (0,7 \dots 0,9) \cdot S_{\text{ТП}}$$

$$\text{тоді } S_{\text{тр}} = 0,8 \cdot 970 = 776 \text{ кВ}\cdot\text{А}.$$

Тип силового трансформатора з умови:  $S_{\text{трном}} \geq S_{\text{тр}}$ .

Таблиця 6.2. Технічні дані силових трансформаторів

Тип	Номинальна потужність S <sub>ном</sub> , кВ·А	Номинальна напруга, кВ		Струм холостого ходу, I <sub>х</sub> %,	Втрати потужності, кВт		Напруга короткого замикання, U <sub>к</sub> %
		Первинне, U <sub>1ном</sub>	Вторинне, U <sub>2ном</sub>		Холостого ходу, P <sub>х</sub>	Короткого замикання, P <sub>к</sub>	
ТМ1000/10	1000	10	0,4	2,8	2,45	12,2	5,5

Тоді:

$$S_{\text{трном}} = 1000 \text{ кВ}\cdot\text{А} \geq S_{\text{тр}} = 776 \text{ кВ}\cdot\text{А},$$

тобто умова (6.11) виконується

#### 6.4 Перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності

Використовуючи графік добового навантаження борошняного заводу (рис. 6.1) [4, Дод. 5], визначимо коефіцієнт завантаження трансформаторів:

$$K_{ЗТ} = (\sum S_i \cdot t_i) / (24 \cdot 100)$$

де  $K_{ЗТ}$  – коефіцієнт завантаження трансформаторів;

$S_i$  – навантаження ТП на  $i$ -тої ділянці часу, %;

$t_i$  – тривалість  $i$ -тої ділянки часу, год.

Тоді:

$$K_{ЗТ} = \frac{\sum S_i \cdot t_i}{24 \cdot 100} = \frac{20 \cdot 1 + 42 \cdot 1 + 38 \cdot 1 + 78 \cdot 2 + 48 \cdot 1 + 80 \cdot 1 + 90 \cdot 2 + 85 \cdot 1 + 68 \cdot 1 + 78 \cdot 3 + 72 \cdot 2 + 75 \cdot 3 + 72 \cdot 2 + 75 \cdot 1}{24 \cdot 100} = 0,70$$

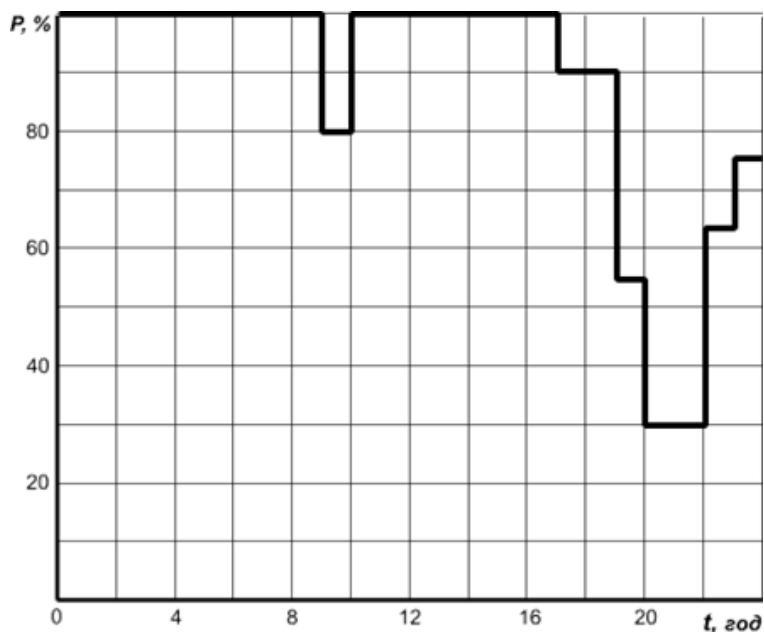


Рис. 6.1- Графік добового навантаження.

Максимальна потужність навантаження заводу складає на протязі першої зміни з 9 до 12 годин  $t_{M1} = 3$  год., тоді загальна тривалість максимального навантаження за добу:  $t_M = t_{M1} = 3$  год

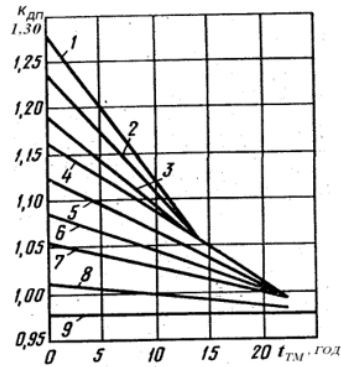


Рис. 6.2 - Графік допустимих перевантажень силових трансформаторів для К ЗТ :1 - 0,60; 2 - 0,65; 3 - 0,70; 4 - 0,75; 5 - 0,80; 6 - 0,85; 7 - 0,90; 8 - 0,95;9 - 1,00

За графіком допустимих силових перевантажень силового трансформатора (рис. 6.2) [4, с. 6, рис. 3.1], визначаємо коефіцієнт допустимих перевантажень трансформатора:

К ДП = 1,16 при К ЗТ = 0,70 та t М = 3 год.

Потужність кожного з двох трансформаторів з урахуванням їх перевантажень складе: За графіком допустимих силових перевантажень силового трансформатора (рис. 6.2) [4, с. 6, рис. 3.1], визначаємо коефіцієнт допустимих перевантажень трансформатора:

К ДП = 1,16 при К ЗТ = 0,70 та t М = 3 год.

Потужність кожного з двох трансформаторів з урахуванням їх перевантажень складе:

$$S_{Tr} \geq S_{Tp} / (2 * K_{дп})$$

де S<sub>Тп</sub> – повна розрахункова потужність трансформаторної підстанції, кВ·А;

K<sub>дп</sub> – коефіцієнт додаткового перевантаження трансформаторів.

Тоді  $S_{Tr} \geq 970 / (2 * 1,16) = 418$

Уточняємо тип та номінальну потужність трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності [4, Дод. 3], та оберемо їх з умови (6.11):

Тип	Номинальна Потужність S <sub>ном</sub> , кВ·А	Номинальна Напруга, кВ		Струм холостого ходу, I <sub>x</sub> %	Втрати Потужності, кВт		Напруга Короткого Замикання, I <sub>Ук</sub> %
		Пер-Винне, U <sub>1ном</sub>	Вторинне, U <sub>2ном</sub>		Холостого ходу, P <sub>х</sub>	Короткого замикання, P <sub>к</sub>	
ТМ400/10	400	10	0,4	2,0	1,56	7,6	5,5

Тоді:  $S_{трном} = 400 \text{ кВ}\cdot\text{А} \geq S_{тр} = 418 \text{ кВ}\cdot\text{А}$ ,

тобто умова (6.11) виконується.

### 6.5 Економічність роботи трансформаторної підстанції

Економічність роботи двотрансформаторної підстанції залежить в першу чергу від величини навантаження трансформаторів (п.3.5), а також за рахунок відключення одного із трансформаторів при зменшенні навантаження у години, згідно графіка добового навантаження, тобто за рахунок зменшення тривалості їх сумісної роботи.

Визначимо приведені втрати у трансформаторі за формулами:

$$\Delta P' X = \Delta P_x + K_e \cdot \Delta Q_x$$

$$\Delta P' K = \Delta P_k + K_e \cdot \Delta Q_k$$

де  $\Delta P_x$ ,  $\Delta P_k$  – втрати трансформатора в режимах Х.Х. та К.З. вибираємо з таблиці, кВт;

$K_e$  – коефіцієнт економічного еквіваленту реактивної потужності, він залежить від потужності енергосистеми РЕС, він звичайно складає

$$K_e = 0,05 \text{ кВт} / \text{квар};$$

$\Delta Q_x$  – реактивні втрати трансформатора у режимі Х.Х:

$$\Delta Q_x = (S_{ном} \cdot I_x\%) / 100,$$

$\Delta Q_k$  – реактивні втрати трансформатора у режимі К.З:

$$\Delta Q_k = (S_{ном} \cdot U_k\%) / 100$$

$$\text{Тоді } \Delta Q_x = (400 \cdot 2) / 100 = 8 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_k = (400 \cdot 5,5) / 100 = 22 \text{ кВт}$$

$$\Delta P'_x = \Delta P_x + K_e \Delta Q_x = 1,56 + 0,05 \cdot 2 = 1,66 \text{ кВт},$$

$$\Delta P'_k = \Delta P_k + K_e \Delta Q_k = 7,6 + 0,05 \cdot 22 = 7,9 \text{ кВт}.$$

Потужність, при якій економічно оправдане відключення від паралельної роботи одного із двох трансформаторів, визначають за формулою

$$S_{EK} = S'_{НОМ} \sqrt{2 \frac{\Delta P'_X}{\Delta P'_K}}$$

де  $S_{НОМ}$  – номінальна потужність одного трансформатора, кВ·А.

Тоді  $S_{EK} = 400 * \sqrt{2 \frac{1,66}{7,9}} = 320$  кВ·А.

Коефіцієнт навантаження двох трансформаторів  $m = 2$  при цьому складе:

$$S\% = S_{EK} / (m * S_{НОМ}) * 100\% = 320 / (2 * 400) * 100 = 40\%$$

Таким чином, при навантаженні підстанції менш ніж  $S\% = 40\%$  один з трансформаторів можна відключити.

По графіку добового навантаження (рис. 6.1) робимо висновок, що на протязі доби один з двох трансформаторів можна відключити у перебігу  $\sum t = 3$  годин, що складе:

$$\Delta T_{max} = 3 / 24 * 100 = 12,5\%$$

При цьому тривалість використання розрахункової активної потужності на протязі року зменшиться і складе:

$$\Delta = 12,5 / 100 * 5200 = 4550 \text{ год}$$

Таким чином, зменшення часу роботи трансформатора з 5200 до 4550 год., відповідно зменшує витрати електроенергії в трансформаторній підстанції.

### 6.6 Вибір перерізу жил і марки кабеля

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

$$I_P = \frac{1000 S_P}{\sqrt{3} U_{НОМ}}$$

де  $S_P$  – повна розрахункова потужність ТП без урахування компенсації реактивної потужності, кВ·А:

$$S_P = \sqrt{(P_P + P_{осв})^2 + Q_P^2} = \sqrt{(700 + 70)^2 + 434^2} = 883 \text{ кВ} \cdot \text{А},$$

$$I_P = (1000 \cdot 883) / \sqrt{3 \cdot 380} = 1125 \text{ А}$$

Вибираємо кабель АВРГ- чотирьохжильний з мідними жилами і полівінілхлоридною ізоляцією прокладений у землі. За таблицею [1, с. 315]

знаходимо стандартний переріз жил кабелю:

$$S_k = 95 \text{ мм}^2, \text{ струм } I_{доп} = 225 \text{ А}.$$

Тоді кількість паралельних кабельних ліній  $m$  складає

$$m = I_P / I_{доп} = 1125 / 225 = 5 \text{ од}.$$

З урахуванням умов прокладання мереж знаходять за відповідною таблицею

стандартний переріз жил кабеля і його марку. Рекомендується застосовувати кабелі з алюмінієвими жилами. При симетричному навантаженні (асинхронні двигуни, нагрівальні прилади й ін.) використовують трижильні кабелі, при несиметричному навантаженні (освітлювальні прилади) – чотирижильні кабелі.

Перевірку перерізу жил кабеля на допустиму втрату напруги виконують за формулою:

$$\Delta U \% = \frac{10^5 (P_P + P_{осв})}{U_{ном}^2} * R_L$$

$$R_L = \rho * \frac{L}{S_0}$$

де  $\rho$  – питомий погонний опір міді,  $\rho = 0,018 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$ ;

$L$  – довжина кабелю,  $L = 120 \text{ м}$ ;

$S_0$  – загальний переріз жил паралельних кабелів,  $S_0 = S_k \cdot m = 95 \cdot 5 = 475 \text{ мм}^2$

$$\text{Тоді } R_L = 0,018 * \frac{120}{475} = 0,0045 \text{ Ом}$$

$$\Delta U \% = \frac{10^5(200+20)}{380^2} * 0,0045 = 1,03\%$$

Умова допустимої втрати напруги в кабельній мережі:

$$\Delta U_{\text{доп}} = 5,0\% \geq \Delta U_{\text{р}} \%$$

Тоді:  $U_{\text{доп}} = 5,0\% \geq \Delta U_{\text{р}} = 1,03\%$ , тобто умова (6.26) виконується.

Висновок. Переріз жил кабелю обрано вірно.

### 6.7 Річні витрати електроенергії та їх вартість

Річна витрата електроенергії на виробництво продукції та освітлення підприємства складе:

$$W_a = (P_p + P_{\text{осв}}) \cdot T_{\text{мах}},$$

$$W_a = (700 + 70) \cdot 5200 = 4004000 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Вартість електроенергії складає:

$$S_o = d_o \cdot W_a,$$

де  $d_o$  – тариф на електроенергію,  $d_o = 5,54$  грн./кВт год.,

$$S_o = 5,54 \cdot 4004000 = 22182160 \text{ грн}$$

### 6.8. Розрахунки відносно заходів економії електроенергії на підприємстві

Виходячи із розглянутих заходів і розрахунків ( п. 3.5...3.7) економію електроенергії на підприємстві можна досягнути за рахунок:

- зменшення струму в лінії живлення в результаті компенсації реактивної

потужності конденсаторною установкою до  $I'_{\text{р}}$ ;

- зменшення часу роботи двох з трансформаторів на протязі року з  $T_{\text{мах}}$  до  $T'_{\text{мах}}$ ;

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

Після виконаної компенсації реактивної потужності розрахунковий струм лінії живлення буде

$$I'_{\text{р}} = \frac{\sqrt{(P_p + P_{\text{осв}})^2 + (Q_p - Q_k)^2}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{\sqrt{(700+70)^2 + (434-203)^2}}{\sqrt{3} \cdot 380} = 23,8 \text{ А}$$

## РОЗДІЛ 7 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

### 7.1. Виробнича програма та річні обсяги

Розрахунок річного обсягу переробки базується на проектній потужності лінії у **230 т/добу**. Враховуючи специфіку роботи млинозаводів (необхідність технологічних зупинок на дезінсекцію, технічне обслуговування та планово-попереджувальні ремонти), фонд робочого часу прийнято за 250 діб на рік.

#### **Розрахунок:**

$$Q_{\text{рік}} = Q_{\text{доб}} \cdot T_{\text{рік}}$$

$$Q_{\text{рік}} = 230 \text{ т/добу} \times 250 \text{ діб} = 57\,500 \text{ тонн/рік.}$$

### 7.2. Проектний асортимент та розрахунок виходу продукції

Технологічна схема млина розроблена для здійснення сортового хлібопекарського помелу пшениці. Розрахунок базується на сумарному показнику виходу борошна у 75%, що відповідає стандартам сучасних високоефективних млинозаводів.

Розподіл продукції при річній переробці **57 500 тонн** зерна:

**Борошно вищого ґатунку (50%):**  $57\,500 \times 0,50 = 28\,750$  тонн/рік

**Борошно першого ґатунку (28%):**  $57\,500 \times 0,28 = 16\,100$  тонн/рік

**Висівки пшеничні (19,1%):**  $57\,500 \times 0,195 = 11\,312,5$  тонн/рік

**Кормові відходи (2,2%):**  $57\,500 \times 0,022 = 1\,265$  тонн/рік

**Технологічні втрати та усушка (0,7%):**  $57\,500 \times 0,007 = 402,5$  тонн/рік

### 7.3. Розрахунок виручки від реалізації

Для оцінки економічної ефективності підприємства визначено плановий дохід від реалізації (РП) за прямими цінами 2026 року.

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.П.2.2			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Токарь О.Г				Розділ 7	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Волощенко О.С.						69	
Консультант	Басюркіна Н.Й.				ОНТУ, ЗТЗ-41а			
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.							

**Борошно в/с:**  $25\ 875\ \text{т} \times 14\ 100\ \text{грн/т} = 364\ 837,5\ \text{тис. грн}$

**Борошно 1/с:**  $17\ 250\ \text{т} \times 10\ 990\ \text{грн/т} = 189\ 577,5\ \text{тис. грн}$

**Висівки:**  $12362,5\ \text{т} \times 8\ 500\ \text{грн/т} = 105\ 081,25\ \text{тис. грн}$

**Кормові відходи:**  $1\ 725\ \text{т} \times 3\ 500\ \text{грн/т} = 6\ 037,5\ \text{тис. грн}$

**Загальний річний дохід підприємства:**

$\text{РП} = 364\ 837,5 + 189\ 577,5 + 105\ 081,25 + 6\ 037,5 = 665\ 533,75\ \text{тис. грн.}$

#### **7.4. Обґрунтування капітальних інвестицій**

Загальний обсяг інвестиційних витрат складається з вартості технологічного обладнання, логістики, монтажних та пусконаладжувальних робіт.

#### **7.5. Формування вартості технологічного комплексу (Впу)**

Для забезпечення виробничого циклу потужністю 230 т/добу передбачено встановлення високотехнологічної лінії (вальцьові верстати, розсіви, системи аспірації). Підсумкова вартість обладнання "під ключ" розраховується за формулою:

**$\text{Впу} = 1,1 \times (\text{Вуст} + \text{Тр} + \text{Зс} + \text{М});$**

**Вуст (Вартість комплексу):** 54 812,6 тис. грн.

**Тр (Транспортні витрати, 5%):** 2 740,6 тис. грн.

**Зс (Заготівельно-складські витрати, 1,2%):** 657,8 тис. грн.

**М (Монтаж та пусконаладка, 15%):** 8 221,9 тис. грн.

**$\text{Впу} = 1,1 \times (54\ 812,6 + 2\ 740,6 + 657,8 + 8\ 221,9) = 73\ 076,2\ \text{тис. грн.}$**

#### **7.6. Витрати на створення інфраструктури та будівництво**

Будівництво виробничих потужностей включає підготовку фундаментів під важке обладнання «ОЛІС» (вальцьові верстати, розсіви), монтаж металоконструкцій для шнекових ліній та будівництво засіків для стабілізації вологості зерна.

**Методика розрахунку:** Прямі витрати на капітальне будівництво приймаються на рівні 50% від балансової вартості основного технологічного обладнання.

**Сума витрат: 27 406,3 тис. грн.**

#### **7.7. Сумарний обсяг інвестицій в основні виробничі фонди (Іопф)**

Загальний розмір капітальних вкладень в основні фонди підприємства визначається як сума витрат на придбання, монтаж технологічного обладнання фірми «ОЛІС» та вартості будівельно-монтажних робіт.

$Іопф = Впу + Вбуд = 73\ 076,2 + 27\ 406,3 = 100\ 482,5$  тис. грн.

Таким чином, капітальні витрати на створення технічної бази млина становлять **100,48 млн грн** або 100,5 млн грн.

#### **7.8. Формування оборотного капіталу та загальний обсяг інвестицій (Ізаг)**

Для забезпечення безперервного старту виробництва необхідно сформувати фонд оборотних коштів. Він призначений для фінансування закупівлі першої партії сировини (пшениці) та покриття операційних витрат (енергоносії, пакувальні матеріали) до моменту отримання першої виручки від реалізації борошна.

**Запас сировини:** Для роботи млина потужністю 230 т/добу необхідний 10-денний страховий запас зерна. При ціні 8 500 грн/т він становить:

$230\ \text{т/добу} \times 10\ \text{діб} \times 8\ 500\ \text{грн/т} = 19\ 550$  тис. грн.

**Операційний резерв:** З урахуванням витрат на електроенергію та тару, загальний обсяг оборотних коштів (Іок) прийнято у розмірі **30 000 тис. грн.**

**Загальний обсяг інвестиційних витрат по проєкту:**

$Ізаг = Іопф + Іок = 100\ 482,5 + 30\ 000,0 = 130\ 482,5$  тис. грн.

#### **4. Розрахунок штатної чисельності та фонду оплати праці (ФОП)**

Для забезпечення безперервного технологічного циклу (режим роботи 24/7) передбачено чотиризмінний графік роботи основного персоналу.

Штатний розклад сформовано з урахуванням рівня автоматизації обладнання «ОЛІС» та необхідності постійного лабораторного контролю якості.

**Таблиця 7.1. Розрахунок витрат на оплату праці**

Посада	Кількість, осіб	Місячний оклад, грн	Місячний ФОП, тис. грн
Адміністративний апарат	3	35 000	105 000
Головний технолог	1	30 000	30 000
Змінні майстри (начальники змін)	4	25 000	100 000
Оператори центрального пульта	8	20 000	160 000
Апаратники борошномельного помолу	4	18 000	72 000
Фахівці виробничої лабораторії	4	18 000	72 000
Інженерно-технічна служба(електрики/слюсарі)	4	20 000	80 000
Складське господарство та логістика (вантажники)	12	15 000	180 000
Усього	40	-	799 000

### **7.9. Формування річних витрат на оплату праці та соціальні відрахування**

Загальні витрати на персонал включають основний фонд оплати праці (ФОП) та обов'язкові нарахування у вигляді єдиного соціального внеску (ЄСВ).

**1.Місячний фонд оплати праці (40 осіб):** 799,0 тис. грн.

**2.Річний ФОП (основний):** 799,0 тис. грн × 12 міс = 9588,0 тис. грн.

**3.Нарахування ЄСВ (22%):** 9588,0 × 0,22 = 2109,4 тис. грн.

**4.Сукупні річні витрати на персонал:**

9588,0 + 2109,4 = 11697,4 тис. грн.

### **7.10. Розрахунок сировини**

#### **Розрахунок прямих витрат на сировину (Вс)**

Найбільшою статтею собівартості продукції є витрати на закупівлю продовольчої пшениці. Розрахунок проведено на основі проектної потужності переробки та прогнозованих ринкових цін на зерно станом на 2026 рік.

Річний обсяг закупівлі: 57 500 тонн.

Базова ціна закупівлі (без ПДВ): 8 200 грн/т.

Загальні витрати на сировину:

$V_c = 57\,500 \text{ т} \times 8\,200 \text{ грн/т} = 471\,500 \text{ тис. грн.}$

### **Витрати на електроенергію (Вел)**

Енергозабезпечення млина є однією з основних статей операційних витрат. Сучасне обладнання «ОЛІС» характеризується оптимізованим енергоспоживанням. Для розрахунку прийнято показник питомих витрат енергії на рівні 65 кВт·год на 1 тону переробленого зерна.

Розрахунок:

$V_{el} = 57\,500 \text{ т/рік} \times 65 \text{ кВт}\cdot\text{год/т} \times 10,25 \text{ грн/кВт} = 38\,309\,375 \text{ грн.}$

У підсумкових таблицях сума становить 38 309,4 тис. грн.

### **6.3. Амортизаційні відрахування (А)**

Амортизація розрахована прямолінійним методом для поступового відновлення інвестованого капіталу в основні фонди підприємства.

Амортизація обладнання (10 %):  $73\,076,2 \times 0,10 = 7\,307,6 \text{ тис. грн.}$

Амортизація будівель та споруд (5%):  $27\,406,3 \times 0,05 = 1\,370,3 \text{ тис. грн.}$

Загальна річна амортизація: 8 677,9 тис. грн.

### **Витрати на пакувальні матеріали (Вуп)**

Для реалізації продукції передбачено використання поліпропіленових мішків місткістю 50 кг. Розрахунок базується на загальному обсязі виробленого борошна (43 125 т/рік) та вартості тари станом на 2026 рік.

Кількість мішків:  $43\,125 \text{ т} \times 20 \text{ шт/т} = 862\,500 \text{ шт.}$

Розрахунок:  $862\,500 \text{ шт} \times 12 \text{ грн/шт} = 10\,350 \text{ тис. грн.}$

### **Розрахунок повної собівартості продукції (Сповна)**

Формування повної собівартості включає прямі матеріальні витрати, енергоносії, оплату праці, амортизацію та загальновиробничі витрати (прийняті у розмірі 3% від суми основних статей).

Стаття витрат	Сума тис.грн
Сировина пшениця(57,5 тис.т)	471500,0
Електроенергія(38,3 млн кВт)	38309,4

Персонал(ФОП+ЄСВ)	11697,4
Амортизаційні відрахування	8677,4
Упаковка і тара	10350,0
Інші витрати (15 %)	81965,1
Повна собі вартість	622499,3

### **Фінансовий результат (Валовий прибуток)**

Ефективність роботи млинового комплексу на Миколаївщині визначається як різниця між плановим доходом від реалізації продукції та повною собівартістю її виробництва.

Річний дохід від реалізації (РП): 665 533,8 тис. грн.

Повна собівартість (Сповна): 622499,3 тис. грн.

Валовий прибуток:  $665\,533,8 - 556\,750,7 = 43034,5$  тис. грн/рік

### **7. 10. Економічна ефективність та інвестиційна привабливість проекту**

#### **Розрахунок чистого прибутку (Пчист)**

Чистий прибуток є головним показником результативності роботи млина та основним джерелом повернення інвестицій. Він розраховується шляхом вирахування податку на прибуток підприємств із валового прибутку.

Податкова база: Для розрахунку прийнято стандартну ставку податку на прибуток у розмірі 18%, згідно з Податковим кодексом України.

Сума податку на прибуток:  $43034,5 \text{ тис. грн} \times 0,18 = 7746,2 \text{ тис. грн.}$

Формування чистого прибутку:

Після виконання податкових зобов'язань перед бюджетом, у розпорядженні підприємства залишається чистий прибуток:

$\text{Пчист} = 43034,5 - 7746,2 = 35288,3$  тис. грн/рік.

#### **Рентабельність виробництва (Rпр)**

Показник рентабельності відображає ефективність операційної діяльності млина та здатність підприємства генерувати прибуток з кожної інвестованої у виробництво гривні.

Розрахунок:

$$R_{пр} = ((\text{Чистий прибуток})/(\text{Витрати})) \times 100 \% = (35288,3/130\ 482,5) \times 100 \% = 27 \%$$

Висновок: Для борошномельної галузі рівень рентабельності у 27 % є високим показником, що свідчить про конкурентоспроможність проекту, ефективність технологій «ОЛІС» та вдале географічне розташування виробництва на Миколаївщині. Розрахунки підтверджують високу економічну ефективність запуску об'єкта.

### **Термін окупності проекту (Ток)**

Термін окупності розраховується як відношення загальних інвестиційних витрат до суми чистого річного прибутку та амортизаційних відрахувань (грошового потоку).

Вихідні дані:

Загальні інвестиції (Ізаг): 130 482,5 тис. грн.

Валовий прибуток: 108 783,1 тис. грн.

Чистий прибуток (за вирахуванням податку 18%): 35288,3 тис. грн.

Амортизація (А): 8 677,9 тис. грн.

Розрахунок:

$$\text{Ток} = \text{Ізаг} / (\text{Рчист} + \text{А}) = 130482,5 / (35288,3 + 8677,9) = 130482,5 / 43966,2 = 2,97 \approx 3 \text{ роки}$$

## **ВИСНОВОК**

Проект окупиться за 3 роки завдяки високій автоматизації млина, прямим зв'язкам із постачальниками сировини в Миколаївській області та високому попиту на якісне сортове борошно.

Для реалізації проекту потрібні івестиції у розмірі 130,5 млн грн. В результаті впровадження проекту отримуємо щорічно чистий прибуток у розмірі 89,2 млн грн, а рентабельність проекту дорівнюватиме 27 %. Соціальна спрямованість проекту полягає у створенні 40 нових робочих

мість, що сприятиме розвитку людського капіталу України. Проект відноиться до екологічних проектів та “зеленої” економіки.

Все це свідчить про інвестиційну привабливість обгрунтованого нами проекту.

## ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

На борошномельному заводі продуктивністю 230 т/доб передбачено встановлення сучасного технологічного обладнання та впровадження автоматизованої технології виробництва борошна, що забезпечує стабільну роботу підприємства та високу якість готової продукції.

Для виробництва борошна з високими споживчими характеристиками планується використання пшениці з вмістом клейковини 22-23% з особливою увагою до якісної підготовки зерна до помелу.

На підприємстві організовано виробничий і лабораторний контроль, який здійснюється виробничо-технологічною лабораторією, що дозволяє контролювати якість сировини, проміжних продуктів та готової продукції на всіх етапах виробництва.

Основними споживачами борошна є хлібокомбінати, приватні міні-пекарні та населення, а також передбачається надання послуг із переробки зерна на давальницьких умовах для комерційних підприємств, сільськогосподарських господарств і приватних осіб.

У розмелювальному відділенні реалізовано 78-% сортовий помел пшениці, при якому передбачається отримання борошна вищого сорту – 50 %, першого сорту - 28 %, що забезпечує раціональне використання сировини та високі техніко-економічні показники роботи підприємства.

Будівництво млина із застосуванням сучасного обладнання компанії «ОЛІС» є технічно та економічно обґрунтованим рішенням. Реалізація даного проєкту сприятиме підвищенню ефективності переробки зерна, покращенню якості борошна та круп'яної продукції, зниженню виробничих витрат, підвищенню енергоефективності та зміцненню конкурентних позицій підприємства на ринку зернопереробної продукції.

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.ІІ.2.2			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИСНОВКИ	Літ	Аркуш	Аркушів
Розробив		Токарь О.Г						
Керівник		Волошенко О.С.					77	
Консультант						ОНТУ, ЗТЗ-41а		
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.						

Проект окупиться за 3 роки завдяки високій автоматизації млина, прямим зв'язкам із постачальниками сировини в Миколаївській області та високому попиту на якісне сортове борошно.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Сучасний стан і перспективи розвитку борошномельної галузі України [Електронний ресурс] // Економіка харчової промисловості. —Режим доступу: <https://journals.uran.ua/fic/article/view/44022/40285>
2. Білявський М. Ю., Буковенський О. О., Боболович В. В. Технологія борошна, круп та комбікормів: підручник. — К.: НУБіП України, 2017. — 488 с.
3. Дудяк І. П. Технологія переробки зерна: конспект лекцій [Електронний ресурс] // МНАУ. — Режим доступу: [http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/3071/1/Dudyak\\_I.TPZ\\_KL.pdf](http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/3071/1/Dudyak_I.TPZ_KL.pdf)
4. Мерко Іван Тимофійович, Моргун Валентина Олексіївна. Наукові основи і технологія переробки зерна: підручник для студентів вищих навчальних закладів. - Одеса: Друк, 2001. - 348с.
5. Офіційний сайт компанії «ОЛІС». Технології та обладнання для переробки зерна. URL: <https://olis.com.ua>
6. Правила організації і ведення технологічного процесу на борошномельних підприємствах України. — Київ: МінАПК України, 1998.
7. Ольховський А.С. Автоматизація процесів очищення, фасування та зберігання зернових. Аграрні інновації, 2025 - 116-121 с.
8. <https://ukrmillers.com/novini-galuzi/spilka-boroshnomeli-ukrajini-provela-seminar-vivchennya-ta-rozkrittya-potentsialu-boroshna>
9. ДСТУ 3768:2019 "Пшениця. Технічні умови".
10. Жигунов Д.О., Волошенко О.С. Технологія та оцінка якості зернових продуктів . – Одеса : Видавництво ОЛДІ-ПЛЮС, 2021. – 364 с.
11. Мерко І.Т. Технології борошномельного і круп'яного виробництва: підручник для студ. вищ. навч. закладів / – Одеса: Друк, 2010. – 472 с.
12. 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.
13. Єремеева О. А., Харченко Є. І., Любич В. В. Технологічні процеси переробки зерна пшениці в борошно: монографія. Умань, 2021. 160 с.
14. 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.
15. 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.
16. 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.
17. 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.

18. Офіційний веб-портал інформаційно-аналітичного агентства «АПК-Інформ» <https://www.apk-inform.com/uk>
19. Офіційний веб-портал Спілки «Борошномели України» <https://www.ukrmillers.com/>
20. 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.