

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет

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



КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему «Проект заводу з переробки ячменю у продукти швидкого приготування»

(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)

Здобувача Шевчука В.О.
(прізвище, ініціали)

Керівник: доцент Кустов І.О.
(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

«____» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Шевчука Володимира Олександровича

1.Тема роботи Проект заводу з переробки ячменю у продукти швидкого приготування

Затверджена наказом університету від 29.09.2025р. наказ № 517-03

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, 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 _____ Кустов І.О.

Завдання прийняв до виконання _____ Шевчук В.О.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач вищої освіти _____ Шевчук В.О.

Керівник _____ Кустов І.О.

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 Шевчук В.О.
(ПІБ)

(підпис)

АНОТАЦІЯ

на кваліфікаційну роботу на тему
«Проект заводу з переробки ячменю у продукти швидкого приготування»

Здобувач	<u>Шевчук В.О.</u>
Керівник	<u>к.т.н. Кустов І.О.</u>
Ступінь вищої освіти	<u>«Бакалавр»</u>
Спеціальність	<u>181 «Харчові технології»</u>
Освітня програма	<u>Технології зберігання і переробки зерна</u>

Актуальність теми Актуальність теми проекту заводу з переробки ячменю у продукти швидкого приготування зумовлена потребою розширення продовольчого використання ячменю як цінної зернової культури. Ячмінь має значний сировинний потенціал, містить крохмаль, білкові речовини, харчові волокна, мінеральні компоненти та β -глюкани, що підвищує його значення для виробництва продуктів повсякденного харчування. Водночас у круп'яній промисловості ячмінь переважно використовують для виробництва традиційних круп, які потребують тривалої підготовки до споживання і не повністю відповідають сучасним вимогам ринку. Сучасний споживач віддає перевагу продуктам, які поєднують харчову цінність, безпечність, стабільну якість і зручність приготування. Тому виробництво ячмінних продуктів швидкого приготування є перспективним напрямом розвитку круп'яної галузі. Така продукція дає змогу скоротити тривалість приготування, підвищити привабливість ячменю для споживача, розширити асортимент круп'яних продуктів і збільшити частку продовольчої переробки зерна.

Основні особливості роботи: Основною особливістю кваліфікаційної роботи є проектування заводу з переробки ячменю у продукти швидкого приготування з урахуванням вимог до сировини, технологічної схеми, генерального плану, обладнання, контролю якості та економічної доцільності виробництва. Робота спрямована на обґрунтування підприємства, яке переробляє ячмінь у крупу, пластівці та цілозернове борошно, зокрема продукцію, що потребує меншої тривалості приготування порівняно з традиційними ячмінними крупами. У роботі розглянуто сировинну базу підприємства, обґрунтовано доцільність використання ячменю для виробництва круп'яних продуктів швидкого приготування, визначено вимоги до якості зерна та необхідність формування однорідної помельної партії. Особливу увагу приділено технологічним властивостям зерна, які впливають на вихід готової продукції, стабільність технологічного режиму, кількість побічних фракцій і споживчі властивості готових продуктів. Технологічна частина роботи передбачає лінію підготовки зерна ячменю до переробки, лінію виробництва ячмінної крупи, пластівців і цілозернового ячмінного борошна, а також лінію фасування та склад готової продукції. У роботі виконано підбір і розрахунок технологічного обладнання, розглянуто

кількісний баланс виробництва, енергетичне та матеріально-ресурсне забезпечення підприємства. Особливістю роботи є розгляд технохімічного і мікробіологічного контролю, застосування системи НАССР та заходів з охорони праці. Це дає змогу забезпечити якість і безпечність сировини, напівпродуктів та готової продукції. У техніко-економічній частині обґрунтовано виробничу потужність підприємства, обсяги реалізації продукції, потребу в інвестиціях, очікуваний прибуток і термін окупності проєкту. Таким чином, робота має комплексний характер і поєднує технологічне, організаційне та економічне обґрунтування будівництва заводу.

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

Обсяг роботи: пояснювальна записка викладена на 105 сторінках. Графічна частина включає 4 листа.

Висновок: Будівництво заводу з переробки зерна ячменю у крупи продуктивністю 80 т/добу доцільно та ефективно. Термін окупності інвестицій складає 3,9 роки, наприкінці 4-го року чиста приведена вартість проєкту стає позитивною, а наприкінці 5-го року дорівнює 10532 тис грн.

Ключові слова: ячмінь, переробка ячменю, продукти швидкого приготування, ячмінні пластівці, ячмінна крупа, цілозернове ячмінне борошно, технологічна схема.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	4
ЗМІСТ	6
ВСТУП	7
1. РОЗДІЛ 1 СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ	10
2. РОЗДІЛ 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ	16
3. РОЗДІЛ 3 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ’ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА.....	26
3.1 Загальна характеристика генерального плану підприємства.....	26
3.2 . Архітектурно-будівельні рішення	36
4. РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	48
4.1 Наукове обґрунтування.....	48
4.2 Вимоги до показників якості сировини та розрахунок помельної партії	51
4.3 Обґрунтування схеми технологічного процесу	55
4.4 Розрахунок балансу помелу зерна.....	58
4.5 Підбір та розрахунок технологічного обладнання	60
4.6 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва. Застосування системи НАССР	64
4.7 Охорона праці.....	71
5. РОЗДІЛ 5 СПЕЦІАЛЬНІ РОЗРАХУНКИ.....	77
6. РОЗДІЛ 6 ЕНЕРГЕТИЧНЕ ТА МАТЕРІАЛЬНО-РЕСУРСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	80
7. РОЗДІЛ 7 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	92
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	102
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	104

ВСТУП

Ячмінь є однією з найдавніших і найпоширеніших зернових культур, яка має важливе значення для агропромислового комплексу, харчової промисловості та зернопереробної галузі. Його цінність визначається не лише стабільністю вирощування і значними обсягами виробництва, а й широкими можливостями технологічного використання. Упродовж тривалого часу ячмінь розглядався переважно як сировина для кормових, солодових і традиційних круп'яних продуктів, однак сучасні умови розвитку харчової промисловості потребують глибшого підходу до використання його потенціалу. Особливої актуальності набуває переробка ячменю у продукти, які відповідають сучасним вимогам до харчової цінності, зручності споживання, стабільності якості та економічної доцільності виробництва.

У структурі зернової сировини ячмінь займає особливе місце завдяки поєднанню харчових, біохімічних і технологічних властивостей. Його зерно містить крохмаль, білкові речовини, харчові волокна, мінеральні елементи, вітаміни та інші компоненти, які визначають поживну цінність продуктів переробки. Важливою особливістю ячменю є наявність β -глюканів, що підвищує інтерес до цієї культури як до сировини для виробництва продуктів оздоровчого спрямування. У сучасних умовах, коли споживач дедалі більше звертає увагу на склад харчових продуктів, їхню фізіологічну цінність і роль у збалансованому харчуванні, ячмінь може розглядатися як перспективна основа для створення нових видів круп'яної продукції.

Традиційні продукти переробки ячменю, зокрема перлові та ячні крупи, мають сформоване місце у харчуванні населення. Вони характеризуються достатньою поживністю, доступністю та відносно низькою вартістю. Водночас їх використання у сучасному побутовому харчуванні обмежується тривалістю приготування, потребою у значних витратах часу та енергії, а також певною консервативністю споживчого сприйняття. Частина споживачів пов'язує ячмінні крупи з традиційними стравами, які не завжди відповідають сучасним уявленням про зручність і швидкість приготування

їжі. Саме тому одним із перспективних напрямів розвитку круп'яного виробництва є створення продуктів швидкого приготування на основі ячменю, які здатні поєднати харчову цінність зернової сировини з високою споживчою зручністю.

Актуальність виробництва продуктів швидкого приготування з ячменю зумовлена зміною способу життя населення та структури харчового попиту. Сучасний споживач очікує, що харчовий продукт буде не лише поживним і безпечним, а й зручним у використанні. Скорочення часу, який витрачається на приготування їжі, стало одним із важливих чинників вибору продуктів у повсякденному харчуванні. У зв'язку з цим зростає попит на круп'яні продукти, які не потребують тривалої обробки, мають стабільну якість, легко дозуються, добре зберігаються.

Продукти швидкого приготування з ячменю є відповіддю на ці зміни. Вони дають змогу розширити сферу використання ячмінної сировини, зробити її привабливішою для споживача та підвищити конкурентоспроможність круп'яної продукції. На відміну від традиційних круп, такі продукти мають кращу пристосованість до сучасної моделі споживання. Їх можна використовувати для приготування каш, гарнірів, харчових сумішей, продуктів для швидкого харчування, дієтичних раціонів і напівфабрикатів. Це створює передумови для створення нового сегмента продукції на основі ячменю, який може бути затребуваним різними групами споживачів.

Розвиток виробництва ячмінних продуктів швидкого приготування має також важливе значення для раціонального використання вітчизняної зернової сировини. Ячмінь вирощується у значних обсягах, однак його продовольче використання часто залишається менш розвиненим порівняно з пшеницею, рисом, кукурудзою або гречкою. Унаслідок цього частина потенціалу культури не реалізується у харчовому напрямі. Розширення виробництва продуктів швидкого приготування на основі ячменю може сприяти підвищенню його ролі у структурі харчових продуктів, збільшенню

частки продовольчої переробки та створенню нових можливостей для підприємств круп'яної промисловості.

Значення ячменю як сировини для продуктів швидкого приготування пов'язане також із можливістю розробки продукції з різними споживчими характеристиками. На його основі можуть створюватися продукти з нейтральним смаком, придатні для поєднання з овочевими, молочними, м'ясними, фруктовими та іншими компонентами. Це розширює можливості використання ячмінної основи у харчових сумішах і готових раціонах. Крім того, ячмінь має достатньо виражену зернову ідентичність, що дозволяє позиціонувати продукцію як натуральну, поживну та традиційно зрозумілу для споживача. У поєднанні зі скороченою тривалістю приготування це створює передумови для підвищення конкурентоспроможності ячмінних продуктів швидкого приготування серед інших зернових продуктів повсякденного споживання.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

Ячмінь належить до зернових культур, які мають тривалу історію продовольчого використання і водночас залишаються недостатньо реалізованими в сучасному асортименті круп'яної промисловості. Його значення для переробної галузі визначається поєднанням доступності сировинної бази, харчової цінності, технологічної придатності до виробництва круп'яних продуктів і можливості виробництва продукції з підвищеною споживчою привабливістю. Разом із тим фактичний стан переробки ячменю в круп'яній промисловості свідчить про певну невідповідність між потенціалом цієї культури та рівнем її використання у виробництві сучасних харчових продуктів.

У зернопереробній галузі ячмінь традиційно розглядають як сировину для виробництва перлових і ячних круп. Саме ці види продукції історично сформували основний напрям продовольчої переробки ячменю. Перлові крупи асоціюються з цілим або частково обробленим ядром, ячні крупи - з подрібненим ядром різної крупності. Такий асортимент є усталеним, нормативно закріпленим і зрозумілим для виробника та споживача. Зокрема, чинний ДСТУ 7700:2015 поширюється на ячмінні крупи, призначені для продовольчих потреб і експортування, що підтверджує їхнє місце у структурі стандартизованої круп'яної продукції.

Попри це, сучасний стан круп'яної промисловості характеризується тим, що традиційні ячмінні крупи поступово втрачають частину споживчої привабливості порівняно з продуктами, які мають коротшу тривалість приготування, зручнішу форму використання та ширші можливості кулінарного застосування. Це не означає втрату харчового значення ячменю, навпаки, проблема полягає не в самій сировині, а у недостатньому оновленні

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.І.1.7			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Шевчук В.О.				Розділ 1	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Кустов І.О.						10	
Консультант								
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.					ОНТУ, ТЗХ-41		

форм її переробки. Ячмінь залишається цінною культурою, однак його представлення у круп'яному асортименті часто обмежується традиційними позиціями, які не повністю відповідають сучасним очікуванням.

Сировинна база для переробки ячменю в Україні є достатньо вагомою. За оцінкою FAO, виробництво ячменю в Україні у 2025 році становило близько 5,2 млн т, що свідчить про збереження значного ресурсного потенціалу цієї культури для різних напрямів використання. Водночас структура використання ячменю залишається нерівномірною. Значна частина зерна традиційно спрямовується на кормові потреби, експорт або солодове виробництво, тоді як продовольча переробка у крупи та продукти підвищеної готовності займає помітно вужчу нішу. Така ситуація створює передумови для розширення саме харчового напрямку використання ячменю.

У круп'яній промисловості ячмінь має низку переваг як сировина. Він містить крохмаль, білкові речовини, харчові волокна, мінеральні компоненти, вітаміни групи В та інші речовини, що формують харчову цінність продуктів його переробки. Особливої уваги заслуговують β -глюкани, які підвищують значення ячменю у виробництві продуктів раціонального харчування. На відміну від частини зернових продуктів, що мають переважно енергетичне значення, ячмінні продукти можуть бути джерелом важливих фізіологічно цінних компонентів. Це створює об'єктивні передумови для ширшого використання ячменю у виробництві круп'яних продуктів нового покоління.

Разом із тим у практиці круп'яної промисловості харчова цінність ячменю не завжди повною мірою перетворюється на перевагу. Причина полягає в тому, що споживач часто оцінює продукт не лише за поживністю, а й за зручністю використання, швидкістю приготування, зовнішнім виглядом, стабільністю результату після приготування та можливістю включення до різних страв. Традиційні ячмінні крупи за цими показниками нерідко поступаються вівсяним пластівцям, рисовим продуктам, гречаним крупам швидкого приготування або багатокомпонентним зерновим сумішам. Тому

головним завданням сучасної переробки ячменю є не лише збереження існуючого асортименту, а й оновлення форм готової продукції.

1.1. Характеристика об'єкта

Стан переробки ячменю в круп'яній промисловості можна охарактеризувати як поєднання стабільної традиційної бази та недостатньої інноваційної активності. З одного боку, виробництво перлових і ячних круп є відпрацьованим напрямом, який має усталені вимоги до якості, організації виробництва та асортименту продукції. З іншого боку, цей напрям не забезпечує повної реалізації потенціалу ячменю як сировини для продуктів швидкого приготування, плющених круп, харчових сумішей і продуктів спеціального призначення. Внаслідок цього ячмінь часто залишається у сприйнятті споживача менш сучасною круп'яною культурою, хоча за складом і технологічними можливостями він має значний резерв розвитку.

Особливістю сучасного ринку круп'яної продукції є зростання попиту на продукти з вищим ступенем підготовленості до споживання. Споживачі дедалі частіше обирають продукцію, яка потребує мінімальних витрат часу, має передбачувану якість і може бути використана без складної підготовки. Саме тому активно розвиваються вівсяні пластівці, суміші швидкого приготування, зернові каші, порційні продукти та харчові концентрати. На цьому фоні ячмінна продукція має значний потенціал, однак для його реалізації потрібне переосмислення її місця в асортименті круп'яної промисловості.

У нинішньому стані переробки ячменю помітною є залежність від традиційних споживчих уявлень. Перлова крупа часто сприймається як продукт для тривалого варіння, громадського харчування або певних традиційних страв. Ячна крупа має ширше побутове використання, але також не завжди асоціюється із сучасним продуктом високої зручності. Такий образ стримує попит, хоча сама сировина має значно ширші можливості. Для подолання цієї проблеми необхідне формування нових видів ячмінної

продукції, які б відповідали сучасним моделям харчування, не втрачаючи при цьому зв'язку з натуральною зерновою основою.

Важливим чинником, що впливає на стан переробки ячменю, є конкуренція з іншими круп'яними культурами. У сегменті швидкого та зручного харчування сильні позиції мають овес, рис, гречка, пшениця і кукурудза. Вівсяні пластівці фактично стали масовим продуктом швидкого приготування, тоді як ячмінь у цьому сегменті представлений значно слабше. Це створює дисбаланс: культура з високою харчовою цінністю і значною сировинною базою недостатньо використовується у тому напрямі, який сьогодні є одним із найперспективніших для круп'яної промисловості.

Сучасна круп'яна промисловість має потребу у продукції, яка поєднує традиційність і новизну. Ячмінь добре відповідає такій вимозі. З одного боку, це звична для споживача зернова культура, яка має давню історію використання. З іншого боку, на її основі можна створювати нові продукти з поліпшеними споживчими властивостями. Саме ця подвійність робить ячмінь перспективним для подальшого розвитку круп'яного виробництва. Проблема полягає в тому, що нинішній рівень промислової переробки не завжди використовує цю перевагу повністю.

Стан переробки ячменю також визначається якістю зерна, яке надходить у продовольчий напрям. Для круп'яної промисловості важливими є вирівняність зерна, крупність, вміст доброякісного ядра, плівчастість, вологість, відсутність надмірної кількості домішок і пошкоджених зерен. Однак продовольча переробка ячменю часто конкурує із солодовим і кормовим напрямами за якісну сировину. Найкращі партії можуть спрямовуватися на солодове виробництво або експорт, тоді як для круп'яної переробки не завжди формується достатньо стабільна сировинна база за якісними показниками. Це ускладнює виробництво продукції з прогнозованими властивостями.

Водночас така ситуація не знижує перспектив ячменю, а навпаки, підкреслює необхідність цілеспрямованого формування вимог до

продовольчої сировини. Для розвитку круп'яної переробки важливо, щоб ячмінь розглядався не як залишковий ресурс після інших напрямів використання, а як самостійна продовольча сировина з конкретними показниками якості. Такий підхід дозволив би підвищити стабільність виробництва, поліпшити якість готової продукції та створити передумови для випуску більш вимогливих за споживчими характеристиками продуктів.

У круп'яній промисловості стан переробки ячменю значною мірою залежить від технічного рівня підприємств. Частина виробництв орієнтована на випуск традиційної продукції і має обмежені можливості для швидкого оновлення асортименту. Модернізація потребує інвестицій, технологічного обґрунтування, оновлення обладнання, підготовки персоналу та впровадження системного контролю якості. Через це перехід від виробництва класичних круп до ширшого асортименту продуктів на основі ячменю відбувається повільніше, ніж потенційно потребує ринок. Водночас саме технічне переоснащення може стати одним із головних чинників підвищення ролі ячменю у круп'яній промисловості.

Асортиментна обмеженість є однією з ключових проблем сучасного стану переробки ячменю. У багатьох випадках споживач бачить на ринку лише перлову або ячну крупу, тоді як продукція з вищим ступенем готовності представлена недостатньо. Це зменшує можливості популяризації ячменю і звужує його споживчу аудиторію. Для порівняння, овес представлений не лише крупою, а й пластівцями різної тривалості приготування, мюслі, зерновими сумішами, батончиками та іншими продуктами. Ячмінь міг би розвиватися у подібному напрямі, але для цього потрібна цілеспрямована робота підприємств.

1.2. Мета і завдання проекту

Метою є проєкт заводу з переробки ячменю у продукти швидкого приготування.

Завданням проєкту є:

- зробити техніко-економічне обґрунтування;
- надати загальну характеристику генерального плану підприємства та архітектурно-будівельні рішення;
- визначити особливості круп'яної галузі та стан використання ячменю як сировини для виробництва круп`яних продуктів;
- визначити технологічні властивості зерна голозерного ячменю сорту Ахіллес;
- зробити аналіз та обґрунтувати схему технологічного процесу для переробки зерна ячменю в круп'яні продукти продуктивністю 80 т/д;
- вибрати, розрахувати та підібрати технологічне обладнання;
- зробити спеціальні розрахунки;
- зробити розрахунок енергетичного та матеріально ресурсного забезпечення для реалізації проєкту;
- зробити техніко-економічні розрахунки.

РОЗДІЛ 2

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Будівництво заводу з переробки ячменю у продукти швидкого приготування в Одеській області є доцільним з огляду на значний обсяг вирощування ячменю в регіоні, наявність зернової інфраструктури, зручне транспортне розташування та можливість стабільного забезпечення підприємства сировиною. Для підприємства круп'яної промисловості вибір місця будівництва визначається насамперед наявністю продовольчого зерна необхідної якості, умовами його приймання і зберігання, можливістю формування однорідних помельних партій, а також доступністю шляхів постачання сировини і реалізації готової продукції.

Одеська область належить до регіонів України з вираженим зерновим напрямом сільськогосподарського виробництва. Це має важливе значення для проектування підприємства, оскільки завод з переробки ячменю не може ефективно працювати без достатньої і стабільної сировинної бази. За офіційними статистичними даними, у 2024 році підприємства Одеської області займали перше місце серед регіонів України за обсягами виробництва ячменю, забезпечивши 24,9 % загального обсягу його виробництва у країні. Такий показник свідчить, що ячмінь для області є не випадковою культурою, а важливою складовою зернового виробництва.

Для підприємства з переробки ячменю у продукти швидкого приготування це має практичне значення. Значний обсяг вирощування культури дає змогу добирати партії зерна за якістю, крупністю, вологістю, натурою, вирівняністю, плівчастістю та іншими показниками, що впливають на придатність сировини до круп'яної переробки. Якщо підприємство розташоване в регіоні з обмеженою сировинною базою, воно змушене закуповувати ячмінь на значній відстані, що збільшує витрати на

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.І.1.7			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Шевчук В.О.				Розділ 2		Літ	Аркуш
Керівник	Кустов І.О.							16
Консультант	Басюркіна Н.Й.						ОНТУ, ТЗХ-41	
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.							

перевезення, ускладнює контроль якості та знижує можливість оперативного формування помельних партій. Розміщення заводу в Одеській області дає змогу зменшити залежність від далеких поставок і працювати з місцевими сільськогосподарськими виробниками.

Сировинна база є головним чинником, який визначає стабільність роботи такого підприємства. Ячмінь, що використовується для виробництва продуктів швидкого приготування, повинен відповідати не лише загальним вимогам до зерна, а й вимогам продовольчої та технологічної придатності. Для круп'яного виробництва важливо, щоб зерно мало нормальний колір і запах, не містило ознак самозігрівання, пліснявіння, затхлості або сторонніх запахів. Важливими є достатня виповненість зерна, низький вміст смітної та зернової домішки, відсутність зараженості шкідниками хлібних запасів, а також стабільність показників у межах помельної партії.

Для виробництва продуктів швидкого приготування з ячменю сировина повинна забезпечувати не тільки вихід готової продукції, а й її споживчі властивості. Невирівняне, щупле, надмірно плівчасте або пошкоджене зерно може знижувати вихід основного продукту, збільшувати кількість борошенця, частинок подрібненого ядра і побічних фракцій. Тому наявність у регіоні значної кількості ячменю є важливою перевагою: підприємство може встановлювати вимоги до якості, укладати договори з виробниками зерна і формувати сировинні партії з урахуванням потреб круп'яного виробництва.

Одеська область має також зручне територіальне положення. За даними Одеської обласної державної адміністрації, площа області становить 33310 км², населення - 2461,3 тис. осіб, область включає 7 районів, 91 громаду, 19 міст і 1121 село. Така структура важлива для підприємства, оскільки поєднує значну сільськогосподарську територію, міські споживчі центри та населені пункти, які можуть бути пов'язані із загальною системою постачання і збуту.

Розміщення підприємства в області з розвиненим сільським господарством дає можливість організувати постачання зерна без надмірного

перевезення. Для заводу це означає зниження витрат на доставку сировини, можливість швидкого лабораторного контролю партій, кращу організацію приймання зерна і зменшення ризику погіршення його якості під час транспортування. Для сільськогосподарських підприємств області такий завод може стати стабільним покупцем продовольчого ячменю, що стимулюватиме виробників приділяти більше уваги післязбиральній доробці, зберіганню та якісній підготовці зерна.

Важливе значення має також можливість формування помельних партій безпосередньо з місцевої сировини. Для круп'яного підприємства небажаним є випадкове використання партій, які різко відрізняються за вологістю, крупністю, натурою або плівчастістю. Такі відмінності ускладнюють забезпечення стабільної якості готової продукції. Наявність достатньої кількості зерна в межах області дає змогу добирати партії близької якості, змішувати їх за розрахунком і отримувати більш однорідну сировинну масу. Це прямо впливає на якість продуктів швидкого приготування, оскільки споживач очікує однакового зовнішнього вигляду, стабільної тривалості приготування, належного запаху, смаку і консистенції готового продукту.

Одеська область має вагоме значення і як транспортний регіон. Для підприємства з переробки ячменю це важливо не лише на етапі постачання зерна, а й під час реалізації готової продукції. Продукти швидкого приготування з ячменю можуть реалізовуватися в межах області, постачатися до інших регіонів України, а за належної якості, пакування і документального супроводу - експортуватися. За повідомленнями 2026 року з посиланням на державні дані, основний обсяг перевалки вантажів у морських портах України забезпечували порти Великої Одеси, а з початку 2026 року через них було оброблено 14,5 млн т вантажів, із яких 8,5 млн т становив експорт зерна. Це підтверджує значення регіону як одного з ключових транспортних вузлів для зернової продукції.

Наявність портової та зернової логістики не означає, що завод повинен орієнтуватися лише на експорт. Навпаки, вона підкреслює доцільність розвитку переробки всередині регіону. Якщо значна частина зерна вивозиться як сировина, область отримує меншу додану вартість, ніж могла б отримати за умови виробництва готових харчових продуктів. Переробка ячменю у продукти швидкого приготування дає змогу підвищити господарську цінність зерна, розширити продовольче використання культури та створити продукцію, яка має вищу вартість порівняно з необробленою сировиною.

Потреба у продуктах швидкого приготування пов'язана зі зміною характеру харчування населення. Споживач дедалі частіше обирає продукти, які мають стабільну якість, зручні у використанні, не потребують тривалого приготування і можуть зберігатися без складних умов. Традиційні ячмінні крупи мають високу харчову цінність, однак тривалість їх кулінарної обробки обмежує попит у частини споживачів. Продукти швидкого приготування з ячменю дають змогу зберегти переваги зернової сировини і водночас зробити продукцію зручнішою для щоденного використання.

Асортимент заводу доцільно формувати так, щоб продукція була придатна для різних напрямів реалізації. Частина продукції може випускатися у споживчому фасуванні для роздрібної торгівлі. Такий продукт орієнтується на домашнє харчування і повинен бути зрозумілим для покупця: ячмінна основа, коротка тривалість приготування, стабільна якість, придатність для каш, гарнірів і змішаних страв. Інша частина продукції може випускатися у більшій тарі для закладів громадського харчування, навчальних закладів, лікувальних і соціальних установ, виробничих їдалень. Для таких споживачів важливими є не рекламні властивості, а стабільність якості, зручність дозування, передбачувана тривалість приготування і економічність використання.

Окремим напрямом реалізації може бути постачання ячмінної основи для підприємств харчової промисловості, які виробляють кашові суміші,

харчові концентрати, супові набори або інші зернові продукти. У цьому випадку продукція заводу повинна відповідати вимогам до фракційного складу, вологості, чистоти, органолептичних показників і безпечності. Такий напрям збуту дає змогу забезпечити стабільні обсяги реалізації, оскільки промислові споживачі працюють не з випадковими покупками, а з плановим постачанням сировини або напівфабрикатів.

Перевагою ячмінних продуктів швидкого приготування є поєднання доступності сировини, харчової цінності і можливості промислового виробництва у регіоні вирощування зерна. Ячмінь містить складні вуглеводи, білкові речовини, харчові волокна, мінеральні компоненти і β -глюкани. Це створює підстави для виробництва продуктів повсякденного харчування з підвищеними споживчими властивостями.

Реалізація продукції в Одеській області може здійснюватися через місцеві торговельні мережі, оптові підприємства, ринки, заклади громадського харчування та установи організованого харчування. Місто Одеса як обласний центр створює значний внутрішній попит на фасовані харчові продукти. Крім того, область має курортні, рекреаційні, освітні та транспортні функції, що посилює потребу у продуктах, зручних для приготування у великих і малих обсягах. Для закладів громадського харчування важливо, щоб продукт мав стабільний результат після приготування, не вимагав тривалої обробки і дозволяв прогнозувати витрати на одну порцію.

Значення такого заводу не обмежується випуском одного виду продукції. Йдеться про підвищення рівня продовольчої переробки ячменю в регіоні. Одеська область має значний зерновий потенціал, але частина цього потенціалу реалізується через продаж зерна як сировини. Створення підприємства з виробництва продуктів швидкого приготування дозволяє залишати більшу частину доданої вартості в області, розвивати місцеву переробну промисловість, створювати робочі місця і забезпечувати попит на якісний продовольчий ячмінь.

Для сільськогосподарських виробників області наявність такого підприємства може бути вигідною, оскільки воно створює стабільний канал реалізації ячменю продовольчого призначення. Якщо завод системно закуповує зерно з визначеними вимогами до якості, виробники можуть планувати післязбиральну доробку, зберігання і підготовку партій з урахуванням потреб переробки. Це підвищує зацікавленість у вирощуванні якісного ячменю, а не лише товарного зерна для загального ринку.

Разом із тим будівництво заводу потребує врахування ризиків. Південний регіон може мати коливання врожайності через погодні умови, зокрема нестачу вологи або несприятливі умови в період формування врожаю. На загальнодержавному рівні врожай зернових також може змінюватися під впливом погоди та воєнних чинників; у 2025 році Reuters повідомляв про прогноз зниження врожаю зернових в Україні приблизно до 51 млн т порівняно з 56,7 млн т у 2024 році, а прогноз ячменю оцінювався на рівні близько 4,5 млн т. Такі дані підтверджують потребу у формуванні сировинного резерву і роботі з кількома постачальниками.

Важливим ризиком є також конкуренція за якісний ячмінь між різними напрямками використання. Ячмінь може спрямовуватися на кормові потреби, солодове виробництво, експорт або продовольчу переробку. У разі скорочення пропозиції якісного зерна ціна на нього може зростати. У 2026 році галузеві джерела повідомляли про різні прогнози експорту ячменю у 2025/26 маркетинговому році, що вказує на невизначеність ринку і залежність від урожаю, залишків та зовнішнього попиту.

Для зменшення таких ризиків завод повинен працювати на основі планового сировинного забезпечення. Доцільно передбачати укладання договорів із господарствами області, формування запасу ячменю, контроль якості під час приймання, роздільне зберігання партій за показниками якості та розрахунок помельних партій відповідно до виробничих потреб. Це дозволить забезпечити стабільність роботи навіть у разі сезонних або ринкових коливань.

Необхідно враховувати і конкуренцію готової продукції. На ринку вже представлені традиційні крупи, вівсяні пластівці, рисові, пшеничні, кукурудзяні продукти, суміші для швидкого приготування. Ячмінні продукти не повинні позиціонуватися як випадкова заміна інших крупів. Їх доцільно розглядати як окремий вид круп'яної продукції, що поєднує харчову цінність ячменю, зручність приготування і доступність сировини. Для цього підприємство повинно забезпечити стабільну якість, зрозумілу назву продукції, належне пакування, достовірне маркування і рекомендації щодо використання.

Вихід основної продукції – плющена крупа швидкого приготування з ячменю 70 %.

Ціни на продукцію прийняті на рівні середніх в регіоні розташування заводу. Вони наведені в таблиці 1.1.

Прибуток (П) визначається за формулою

$$\Pi = \text{РП} \times \frac{p}{1+p},$$

де РП – обсяг реалізації продукції;

Рпр – рентабельність продукції.

Приймаємо рентабельність 10 %.

$$\text{Тоді } \Pi = 210583 \times \frac{0,1}{1+0,1} = 19144 \text{ тис грн.}$$

Таблиця 2.1– Обсяги виробництва та реалізації продукції

Показники	Значення показника	Оптові ціни підприємства (без ПДВ) грн/т	Обсяги реалізації продукції, тис грн
Добова потужність підприємства, т	80	×	×
Річний робочий період, діб	250	×	×
Річна потужність заводу, т	12500	×	×
Коефіцієнт використання потужності	0,9	×	×
Річний обсяг переробки зерна ячменю, т	11250	×	×

Виробництво продукції:	×	×	×
плющена крупа швидкого приготування %	65 8100	25000	202500
т			
подрібнене ядро ячменю %	2 225		
т		12000	2700
відходи %	32,3		
т	2846	2500	5383
Всього	×	×	210583

Визначення інвестицій для будівництва підприємства

Інвестиції визначаються за формулою:

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

де $I_{\text{овф}}$, $I_{\text{ок}}$ – інвестиції, відповідно, у основні виробничі фонди та на створення оборотних коштів – ОК ($I_{\text{ок}} = \text{ОК}$).

Розрахунок інвестицій у основні виробничі фонди – $I_{\text{овф}}$.

$$I_{\text{овф}} = I_{\text{буд}} + I_{\text{уст}},$$

де $I_{\text{буд}}$, $I_{\text{уст}}$ – відповідно, інвестиції у будівлю, устаткування.

До будівельної складової відноситься:

- приміщення для розташування обладнання основного виробництва, фасувального відділення (фасування у мішки та пакети), складу готової продукції;

- приміщення інфраструктури (зерносховища, приміщення допоміжного та обслуговуючого виробництва, інші приміщення інфраструктури підприємства).

До складу устаткування та обладнання відноситься:

- устаткування основного виробництва;
- устаткування інфраструктури (елеваторного господарства, устаткування допоміжного та обслуговуючого виробництва, інше устаткування інфраструктури).

Розрахунок інвестицій у будівництво – $I_{\text{буд}}$

Інвестиції у будівництво приміщення для основного виробництва визначаємо, виходячи з потрібної площі та витрат на створення одного кв. м виробничої площі, які прийнято на рівні 10 тис грн. для 1-го поверху та 5 тис грн для інших поверхів.

Площа приміщення основного виробництва першого поверху 324 кв. м та 4-х наступних 1296 кв. м ($4 \cdot 324$).

Інвестиції у будівництво дорівнюють 9720 тис грн. ($10 \cdot 324 + 1296 \cdot 5$).

Інвестиції на побудову об'єктів інфраструктури приймаємо на рівні 30% від будівлі основного виробництва – 2916 тис грн ($0,3 \cdot 9720$).

Всього інвестицій у будівництво:

$$I_{\text{буд}} = 9720 + 2916 = 12636 \text{ тис грн.}$$

Розрахунок інвестицій в устаткування – $I_{\text{уст}}$

Інвестиції в устаткування основного виробництва визначаються за формулою:

$$I_{\text{уст,осн}} = 1,2 \cdot V_{\text{уст,осн}},$$

де $V_{\text{уст,осн}}$ – вартість устаткування основного виробництва за умовами EXW;

1,2 – коефіцієнт, яким враховують додаткові витрати на доставку устаткування, заготівельно-складські витрати, витрати на монтаж та пуско-налагодження, запасні частини.

Вартість устаткування основного виробництва ($V_{\text{уст,осн}}$) визначено, виходячи з вартості комплектної поставки обладнання для типового виробництва. Вартість комплектної поставки устаткування для виробництва крупи з ячменю дорівнює 7 млн грн.

Тоді інвестиції в устаткування основного виробництва дорівнюють

$$I_{\text{уст,осн}} = 1,2 \cdot 7000 = 8400 \text{ тис грн.}$$

Інвестиції в устаткування інфраструктури складають 40% від вартості устаткування основного виробництва – 3360 тис грн ($0,4 \cdot 8400$).

Всього інвестицій в устаткування:

$$I_{\text{уст}} = 8400 + 3360 = 11760 \text{ тис грн.}$$

Всього інвестицій в основні виробничі фонди:

$$I_{\text{овф}} = I_{\text{буд}} + I_{\text{уст}} = 12636 + 11760 = 24396 \text{ тис грн}$$

Розрахунок інвестицій у оборотні кошти - $I_{\text{ок}}$.

Інвестиції у оборотні кошти визначаємо у розмірі 10% величини виручки від реалізації продукції:

$$I_{\text{ок}} = 0,1 \times 210583 = 21058 \text{ тис грн}$$

Всього інвестицій:

$$I = 24396 + 21058 = 45454 \text{ тис грн}$$

Попередня оцінка економічної доцільності будівництва підприємства

Співвідношення інвестицій та прибутку дорівнює 2,4 (45454 / 19144)

У цьому випадку термін окупності інвестицій можна очікувати до 4-х років, що є прийнятним. Тому будівництво круп'яного заводу з переробки зерна ячменю у крупи продуктивністю 80 т/добу доцільно та економічно ефективно.

Джерела інвестицій:

власні кошти інвестора – 15454 тис грн;

кредит – 30000 тис грн.

РОЗДІЛ 3

ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА

3.1 Загальна характеристика генерального плану підприємства

Проектування генерального плану підприємства з переробки ячменю у продукти швидкого приготування є важливою складовою загального проектного рішення, оскільки саме генеральний план визначає просторову організацію виробництва, взаємне розміщення основних, допоміжних, складських, транспортних, енергетичних і адміністративно-побутових об'єктів. Для підприємства круп'яної промисловості генеральний план має не лише будівельно-планувальне, а й технологічне значення, оскільки від раціональності розміщення споруд залежить ефективність руху сировини, напівпродуктів, готової продукції, побічних продуктів, тари, транспорту і персоналу. У випадку заводу з переробки ячменю у продукти швидкого приготування ці питання набувають особливої ваги, оскільки підприємство повинно забезпечувати стабільну роботу з зерновою сировиною, зберігання готової продукції з підвищеними вимогами до якості, організацію безпечних транспортних потоків і належні санітарно-гігієнічні умови.

Генеральний план такого підприємства повинен відповідати призначенню виробництва, його продуктивності, характеру сировини, асортименту готової продукції, обсягам зберігання, способам доставки ячменю і відвантаження готових продуктів. Ячмінь як сировина для круп'яного виробництва потребує організації окремої сировинної зони, зручної для приймання автомобільним або залізничним транспортом, контролю якості, тимчасового і тривалого зберігання. Готові продукти швидкого приготування, на відміну від необробленого зерна, мають вищу споживчу вартість, фасуються у споживчу або транспортну тару, потребують

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.І.1.7					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розробив		Шевчук В.О.			Розділ 3		Літ	Аркуш	Аркушів	
Керівник		Кустов І.О.							26	
							ОНТУ, ТЗХ-41			
Консультант										
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.								

захисту від зволоження, забруднення, пошкодження і сторонніх запахів. Тому в генеральному плані повинно бути чітко розмежовано зони приймання сировини, виробничої переробки, складування готової продукції, руху транспорту, побутового обслуговування працівників і допоміжного забезпечення.

Основним принципом проектування генерального плану підприємства з переробки ячменю є забезпечення прямоточності матеріальних потоків. Це означає, що рух сировини від місця надходження до виробничого корпусу, а далі до складу готової продукції і відвантаження повинен бути логічним, коротким і без зайвих зустрічних напрямів. На території підприємства не повинно виникати перехрещення потоків зерна, готової фасованої продукції, відходів, тари, палива, допоміжних матеріалів і персоналу. Особливо важливо уникати ситуацій, коли транспорт із сировиною рухається через зону відвантаження готової продукції або коли побічні продукти переміщуються поблизу чистих складських зон. Такі планувальні помилки ускладнюють санітарний контроль, погіршують виробничу логістику і можуть впливати на якість продукції.

Територію підприємства доцільно поділяти на кілька функціональних зон. До основних належать передзаводська зона, виробнича зона, сировинно-складська зона, зона готової продукції, допоміжно-енергетична зона, транспортна зона і зона санітарно-захисного озеленення. Передзаводська зона розміщується біля основного в'їзду на підприємство і включає адміністративно-побутовий корпус, прохідну, стоянку для легкового транспорту, місця короткочасного очікування відвідувачів і контрольно-пропускний пункт. Ця зона повинна бути відокремлена від вантажних потоків, щоб рух працівників і відвідувачів не перетинався з рухом зерновозів, вантажних автомобілів із готовою продукцією або транспорту для побічних продуктів.

Виробнича зона є центральною частиною генерального плану. У ній розміщується головний виробничий корпус, у якому організовано переробку

ячменю у продукти швидкого приготування. Розташування виробничого корпусу повинно забезпечувати зручний зв'язок із сировинною зоною, складами готової продукції, тарним господарством, допоміжними приміщеннями, енергетичними об'єктами і транспортними шляхами. Корпус доцільно орієнтувати так, щоб забезпечити раціональну подачу зерна з боку сировинної частини та виведення фасованої продукції у напрямі складу готової продукції. При цьому не слід перевантажувати виробничу зону зайвими допоміжними об'єктами, які можуть бути винесені на периферію території без порушення виробничих зв'язків.

Сировинно-складська зона призначена для приймання, контролю, зберігання та виробничого резервування ячменю. Її розміщення повинно враховувати зручність під'їзду транспорту, можливість маневрування, наявність вагової, лабораторного контролю, майданчиків очікування і розвантаження. Для підприємства з переробки ячменю важливо передбачити достатню місткість сировинного зберігання, оскільки стабільність роботи заводу залежить від рівномірного забезпечення зерном відповідної якості. Розташування зерносховищ або силосних корпусів має забезпечувати короткий і захищений зв'язок із виробничим корпусом. Водночас сировинна зона повинна бути віддалена від складу готової продукції настільки, щоб пил, транспортні операції та забруднення, пов'язані з надходженням зерна, не впливали на чисту зону підприємства.

Зона готової продукції повинна мати інший характер організації, ніж сировинна зона. Якщо сировинна частина працює з зерном, яке потребує контролю і підготовки до переробки, то зона готової продукції пов'язана з фасованими харчовими продуктами, що мають бути захищені від зовнішніх впливів. Склад готової продукції доцільно розміщувати з протилежного або бокового боку виробничого корпусу відносно сировинної зони. Таке рішення підтримує принцип розділення потоків і дає змогу організувати окремий виїзд для транспорту, що відвантажує готову продукцію. Біля складу готової продукції необхідно передбачити зручні під'їзди, рампи або навантажувальні

майданчики, місце для маневрування автомобілів, а також умови для захисту продукції під час навантаження.

Допоміжно-енергетична зона охоплює об'єкти, які забезпечують роботу підприємства, але не є основною частиною харчового виробництва. До неї можуть входити котельня або теплогенераторна, компресорна, трансформаторна підстанція, насосна станція, резервуари води, ремонтні майстерні, склад запасних частин, склад допоміжних матеріалів, приміщення для інвентарю та інші об'єкти. Їх доцільно розміщувати так, щоб забезпечити короткі інженерні зв'язки з виробничим корпусом, але не створювати ризику забруднення або перешкод для основних транспортних потоків. Об'єкти з підвищеною пожежною або технічною небезпекою повинні бути відокремлені відповідно до вимог безпеки і мати зручний доступ для обслуговування.

Транспортна організація території є одним із ключових питань генерального плану. Для підприємства з переробки ячменю необхідно передбачити рух кількох типів транспорту: автомобілів із зерном, автомобілів для готової продукції, транспорту для тари і пакувальних матеріалів, машин для вивезення побічних продуктів, службового і пожежного транспорту. Усі ці потоки мають різне призначення і не повинні без потреби перетинатися. Найбільш раціональним є кільцевий або напівкільцевий рух вантажного транспорту територією підприємства, за якого автомобіль після в'їзду проходить необхідні пункти контролю, виконує розвантаження або навантаження і залишає територію без складних розворотів. Така схема зменшує затори, підвищує безпеку і спрощує виробничу логістику.

На генеральному плані необхідно передбачити один або кілька в'їздів залежно від продуктивності підприємства, інтенсивності транспортних потоків і конфігурації земельної ділянки. Для середнього або великого підприємства доцільним є розділення в'їзду для транспорту з сировиною і виїзду або окремого під'їзду для готової продукції. Якщо площа ділянки

обмежена, допускається спільний контроль-пропускний пункт, але всередині території потоки повинні бути розмежовані планувально. В'їзна зона має включати вагову, місця очікування транспорту, приміщення контролю, майданчик для відбору проб і зручний зв'язок із лабораторією. Це особливо важливо для підприємства круп'яного профілю, оскільки якість сировини безпосередньо визначає якість продукції.

Лабораторія або приміщення виробничо-технологічного контролю повинні мати зручне розташування відносно сировинної зони і виробничого корпусу. Її не обов'язково виносити як окрему будівлю, але у генеральному плані має бути передбачено логічний зв'язок лабораторного контролю з прийманням зерна, контролем проміжних партій і контролем готової продукції. Якщо лабораторія розміщується в адміністративно-виробничому блоці, її слід орієнтувати так, щоб працівники могли оперативно отримувати проби без перетину з небезпечними транспортними потоками. Наявність належної системи контролю є важливою умовою для підприємства, що випускає харчові продукти швидкого приготування.

Проектування генерального плану повинно враховувати санітарне зонування території. Підприємство з переробки ячменю має справу з зерновою сировиною, пилом, побічними продуктами, тарою, пакувальними матеріалами та готовими харчовими продуктами. Тому важливо чітко розмежувати умовно "брудні" і "чисті" зони. До умовно "брудних" можна віднести місця приймання зерна, транспортні майданчики сировинної частини, зони зберігання побічних продуктів і допоміжні господарські майданчики. До "чистих" належать склад готової продукції, зона пакування, адміністративно-побутові приміщення, пішохідні маршрути персоналу. Таке розмежування знижує ризик вторинного забруднення продукції та сприяє дотриманню вимог харчової безпеки.

Особливу увагу необхідно приділяти розміщенню складів побічних продуктів. У круп'яній промисловості під час переробки ячменю утворюються побічні фракції, які можуть використовуватися у кормових або

інших напрямках. Їх зберігання і вивезення не повинні створювати перешкод для основного виробництва або впливати на зону готової продукції. Тому склад побічних продуктів доцільно розміщувати поблизу виробничого корпусу, але з окремим транспортним під'їздом. Його положення на генеральному плані повинно забезпечувати можливість вивезення без руху транспорту через чисті складські і адміністративні зони.

Значну роль у генеральному плані відіграє розміщення тарного господарства. Для продуктів швидкого приготування пакування має велике значення, оскільки забезпечує захист від вологи, механічних пошкоджень, втрати товарного вигляду і сторонніх впливів. Тара і пакувальні матеріали повинні зберігатися в сухих, чистих приміщеннях, відокремлених від сировини, побічних продуктів і технічних матеріалів. На генеральному плані склад тари доцільно розташовувати поблизу виробничого корпусу або складу готової продукції, але так, щоб доставка пакувальних матеріалів не перетиналася з рухом зернового транспорту. Це забезпечує санітарну роздільність потоків і спрощує внутрішню логістику.

Адміністративно-побутовий корпус повинен бути розташований у передзаводській зоні з виходом до основного входу на підприємство. У ньому можуть розміщуватися управлінські приміщення, побутові кімнати, гардеробні, санітарні вузли, кімнати приймання їжі, приміщення охорони праці та інші служби. Важливо, щоб рух персоналу від прохідної до побутових приміщень і далі до виробничого корпусу був безпечним, коротким і відокремленим від вантажного транспорту. Для цього передбачаються пішохідні доріжки, позначені переходи, огороження небезпечних ділянок і раціональне освітлення території.

Пішохідні потоки на території підприємства мають плануватися не менш уважно, ніж вантажні. Працівники не повинні рухатися через зони розвантаження зерна, маневрування вантажних автомобілів, технічні майданчики або склади побічних продуктів. Пішохідні маршрути повинні з'єднувати прохідну, адміністративно-побутовий корпус, виробничий корпус,

лабораторію і допоміжні служби. У місцях можливого перетину з транспортними шляхами необхідно передбачати безпечні переходи. Такий підхід підвищує рівень охорони праці і знижує ризик виробничого травматизму.

Під час проєктування генерального плану важливо враховувати рельєф земельної ділянки. Розміщення будівель і споруд повинно забезпечувати природне або організоване відведення поверхневих вод, запобігати підтопленню складських зон, виробничого корпусу і транспортних майданчиків. Для підприємства, яке працює з зерном і сухими харчовими продуктами, захист від надмірної вологи має принципове значення. Накопичення води біля зерносховищ, складу готової продукції або транспортних рамп може негативно впливати на санітарний стан території та умови зберігання. Тому генеральний план повинен передбачати систему водовідведення, ухили покриттів, дощову каналізацію і благоустрій території.

Благоустрій території не є другорядним елементом проєкту. Для харчового підприємства він має санітарне, виробниче та експлуатаційне значення. Територія повинна мати тверде покриття на транспортних шляхах, майданчиках розвантаження і навантаження, біля складів і виробничого корпусу. Це зменшує запиленість, полегшує прибирання, запобігає занесенню бруду у виробничі приміщення. Вільні ділянки доцільно озеленювати, але без створення зон, які ускладнюють догляд або можуть сприяти накопиченню шкідників. Озеленення повинно виконувати також захисну і санітарну функцію, відокремлюючи підприємство від зовнішнього середовища і поліпшуючи мікроклімат території.

Протипожежні вимоги також мають бути враховані на рівні генерального плану. Підприємство, яке працює із зерном, сухими продуктами, тарою і пакувальними матеріалами, потребує чіткої організації протипожежних розривів, під'їздів для пожежного транспорту, джерел водопостачання і безпечного розміщення енергетичних об'єктів. Будівлі

повинні бути розташовані так, щоб у разі аварійної ситуації забезпечувався доступ до них із різних боків. Внутрішні дороги мають бути придатні для руху спеціальної техніки. Необхідно уникати надмірного ущільнення забудови, оскільки це ускладнює евакуацію, обслуговування і протипожежний захист.

Інженерні мережі на генеральному плані повинні бути організовані раціонально і з урахуванням подальшої експлуатації. До них належать електропостачання, водопостачання, каналізація, теплопостачання або паропостачання, стиснене повітря, зв'язок, система пожежного водопостачання, зливово каналізація. Розміщення інженерних мереж повинно забезпечувати мінімальну довжину комунікацій, зручність ремонту і відсутність конфлікту з транспортними шляхами та фундаментами будівель. Для підприємства з переробки ячменю важливо, щоб енергетичні об'єкти були розміщені поблизу основних споживачів, але з дотриманням вимог безпечної експлуатації.

Під час розробки генерального плану необхідно враховувати можливість перспективного розвитку підприємства. Завод із переробки ячменю у продукти швидкого приготування може в майбутньому збільшувати продуктивність, розширювати асортимент, добудовувати складські приміщення, встановлювати додаткові лінії фасування або збільшувати місткість зберігання сировини. Якщо генеральний план одразу не передбачає резервних площ, подальше розширення може бути складним, дорогим або технологічно невдалим. Тому на території доцільно залишати ділянки перспективної забудови, розташовані так, щоб вони не порушували існуючу логіку потоків.

Раціональність генерального плану значною мірою визначається співвідношенням забудованої і вільної території. Надмірно щільна забудова ускладнює рух транспорту, обслуговування будівель, протипожежний захист і майбутню модернізацію. Занадто розріджена забудова збільшує довжину транспортних та інженерних зв'язків, підвищує витрати на благоустрій і

експлуатацію. Тому оптимальне рішення повинно забезпечувати компактність, але не створювати тісноти. Для зернопереробного підприємства доцільним є таке планування, за якого сировинна, виробнича і складська частини розташовані послідовно, а допоміжні об'єкти - у місцях, зручних для обслуговування, але не в центрі основних потоків.

Розміщення підприємства відносно зовнішніх транспортних комунікацій має велике значення. Якщо завод отримує ячмінь автомобільним транспортом, важливими є зручні під'їзди до автомобільних доріг, достатня ширина в'їздів, можливість очікування транспорту без блокування загальної дороги. Якщо передбачено залізничне постачання або відвантаження, генеральний план повинен враховувати положення залізничної колії, фронти розвантаження, безпеку перетину з автомобільними шляхами і зв'язок із складами з сировиною. У будь-якому випадку підприємство не повинно створювати транспортне перевантаження прилеглої території.

Для підприємства з переробки ячменю у продукти швидкого приготування важливо забезпечити чітке розділення вхідного і вихідного контролю. Вхідний контроль пов'язаний із зерном, його якістю, кількістю і придатністю до переробки. Вихідний контроль стосується готової продукції, її фасування, маркування, відповідності показникам якості та умовам відвантаження. На генеральному плані це реалізується через розділення сировинної і готової частин підприємства, раціональне розташування лабораторії, складів, транспортних майданчиків і служб контролю. Таке планування сприяє дотриманню виробничої дисципліни.

Санітарно-захисна організація території передбачає не лише відокремлення підприємства від житлової забудови, а й внутрішню систему захисту від забруднення. На території повинні бути передбачені місця для збирання побутових і виробничих відходів, але вони мають розташовуватися поза чистими зонами і мати зручний під'їзд для вивезення. Контейнери, майданчики для відходів і господарські ділянки не повинні межувати зі складом готової продукції або входами до виробничих приміщень. Важливим

є регулярне прибирання території, але це питання повинно бути підтримане правильним плануванням, твердими покриттями і зручними під'їздами.

Генеральний план має забезпечувати також охорону території. Харчове підприємство повинно мати контрольований периметр, огорожу, освітлення, пропускну систему, обмеження доступу сторонніх осіб до виробничих і складських зон. Це пов'язано не тільки з майновою безпекою, а й із вимогами харчової безпеки. Неконтрольований доступ до сировини, тари або готової продукції є неприпустимим. Тому в'їзди, проходи, складські зони і виробничі корпуси повинні бути організовані так, щоб контроль переміщень був простим і ефективним.

Окремо слід зазначити значення розташування складу готової продукції у структурі генерального плану. Продукти швидкого приготування з ячменю зазвичай мають меншу масову щільність порівняно із зерном або традиційними крупами у нефасованому вигляді, а після фасування займають значний складський об'єм. Тому склад готової продукції повинен мати достатню площу, зручну висоту, можливість механізованого переміщення, сухий режим зберігання і раціональний зв'язок із відвантажувальною зоною. Його не можна розміщувати у залишковому або другорядному місці території, оскільки від роботи складу залежить ритмічність реалізації продукції.

У генеральному плані потрібно передбачати і внутрішньовиробничі зв'язки, які не завжди помітні на рівні загальної схеми. До них належать рух піддонів, тари, пакувальних матеріалів, запасних частин, санітарного інвентарю, лабораторних проб, персоналу технічного обслуговування. Якщо ці потоки не продумані, на підприємстві виникають зайві переміщення, перехрещення і втрати часу. Для заводу з виробництва продуктів швидкого приготування особливо важливим є раціональний рух пакувальних матеріалів і фасованої продукції, оскільки вони є чутливими до забруднення, пошкодження і нераціонального складування.

Планувальні рішення повинні враховувати вимоги до мікроклімату і умов зберігання. Склади з сировиною, склад тари і склад готової продукції мають різні експлуатаційні умови, тому їх не слід об'єднувати без належного функціонального поділу. Зерно потребує умов, що забезпечують збереження якості сировини; пакувальні матеріали потребують чистоти і сухості; готова продукція потребує стабільних умов зберігання, захисту від вологи, шкідників і сторонніх запахів. Генеральний план повинен створювати передумови для такого розділення через правильне розміщення будівель, складів і транспортних зон.

3.2 . Архітектурно-будівельні рішення

Архітектурно-будівельні рішення підприємства з переробки ячменю у продукти швидкого приготування мають забезпечувати не лише розміщення виробничих, складських, адміністративно-побутових і допоміжних приміщень, а й створення належних умов для стабільного функціонування зернопереробного виробництва. Для підприємств круп'яної промисловості будівельна частина проєкту має безпосередній зв'язок із якістю готової продукції, санітарним станом виробництва, безпекою працівників, енергоефективністю, пожежною безпекою та можливістю подальшої модернізації.

Підприємство з переробки ячменю у продукти швидкого приготування належить до об'єктів харчової і зернопереробної промисловості. Його будівлі повинні відповідати вимогам до промислових, складських, адміністративно-побутових, інженерних і допоміжних споруд. Під час проєктування необхідно враховувати чинні державні будівельні норми, санітарні вимоги, правила пожежної безпеки, охорони праці, енергоефективності та безпечної експлуатації. Окремі групи приміщень регламентуються різними нормативними документами. Зокрема, для адміністративних і побутових будівель виробничих підприємств застосовують ДБН В.2.2-28:2010, який встановлює вимоги до проєктування нових і реконструйованих

адміністративних та побутових будинків і споруд виробничих підприємств. Для складських будівель актуальними є положення ДБН В.2.2-43:2021, який визначає основні вимоги до складських будівель. Загальні вимоги пожежної безпеки будинків і споруд визначаються ДБН В.1.1-7:2016, що охоплює обмеження поширення пожежі, безпечну евакуацію людей, умови гасіння пожежі та застосування систем протипожежного захисту.

Архітектурно-будівельна частина проєкту повинна бути узгоджена з генеральним планом підприємства. Якщо генеральний план визначає розміщення будівель на території, то архітектурно-будівельні рішення деталізують їхню внутрішню структуру, поверховість, об'ємно-планувальну схему, конструктивну систему, матеріали, інженерну підготовку, санітарні умови, протипожежний захист і експлуатаційну придатність. Для підприємства, що виробляє харчові продукти з ячменю, важливо забезпечити чітке функціональне розмежування приміщень: виробничих, складських, лабораторних, адміністративних, побутових, технічних і допоміжних. Таке розмежування створює передумови для дотримання санітарного режиму, контролю якості, безпечного руху персоналу і недопущення перехрещення потоків сировини, тари, готової продукції та побічних продуктів.

Головний виробничий корпус є центральним об'єктом підприємства. Його архітектурно-будівельне рішення повинно враховувати характер зернопереробного виробництва, наявність обладнання різної висоти, потребу у вертикальних і горизонтальних виробничих зв'язках, вимоги до пиловидалення, освітлення, вентиляції, шумозахисту і технічного обслуговування. У круп'яній промисловості виробничі корпуси часто мають багатоповерхову або комбіновану структуру, що пов'язано з гравітаційним переміщенням зернових продуктів і раціональним розміщенням обладнання.

Об'ємно-планувальна структура виробничого корпусу повинна передбачати достатню висоту приміщень, можливість монтажу, демонтажу і ремонту обладнання, розміщення аспіраційних, вентиляційних, електротехнічних і транспортних комунікацій, а також безпечні проходи для

персоналу. Ширина проходів, розташування сходів, майданчиків, дверей і воріт повинні забезпечувати зручне обслуговування виробничих приміщень та евакуацію людей. Усі приміщення мають бути спроектовані так, щоб у них не утворювалися важкодоступні ділянки, де може накопичуватися пил або забруднення. Для підприємства, яке працює з зерновою сировиною і сухими харчовими продуктами, це має особливе значення, оскільки пил і залишки продуктів можуть погіршувати санітарний стан, створювати ризики для якості продукції та ускладнювати прибирання.

Конструктивна система виробничого корпусу повинна відповідати навантаженням від обладнання, перекриттів, транспортних систем, інженерних мереж і складованих матеріалів. Для таких об'єктів доцільно застосовувати каркасні конструктивні схеми, які забезпечують вільніше планування внутрішнього простору, можливість реконструкції та встановлення обладнання з різними габаритами. Колони, балки, перекриття і фундаменти повинні розраховуватися з урахуванням статичних і динамічних навантажень. Особливої уваги потребують ділянки, де можливі вібрації, робота транспортного обладнання або розміщення важких агрегатів. Будівельні конструкції не повинні сприяти передачі надмірних вібрацій на суміжні приміщення, оскільки це впливає на умови праці, точність роботи обладнання і довговічність будівлі.

Фундаменти виробничих і складських будівель проєктують з урахуванням інженерно-геологічних умов майданчика, глибини промерзання ґрунту, рівня ґрунтових вод, навантажень від конструкцій і обладнання. Для зернопереробного підприємства важливо забезпечити стійкість будівель, відсутність нерівномірних осідань, захист від вологи і довговічність підземних конструкцій. У зонах розміщення важкого обладнання можуть передбачатися окремі фундаменти або посилені ділянки. При цьому будівельне рішення повинно враховувати можливість ремонту, заміни або модернізації обладнання без порушення несучої здатності основних конструкцій.

Стіни, перегородки, підлоги і стелі у виробничих приміщеннях повинні відповідати санітарним та експлуатаційним вимогам харчового виробництва. Поверхні мають бути міцними, рівними, стійкими до очищення, не повинні накопичувати пил, вологу або залишки продукту. Для приміщень, де можливе сухе забруднення зерновим пилом, особливо важливо уникати виступів, щілин, необроблених поверхонь і конструктивних елементів, які ускладнюють прибирання. Внутрішнє оздоблення повинно забезпечувати гігієнічність, довговічність і можливість регулярного санітарного догляду. Матеріали не повинні виділяти сторонніх запахів або речовин, здатних впливати на якість готової продукції.

Підлоги у виробничих приміщеннях мають витримувати механічні навантаження, бути рівними, неслизькими, стійкими до стирання і зручними для прибирання. У місцях руху візків, навантажувачів, піддонів або тари необхідно передбачати покриття підвищеної міцності. У приміщеннях сухого виробництва підлоги повинні запобігати пилінню і руйнуванню поверхні. У складських приміщеннях для готової продукції підлоги мають забезпечувати безпечне зберігання продукції на піддонах, рух складської техніки і захист від вологи. Наявність тріщин, нерівностей або відкритих швів є небажаною, оскільки це ускладнює прибирання і може сприяти накопиченню забруднень.

Складські будівлі підприємства мають відповідати характеру продукції, що зберігається. Сировинні склади для ячменю, склади тари, склади готової продукції та склади побічних продуктів не повинні мати однакою архітектурно-будівельну логіку, оскільки їхнє функціональне призначення різне. Сировинні склади пов'язані з прийманням і зберіганням зерна. Склади готової продукції пов'язані з фасованими харчовими продуктами, які потребують сухих, чистих і стабільних умов. Склад тари повинен бути відокремлений від джерел пилу, вологи і сторонніх запахів. Склад побічних продуктів доцільно організовувати так, щоб він не впливав на чисті зони підприємства. Проектування складських будівель має здійснюватися з

урахуванням чинних вимог до складських об'єктів, зокрема ДБН В.2.2-43:2021.

Склад готової продукції є особливо важливим об'єктом для підприємства з виробництва продуктів швидкого приготування. Готова продукція зазвичай фасується у споживчу або транспортну тару, має товарний вигляд і потребує захисту від зволоження, механічного пошкодження, забруднення та шкідників. Архітектурно-будівельні рішення складу повинні забезпечувати достатню площу, раціональну висоту, можливість механізованого переміщення, чітке зонування за партіями, сухість і належний санітарний стан. Стіни, підлоги, двері, ворота, рампи і вентиляційні елементи повинні бути виконані так, щоб запобігати проникненню атмосферної вологи, пилу, гризунів, комах і сторонніх запахів. Для такого складу важливо передбачити умови, за яких якість продукції не погіршується протягом усього періоду зберігання.

Адміністративно-побутові приміщення підприємства повинні відповідати вимогам до будівель і споруд виробничих підприємств. ДБН В.2.2-28:2010 встановлює вимоги до проектування адміністративних і побутових будинків та споруд виробничих підприємств, включаючи нові та реконструйовані об'єкти. Для заводу з переробки ячменю такі приміщення мають забезпечувати нормальні умови праці, санітарно-побутове обслуговування персоналу, адміністративне управління, охорону праці, виробничі наради, зберігання документації і контроль доступу. До їх складу можуть входити гардеробні, душові, санітарні вузли, кімнати приймання їжі, приміщення для відпочинку, кабінети адміністрації, приміщення служби якості, охорони праці та технічного персоналу.

Побутові приміщення повинні бути розташовані так, щоб персонал міг переходити до виробничої зони без перетину з вантажними потоками сировини, готової продукції або побічних продуктів. Це важливо не лише для безпеки працівників, а й для санітарної організації харчового виробництва. У побутових приміщеннях слід забезпечити розділення особистого, робочого і

санітарного маршрутів персоналу. Для харчових підприємств це має особливе значення, оскільки працівники можуть бути джерелом вторинного забруднення продукції, якщо рух персоналу організований неправильно. Архітектурно-будівельне рішення повинно створювати умови для дотримання правил особистої гігієни і виробничої санітарії.

Лабораторні приміщення на підприємстві з переробки ячменю повинні бути передбачені для контролю сировини, готової продукції і виробничих показників. Їх розміщення має забезпечувати зручний зв'язок із прийнятною зоною, виробничим корпусом і складом готової продукції, але без небажаного контакту з пиловими або шумовими ділянками. Лабораторія повинна мати приміщення, придатні для аналітичної роботи, з достатнім освітленням, вентиляцією, водопостачанням, електропостачанням і робочими поверхнями. Архітектурно-будівельне рішення лабораторії повинно забезпечувати чистоту, точність контролю і безпечні умови праці персоналу.

Санітарні вимоги до підприємств харчової промисловості повинні враховувати специфіку сировини, продукції та виробничого середовища. Для об'єктів зернопереробної промисловості особливого значення набувають захист від пилу, недопущення забруднення готової продукції, боротьба зі шкідниками, підтримання належної чистоти приміщень і забезпечення гігієни персоналу. Санітарні правила, розміщені в офіційних нормативних джерелах, підкреслюють значення особистої гігієни обслуговуючого персоналу для підприємств харчового профілю. Для підприємства з переробки ячменю це означає, що архітектурно-будівельна частина повинна передбачати не лише виробничі площі, а й належні умови для санітарного контролю, переодягання, миття рук, зберігання санітарного одягу та розділення чистих і умовно забруднених зон.

Вентиляція і аспіраційне забезпечення є важливими складовими архітектурно-будівельного проєктування. У зернопереробних підприємствах пил може утворюватися в різних виробничих і складських ділянках. Будівля повинна бути пристосована до розміщення повітроводів, вентиляторів,

фільтрувального обладнання, шахт, технічних майданчиків і зон обслуговування. Вентиляційні системи повинні забезпечувати допустимі параметри повітряного середовища, зменшувати запиленість, підтримувати санітарні умови і сприяти безпечній експлуатації. В архітектурному плані це означає потребу у технічних просторах, проходах, монтажних отворах, несучих елементах для кріплення обладнання і можливості доступу до систем для огляду та ремонту.

Освітлення виробничих і складських приміщень повинно забезпечувати безпечну роботу персоналу, контроль якості, обслуговування обладнання і санітарне прибирання. Архітектурно-будівельне рішення має враховувати природне і штучне освітлення. У виробничих приміщеннях природне освітлення бажане, але його використання не повинно погіршувати санітарний режим або спричиняти перегрівання. Віконні прорізи мають бути доступними для очищення, захищеними від проникнення шкідників і пилу. У складських приміщеннях освітлення повинно забезпечувати зручність ідентифікації партій, маркування, контролю стану тари і безпечного переміщення складської техніки.

Пожежна безпека є одним із найважливіших розділів архітектурно-будівельного проектування підприємства з переробки ячменю. Зерно, сухі продукти, пил, тара і пакувальні матеріали можуть створювати підвищену пожежну небезпеку. Тому будівлі та приміщення повинні бути спроектовані з урахуванням категорій за пожежною небезпекою, ступеня вогнестійкості конструкцій, протипожежних відсіків, евакуаційних шляхів, систем виявлення і гасіння пожежі, димовидалення та доступу пожежно-рятувальних підрозділів. ДБН В.1.1-7:2016 встановлює загальні вимоги пожежної безпеки для будинків і споруд різного призначення, включаючи обмеження поширення пожежі, евакуацію людей і умови гасіння.

Евакуаційні шляхи повинні бути простими, зрозумілими і доступними з усіх робочих зон. Сходові клітки, коридори, двері, виходи на зовні і проходи повинні відповідати кількості працівників, поверховості будівлі,

функціональному призначенню приміщень і рівню пожежної небезпеки. У виробничому корпусі необхідно уникати складних маршрутів евакуації, тупикових ділянок і перешкод, які можуть ускладнити вихід людей. Двері евакуаційних виходів повинні бути розташовані так, щоб персонал мав можливість швидко залишити небезпечну зону. У багатоповерхових виробничих будівлях особливо важливо забезпечити достатню кількість сходових кліток і протипожежне відокремлення шляхів евакуації.

Протипожежні перешкоди між приміщеннями різного призначення мають велике значення. Сировинні, виробничі, складські, тарні, технічні та адміністративні приміщення можуть мати різний рівень пожежної небезпеки, тому між ними слід передбачати протипожежні стіни, перегородки, перекриття або двері відповідного класу. Особливо уважно слід відокремлювати приміщення з пакувальними матеріалами, електротехнічні приміщення, теплогенераторні або котельні, склади побічних продуктів і склад готової продукції. Таке відокремлення обмежує поширення пожежі та дає час для евакуації і локалізації аварійної ситуації.

Вибір будівельних матеріалів повинен враховувати вогнестійкість, санітарність, довговічність, ремонтпридатність і стійкість до експлуатаційних впливів. У виробничих і складських приміщеннях не допускаються матеріали, які легко руйнуються, утворюють пил, погано очищаються або виділяють сторонні запахи. Оздоблювальні матеріали повинні відповідати умовам сухого харчового виробництва, бути стійкими до періодичного прибирання і не сприяти накопиченню забруднень. Для зовнішніх огорожувальних конструкцій важливими є теплоізоляційні властивості, захист від атмосферної вологи, довговічність і здатність підтримувати стабільний мікроклімат у приміщеннях.

Температурно-вологісний режим будівель має велике значення для збереження якості сировини, тари і готової продукції. Ячмінь, круп'яні продукти і продукти швидкого приготування чутливі до надмірної вологості. Тому будівельні конструкції повинні захищати приміщення від проникнення

атмосферної вологи, конденсату і ґрунтової вологи. Покрівлі, водостоки, фундаменти, підлоги, стіни і стики конструкцій повинні бути виконані так, щоб не допускати протікань, промерзання і утворення конденсату. У складських приміщеннях особливо важливо забезпечити сухість і стабільність умов зберігання.

Покрівлі виробничих і складських будівель повинні бути надійними, водонепроникними, придатними для експлуатації в конкретних кліматичних умовах і зручними для обслуговування. Протікання покрівлі на підприємстві, яке працює з сухими харчовими продуктами, є неприпустимим, оскільки воно може призвести до псування сировини, тари або готової продукції. Водовідведення з покрівель має бути організоване так, щоб вода не потрапляла на завантажувальні рампи, входи, вентиляційні отвори або біля фундаментів. У місцях розташування вентиляційного і аспіраційного обладнання потрібно передбачати безпечний доступ для технічного обслуговування.

Ворота, двері, рампи і завантажувальні вузли повинні відповідати логістиці підприємства. Для сировинних і складських зон потрібні ворота, які забезпечують безпечне приймання і відвантаження без потрапляння опадів у приміщення. Склад готової продукції повинен мати навантажувальні пристрої, що захищають фасовану продукцію від атмосферних впливів під час відвантаження. Двері між приміщеннями повинні відповідати санітарному і протипожежному призначенню перегородок. У місцях інтенсивного руху персоналу і вантажів необхідно передбачати зносостійкі конструкції, які легко очищуються та не створюють небезпечних порогів або перепадів.

Архітектурно-будівельне рішення повинно враховувати шум і вібрацію. Зернопереробне обладнання, вентилятори, транспортери, компресори та інші технічні установки можуть створювати шумове навантаження. Будівельні конструкції повинні знижувати поширення шуму до адміністративних, побутових і лабораторних приміщень. Технічні

приміщення доцільно відокремлювати від зон постійного перебування персоналу. У разі розміщення обладнання з вібраційним впливом слід передбачати конструктивні рішення, що запобігають пошкодженню будівель і погіршенню умов праці.

Особливу увагу потрібно приділити доступності для технічного обслуговування. Будівля повинна не лише розміщувати обладнання, а й забезпечувати його ремонт, очищення, огляд і заміну. Для цього необхідні монтажні прорізи, вантажні майданчики, технічні проходи, сходи, люки, кран-балки або інші засоби залежно від габаритів обладнання. Якщо архітектурно-будівельне рішення не передбачає можливості обслуговування, підприємство швидко стикається з проблемами експлуатації. Для заводу з переробки ячменю це особливо важливо, оскільки стабільність роботи обладнання впливає на якість і ритмічність випуску продукції.

Енергоефективність будівель є важливим чинником сучасного проєктування. Виробництво продуктів швидкого приготування потребує значних витрат енергії на роботу обладнання, вентиляцію, освітлення, теплові процеси, складське забезпечення і побутові потреби. Архітектурно-будівельні рішення повинні сприяти зменшенню непродуктивних втрат тепла, раціональному використанню природного освітлення, ефективній теплоізоляції огорожувальних конструкцій і зручному розміщенню інженерних систем. Енергоефективна будівля знижує експлуатаційні витрати і підвищує економічну стійкість підприємства.

Зовнішній вигляд виробничих будівель також має значення, хоча для промислового об'єкта він підпорядковується функціональності. Архітектура підприємства повинна бути стриманою, раціональною і відповідною до його виробничого призначення. Фасади мають забезпечувати довговічність, захист від погодних чинників і можливість утримання в належному стані. В адміністративно-побутовій частині допускається більш виразне архітектурне рішення, оскільки вона формує вхідну зону підприємства. Водночас надмірна

декоративність не повинна ускладнювати експлуатацію або суперечити промислового характеру об'єкта.

Будівлі підприємства повинні бути пристосовані до санітарного прибирання і дезінсекційних заходів. У зернопереробній промисловості ризик появи шкідників пов'язаний із наявністю зерна, круп'яних продуктів, пилу і залишків сировини. Тому архітектурно-будівельні рішення повинні мінімізувати місця можливого накопичення продуктів і проникнення шкідників. Необхідно передбачати щільне прилягання дверей і воріт, захист вентиляційних отворів, відсутність щілин у стінах і підлогах, легкий доступ до зон прибирання. Такі вимоги безпосередньо впливають на харчову безпеку готової продукції.

Водопостачання і каналізація повинні бути передбачені відповідно до потреб підприємства. Хоча виробництво сухих зернових продуктів не завжди потребує великих обсягів води у виробничих приміщеннях, вода необхідна для санітарно-побутових потреб, лабораторії, прибирання, пожежогасіння та окремих виробничих ділянок. Каналізаційні мережі повинні бути організовані так, щоб не створювати ризику забруднення складських і виробничих приміщень. У місцях, де можливе миття або вологе прибирання, підлоги повинні мати відповідні ухили і трапи, якщо це передбачено режимом експлуатації. Для сухих приміщень зайве зволоження є небажаним, тому будівельне рішення має враховувати баланс між санітарними потребами і захистом продукції від вологи.

Електротехнічні приміщення, трансформаторні, щитові та інші технічні об'єкти повинні бути відокремлені, доступні для обслуговування і захищені від пилу та вологи. Їх не слід розміщувати у місцях, де можливе забруднення зерновим пилом або випадкове пошкодження транспортом. Для підприємства харчової промисловості важливо також забезпечити безперервність електропостачання критичних систем: вентиляції, освітлення, протипожежного захисту, контролю і безпеки. Архітектурно-будівельна

частина повинна забезпечити відповідні приміщення і канали для прокладання електричних мереж.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Наукове обґрунтування

У загальній структурі використання світового врожаю ячменю переважає кормовий напрям – приблизно 65–75 %. На солодову і технічну переробку спрямовується орієнтовно 15–30 %, причому основна частина цього зерна використовується для виробництва солоду. Пряме харчове використання, зокрема круп'яне виробництво, є значно меншим і становить приблизно 2–5 %, а власне круп'яний напрям – близько 1–3 % світового виробництва.

Особливий інтерес для круп'яної промисловості становлять голозерні форми ячменю. Їх основною технологічною перевагою є відсутність щільно прикріплених до зернівки квіткових плівок, які у плівчастих форм ячменю потребують інтенсивного видалення під час лущення. Завдяки цьому голозерний ячмінь може забезпечувати є вищий вихід доброякісного ядра та нижче утворення побічних продуктів у вигляді лузги, борошенця і частинок подрібненого ядра в процесі переробки.

Метою роботи є визначення технологічних властивостей зерна голозерного ячменю сорту «Ахіллес» врожаю 2025 року та оцінювання його придатності для переробки круп'яні продукти за показниками крупності, вирівняності, фракційного складу, натури, маси 1000 зерен, плівчастості, вмісту дрібного зерна і домішок.

Голозерний ячмінь сорту «Ахіллес» врожаю 2025 року є перспективною сировиною для круп'яного виробництва, оскільки поєднує відсутність міцно прикріплених квіткових плівок із достатньо високими показниками вирівняності, натури та маси 1000 зерен. На відміну від

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.І.1.7			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Шевчук В.О.				Розділ 4	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Кустов І.О.						48	
Консультант						ОНТУ, ТЗХ-41		
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.							

плівчастих форм ячменю, у яких частка квіткових плівок може становити 10–15 %, зерно голозерного типу після обмолоту надходить у зернову масу переважно без жорстко зв'язаних із зернівкою оболонок, що має безпосереднє значення для подальшого використання для переробки в крупи. За результатами досліджень зерно сорту «Ахіллес» врожаю 2025 року характеризувалося довжиною зернівки 7,3–8,6 мм, шириною 2,1–3,8 мм і товщиною 1,8–3,1 мм. Отримані значення свідчать про достатню стабільність геометричних характеристик зерна, що важливо для підбору ситових поверхонь під час очистки, калібрування та підготовки сировини до переробки.

Аналіз фракційного складу показав, що основна частина зерна сорту «Ахіллес» зосереджена у крупній і середній фракціях, які є найбільш цінними для круп'яного виробництва. Частка зерна, одержаного сходом із сита $2,4 \times 20$ мм, становила близько 12,8 %, тоді як основна технологічна фракція $2,4 \times 20 / 2,0 \times 20$ мм складала 46,2 %. Ще 36,4 % зерна було віднесено до фракції $2,0 \times 20 / 1,8 \times 20$ мм. Частка дрібного зерна, що проходила через сито $1,8 \times 20$ мм, не перевищувала 4,6 %. Такий розподіл свідчить про добру вирівняність зернової маси та її придатність для круп'яної переробки, оскільки сумарна частка основних технологічно цінних фракцій становила понад 82 %. Невисокий вміст дрібного зерна є важливою ознакою якості, оскільки дрібна фракція під час шліфування інтенсивніше стирається, утворює більшу кількість борошенця і частинок подрібненого ядра, що може знижувати вихід готової продукції. У досліджуваному зразку частка дрібного зерна залишалася нижчою за граничні значення, характерні для зерна круп'яного призначення, тому зерно сорту «Ахіллес» 2025 року можна вважати придатним за цими показниками для виробництва якісної ячмінної крупи та плющеного ядра.

Плівчастість зерна голозерного ячменю сорту «Ахіллес» врожаю 2025 року становила 4,8 %, що дещо перевищує мінімальні значення для голозерних форм, але не є критичним для круп'яної переробки. Наявність

незначної кількості плівчастого або частково необмолоченого зерна може бути пов'язана з умовами вирощування, режимами збирання та ефективністю обмолоту. У технологічному процесі така домішка може бути частково видалена під час попередньої очистки та калібрування зернової маси на ситових сепараторах, трієрах і падді-машинах. Крім того, залишкова частка плівчастого зерна у голозерному ячменю за умови правильно підібраного режиму шліфування не створює істотних перешкод для одержання якісного готового продукту, оскільки оболонки такого зерна можуть бути видалені в процесі обробки. Водночас перевищення плівчастості понад 5 % потребує більш уважного контролю зернової маси перед переробкою, оскільки надлишкова кількість плівчастого зерна може збільшувати навантаження на шліфувальні системи та підвищувати вихід побічних продуктів.

Важливими показниками технологічної оцінки зерна є натура та маса 1000 зерен. Для досліджуваного зразка голозерного ячменю сорту «Ахіллес» натура становила 738 г/л, що є високим значенням для зерна продовольчого і круп'яного призначення. Висока натура свідчить про добру виповненість зернівки, щільність зернової маси та потенційно високий вихід доброякісного ядра після шліфування. Маса 1000 зерен становила 44,6 г, що також підтверджує достатню крупність і виповненість зерна. Поєднання високої натури з масою 1000 зерен понад 44 г є позитивною ознакою для виробництва круп'яних продуктів, оскільки таке зерно краще витримує технологічну обробку, забезпечує вищу частку цілого ядра і меншу кількість борошенця. За таких показників можна прогнозувати стабільний перебіг процесів шліфування, сортування продуктів шліфування та подальшої переробки шліфованого ядра в круп'яні продукти.

За вмістом домішок зерно сорту «Ахіллес» врожаю 2025 року відповідало вимогам до продовольчого зерна. Масова частка смітної домішки становила 1,6 %, зернової домішки – 5,9 %. Такі значення не перевищують допустимих меж для ячменю продовольчого призначення, де вміст смітної домішки повинен бути не більше 2,0 %, а зернової – не більше 7,0 %.

Невисокий вміст смітної домішки зменшує навантаження на зерноочисне обладнання та сприяє кращій підготовці зернової маси до переробки.

Зерно голозерного ячменю сорту «Ахіллес» врожаю 2025 року за комплексом технологічних показників є придатним для використання в якості сировини для круп'яної промисловості. За умови проведення науково обґрунтованого технологічного процесу прогнозований вихід готової продукції може становити 77–84 %. Найбільш раціональними напрямками використання такого зерна є виробництво шліфованої ячмінної крупи, плющеного ядра, борошна спеціального призначення, продуктів функціонального призначення з підвищеним вмістом β -глюканів. Це дає підстави розглядати голозерний ячмінь сорту «Аліллес» урожаю 2025 року як цінну сировину для розширення асортименту круп'яних продуктів зі стабільними споживчими властивостями.

4.2 Вимоги до показників якості сировини та розрахунок помельної партії

Якість сировини є одним із визначальних чинників ефективної роботи підприємства з переробки ячменю у продукти швидкого приготування. Для круп'яного виробництва ячмінь не може розглядатися лише як масова зернова сировина, придатна до переробки за загальними товарними ознаками. Його якість повинна оцінюватися з урахуванням продовольчої придатності, технологічної цінності, безпечності, однорідності партії, стабільності фізико-хімічних показників і здатності забезпечувати прогнозований вихід готової продукції. Особливе значення має формування помельної партії, оскільки саме від правильного поєднання окремих партій ячменю залежить стабільність виробничого потоку, рівномірність властивостей напівпродуктів і відповідність готових продуктів швидкого приготування встановленим вимогам.

У круп'яній промисловості поняття помельної партії доцільно розглядати як виробничо підготовлену суміш зерна, складену з однієї або

кількох однорідних за якістю партій ячменю, призначену для стабільної переробки протягом визначеного часу. На відміну від випадкового змішування зерна, розрахунок помельної партії має бути обґрунтованим. Він повинен враховувати показники вологості, натури, крупності, вирівняності, плівчастості, вмісту смітної та зернової домішки, кількості дрібного і щуплого зерна, вмісту пошкоджених зерен, органолептичний стан, зараженість шкідниками, а також показники безпечності. Метою такого розрахунку є отримання партії, яка відповідає вимогам до продовольчої сировини і забезпечує стабільні технологічні властивості під час переробки.

Нормативною основою для оцінки зерна ячменю є ДСТУ 3769-98 “Ячмінь. Технічні умови”, який поширюється на зерно ячменю, що постачається для продовольчих, технічних, кормових цілей, пивоварної промисловості та експорту. У стандарті зазначено обов’язкові вимоги, що забезпечують безпеку життя і здоров’я населення, тварин і довкілля, зокрема щодо стану, запаху, кольору, смітної, мінеральної і шкідливої домішки, фузаріозних і сажкових зерен та інших показників. Для готової ячмінної круп’яної продукції важливе значення має ДСТУ 7700:2015 “Крупи ячмінні. Технічні умови”, який поширюється на ячмінні крупи, призначені для продовольчих потреб і експортування, та містить обов’язкові вимоги до круп, що гарантують безпеку життя і здоров’я людини.

Для підприємства з переробки ячменю у продукти швидкого приготування нормативна відповідність є лише мінімальною умовою. Сировина повинна не тільки відповідати стандарту, а й бути технологічно придатною до виробництва продукції з підвищеними споживчими властивостями. Продукти швидкого приготування висувають підвищені вимоги до однорідності вихідного зерна, оскільки нерівномірна сировина ускладнює формування стабільного за якістю готового продукту. Тому вхідний контроль ячменю має бути спрямований на оцінку не лише безпечності, а й виробничої цінності кожної партії.

Першою групою показників якості сировини є органолептичні ознаки. Ячмінь, призначений для продовольчої переробки, повинен мати властиві культурі колір і запах, бути без ознак затхлості, пліснявіння, самозігрівання, сторонніх запахів, слідів псування або забруднення. Зерно із затхлим, пліснявим, солодовим, кислим, хімічним або іншим стороннім запахом не може використовуватися для виробництва харчових продуктів. Органолептична оцінка має велике практичне значення, оскільки дає змогу швидко виявити партії підвищеного ризику. Проте вона не замінює лабораторних аналізів, а лише визначає необхідність поглибленої перевірки.

Другим важливим показником є вологість зерна. Для круп'яного виробництва вологість має подвійне значення. З одного боку, вона визначає стійкість зерна під час зберігання. Підвищена вологість сприяє розвитку мікрофлори, самозігріванню, зниженню сипкості та погіршенню якості. З іншого боку, вологість впливає на структурно-механічні властивості зерна і його поведінку під час виробничої переробки. Надмірно сухе зерно може мати підвищену крихкість, що збільшує кількість частинок подрібненого ядра і борошенця.

Натура зерна характеризує масу певного об'єму зернової маси і є непрямим показником виповненості, щільності та загального стану зерна. Вища натура зазвичай свідчить про краще виповнене зерно, менший вміст щуплих зерен і вищу потенційну цінність для переробки. Низька натура може бути пов'язана з підвищеним вмістом дрібного, щуплого, пошкодженого або недорозвиненого зерна, а також із засміченістю. Для виробництва продуктів швидкого приготування бажано використовувати ячмінь із достатньо високою натурою, оскільки така сировина краще забезпечує вихід доброякісного ядра і більш рівномірні властивості готової продукції.

Крупність і вирівняність зерна є одними з ключових показників сировини для круп'яного виробництва. Вирівняне зерно легше піддається стабільній підготовці до переробки, дає більш однорідні продукти і забезпечує передбачуваний вихід основної фракції. Наявність значної

кількості дрібного або щуплого зерна знижує технологічну цінність партії. Таке зерно має меншу масу ядра, вищу частку оболонки відносно ендосперми, гірші властивості для отримання якісного круп'яного продукту і може збільшувати кількість побічних фракцій.

Плівчастість є особливо важливою ознакою ячменю. Оскільки ячмінь є плівчастою культурою, співвідношення оболонки і ядра безпосередньо впливає на потенційний вихід готової продукції. Підвищена плівчастість означає більшу частку лузги і, відповідно, нижчий вихід доброякісного ядра. Крім того, зерно з високою плівчастістю потребує інтенсивнішої обробки для отримання круп'яної основи належної якості, що може збільшувати кількість подрібнених частинок. Для виробництва продуктів швидкого приготування бажано використовувати партії з помірною плівчастістю, достатньо виповненим ядром і стабільним співвідношенням анатомічних частин зерна.

Засміченість зерна є показником, який впливає одночасно на безпечність, технологічну ефективність і якість готової продукції. Смітна домішка включає мінеральні, органічні та інші сторонні домішки, які не належать до основного зерна. Зернова домішка охоплює пошкоджені, щуплі, пророслі, биті або інші зерна, що погіршують якість партії. У ДСТУ 3769-98 наведено норми щодо смітної домішки, зокрема мінеральної домішки, гальки, шлаку, руди, зіпсованих зерен, куколю та інших складових залежно від призначення зерна. Для підприємства з виробництва продуктів швидкого приготування важливо прагнути до нижчих фактичних рівнів домішок, ніж максимально допустимі, оскільки продукція має бути чистою, однорідною і придатною до швидкого споживання після короткої підготовки.

Особливу увагу слід приділяти мінеральній домішці. Наявність піску, камінців, грудочок землі, шлаку або металевих частинок є небажаною не лише через погіршення якості, а й через ризик пошкодження обладнання та потрапляння сторонніх включень у продукцію. Для харчового підприємства це є критичним питанням. Тому партії з підвищеним вмістом мінеральної домішки повинні або відбраковуватися, або спрямовуватися на додаткову

підготовку до використання лише після підтвердження відповідності вимогам.

Зараженість шкідниками хлібних запасів є неприпустимою для продовольчої сировини. Ячмінь, призначений для виробництва харчових продуктів, повинен бути здоровим і незараженим. У стандарті для ячменю, який готують для експорту, прямо зазначено, що він повинен бути здоровим, незараженим шкідниками хлібних запасів, мати нормальний запах і колір та відповідати встановленим вимогам. Цей підхід є цілком прийнятним і для сировини, що використовується у виробництві продуктів швидкого приготування, оскільки наявність живих шкідників або слідів зараження погіршує санітарний стан виробництва і може спричинити псування продукції під час зберігання.

До показників безпечності належать вміст токсичних елементів, мікотоксинів, залишкових кількостей пестицидів, радіонуклідів та інших забруднювачів, що регламентуються законодавством і нормативною документацією. Для зернової сировини особливо важливими є мікотоксини, оскільки вони можуть утворюватися внаслідок розвитку плісневих грибів у полі або під час зберігання. Партії з ознаками пліснявіння, самозігрівання, зволоження або нестандартного запаху повинні розглядатися як сировина підвищеного ризику. Для таких партій необхідний поглиблений лабораторний контроль. Навіть якщо органолептичні ознаки не виражені, контроль мікотоксинів може бути потрібний за результатами оцінки ризику, походження зерна, умов вирощування і зберігання.

4.3 Обґрунтування схеми технологічного процесу

На круп'яному заводі планується переробляти ячмінь та отримувати наступні продукти: цілу ячмінну крупу, ячмінні пластівці та цілозернове ячмінне борошно.

Круп'яний завод складається з лінії підготовки зерна ячменю до переробки, лінії переробки зерна ячменю в борошно, крупу та пластівці, лінії фасування та складу готової продукції.

Зерно ячменю подається скребковими конвеєрами марки Makenas MEZK-25 №1 та №2 в металеві силоси для неочищеного зерна. З бункерів за допомогою випускного пристрою Makenas MUSB-200 зерно надходить на гвинтові конвеєри Makenas MEVK-200 №3, 4, 5 та норію Makenas MEKE-314 №1.

Далі зерно ячменю очищується від металоманітної домішки в магнітному сепараторі Б8-БМП та надходить на ваги Makenas METK-058, після яких подається до сепаратора Makenas MESM-100/150 та аспіраційної колонки Makenas MENK-100. Очищене від великих домішок, які виділяються сходом сита 4,0x20, та дрібних домішок, які проходять крізь сито 1,8x20, зерно надходить у каменевідбірник Ocrim TSV-060, що забезпечує відокремлення мінеральної домішки. Відділені на сепараторі домішки гвинтовим конвеєром Makenas MEVK-150 №16 подаються в комбікормовий цех.

Норією Makenas MEKE-314 №2 зерно ячменю піднімається на 3-й поверх у трієрний блок Selis STU-UK-702, який очищує його від домішок, що відрізняються за довжиною. Наступним етапом підготовки зерна є фракціонування в розсійнику Selis STKE-424 на крупну та дрібну фракції. Відокремлені домішки та прохід розсійника Selis STKE-424 крізь сито 1,8x20 подаються на конвеєр Makenas MEVK-150 №16.

Кожна з отриманих фракцій зерна ячменю, крупна та дрібна, подається на магнітний сепаратор Б8-БМП та в лушчильно-шліфувальну машину А1-ЗШН. Після лущення і шліфування суміш за допомогою норій Makenas MEKE-314 №3, 4 надходить на розсійник Selis STKE-424, який здійснює сортування продуктів шліфування. Для зерна ячменю передбачений ще один етап шліфування перед розсійником Selis STKE-424. Для цього додатково

встановлені дві шліфувальні машини А1-ЗШН, які забезпечують більш інтенсивну обробку поверхні зерна.

У результаті сортування продуктів шліфування зерна ячменю на розсійнику Selis STKE-424 отримують борошенце, частинки подрібненого ядра та відшліфоване зерно. Відшліфоване зерно далі за схемою направляють у зволожуючий пристрій Makenas MEVK-200 №6, 7, який являє собою конвеєр, виготовлений з нержавіючої сталі, у який подається вода. Борошенце та частинки подрібненого ядра подають у комбікормовий цех за допомогою конвеєра Makenas MEVK-200 №17.

Далі зволожене зерно ячменю подається в бункери для відволоження. Бункери для відволоження встановлюються окремо для ячменю, що забезпечує дотримання заданого технологічного режиму підготовки зерна до подальшої переробки. Час відволоження складає 4-12 годин залежно від вологості зерна ячменю, його технологічних властивостей та прийнятих режимів технологічного процесу.

Після відволоження зерно ячменю подається конвеєрами Makenas MEVK-200 №8, 9 у пропарювач «Оліс» А9-БПБ. Встановлено конвеєр Makenas MEVK-200 №9 для подачі зерна відразу в бункери для темперування у випадку, якщо технологією не передбачено пропарювання. З бункерів для темперування норією «Оліс» №6, виготовленою із спеціальних полімерних матеріалів, та за допомогою конвеєра Makenas MEVK-200 №11 зерно надходить у магнітний сепаратор Б8-БПБ та на плющильний станок СМФ М-57000.

Далі ячмінні пластівці подаються на просіювач Makenas MESM-100/150, який відділяє борошенце та частинки подрібненого ядра. Після цього за допомогою норії Makenas MEKE-314 №6 пластівці подаються на сушіння в сушарку СХО-500. Виділені борошенце та дрібка надходять у комбікормовий цех. Ячмінні пластівці подають на фасувально-пакувальну установку Makenas МЕРМ-300. Готова продукція зберігається в тарі на складі та безтарно в бункерах.

Для виготовлення цілої ячмінної крупи зерно ячменю відбирають після фракціонування в розсійнику Selis STKE-424 за допомогою перекидного клапана на конвеєр Makenas MEVK-200 №12. Далі крупу подають у дозатор Makenas METK-058, норією Makenas MEKE-314 №9 піднімають на 3-й поверх та подають у бункер для готової продукції.

Для виготовлення цілозернового ячмінного борошна зерно ячменю відбирають так само, як і при виробництві цілої ячмінної крупи. Норія подає зерно на магнітний сепаратор Б8-БМП та у вальцовий верстат Ocrim RMQ-100, після якого продукт надходить у розсійник Selis STKE-224. Сходом розсійника отримують продукт, що направляється на повторний розмел, а проходом - цілозернове ячмінне борошно.

Обладнання Ocrim та CMF - італійського виробництва, Selis - турецького виробництва.

4.4 Розрахунок балансу помелу зерна

Кількісний баланс підприємства з переробки ячменю у продукти швидкого приготування відображає розподіл маси ячменю між готовою продукцією, побічними продуктами, відходами та виробничими втратами. Його складають для визначення раціонального руху сировини на підприємстві, оцінки виходу готової продукції, потреби у складських місткостях, транспортному обладнанні, бункерах, тарі та площах для тимчасового накопичення побічних продуктів.

Вихідною основою балансу є кількість ячменю, що надходить у виробництво. Для такого підприємства важливо враховувати не лише загальну масу зерна, а і його якість: вологість, засміченість, крупність, вирівняність, плівчастість, натуру, вміст дрібного і пошкодженого зерна. Саме ці показники впливають на співвідношення між основною продукцією, лузгою, борошном, частинками подрібненого ядра та втратами.

У кількісному балансі першим враховують зменшення маси сировини за рахунок виділення смітної, мінеральної, органічної та зернової домішки.

Ці компоненти не беруть участі у формуванні готової продукції, тому їх відносять до відходів або побічних потоків залежно від складу і придатності до подальшого використання. Чим вища засміченість вихідного ячменю, тим менша частка зерна, що надходить до основної переробки.

Основним побічним продуктом під час переробки ячменю є лузга. Її кількість залежить від плівчастості зерна, виповненості ядра та якості сировини. Підвищена плівчастість знижує потенційний вихід готової продукції, оскільки більша частина маси зерна переходить у побічний продукт. Тому у балансі лузгу виділяють окремо, а для її накопичення і вивезення передбачають відповідні бункери або складські ємності.

Окремо враховують борошенце і частинки подрібненого ядра. Їх утворення є небажаним у надмірній кількості, оскільки це знижує вихід основної продукції і погіршує її товарний вигляд. Водночас ці фракції мають виробниче значення і можуть бути використані як побічний продукт. У балансі їх виділяють окремим потоком, що дає змогу оцінити повноту використання зерна.

Готова продукція є основним результатом переробки ячменю. До неї належать продукти швидкого приготування, які після завершення виробничої підготовки надходять на фасування, пакування і склад готової продукції. У кількісному балансі важливо показати, яка частина вихідної маси зерна переходить у готовий продукт, оскільки саме цей показник характеризує ефективність роботи підприємства.

Виробничі втрати також входять до кількісного балансу. Вони можуть виникати під час переміщення, аспірації, очищення обладнання, фасування та інших допоміжних операцій. Їх частка повинна бути мінімальною, оскільки надмірні втрати свідчать про нераціональне використання сировини, незадовільний технічний стан обладнання або порушення виробничої дисципліни.

Кількісний баланс використовують для узгодження продуктивності всіх ділянок підприємства. Потоки сировини, напівпродуктів, готової

продукції, лузги, борошенця і відходів мають відповідати можливостям транспортного обладнання, місткості бункерів, складів і фасувальної ділянки. Якщо один із потоків не враховано, це може спричинити накопичення матеріалу, простої або порушення ритмічності виробництва.

4.5 Підбір та розрахунок технологічного обладнання

Бункери. Для зберігання готової продукції та неочищеного зерна обрано металеві силоси діаметром 2,74 м.

Для розрахунку ємкості металевого силосу, визначаємо об'єм силосу за формулою:

$$V = \pi * R^2 * H_1 + \frac{1}{3} * \pi * H_2 (R^2 + R * r + r^2), \quad (4.1)$$

де H_1 – висота циліндричної частини силосу (складає 7,5 м), м.;

H_2 – висота конусної частини силосу (складає 1,5 м), м.;

R – радіус основи циліндричної частини силосу ($2,74/2 = 1,37$ м), м.;

r – радіус основи конусної частини силосу ($1,2/2 = 0,6$ м), м.;

$$V = 3,14 * 1,37^2 * 7,5 + \frac{1}{3} * 3,14 * 1,5 * (1,37^2 + 1,37 * 0,6 + 0,6^2) = 49 \text{ м}^3,$$

Місткість силосу розраховуємо за формулою:

$$E = V * \eta * k, \quad (4.2)$$

де V – об'єм силосу, м^3 ;

η – об'ємна маса зерна (для голозерного вівса складає $0,68 \text{ т/м}^3$ – за результатами досліджень), т/м^3 ;

k – коефіцієнт використання будівельного об'єму бункерів (0,95).

Тоді ємкість металевого силосу для голозерного ячменю становитиме:

$$E = 49 * 0,68 * 0,95 = 31,7 \text{ т.}$$

Кількість металевих силосів для вівса розраховуємо за формулою:

$$n = \frac{Q * \tau}{24 * E}, \quad (4.3)$$

де Q – задана виробнича потужність круп'яного заводу, т/добу ;

τ - час перебування зерна в бункерах, год.;

E – місткість силосу, т.

Місткість бункерів для **неочищеного зерна** на круп'яних заводах із традиційним обладнанням повинна забезпечити безперервну роботу заводу протягом 24...30 год. Для розрахунку приймаємо 30 год., тоді кількість силосів для неочищеного зерна становитиме:

$$n = \frac{80 * 30}{24 * 31,7} = 3,2 \text{ шт.}$$

Приймаємо 4 силоси.

Бункери для відволоження

Кількість бункерів для відволоження (перед пропарюванням) для голозерного вівса ($\tau = 4$ год.) складає:

$$n = \frac{80 * 4}{24 * 0,68 * 0,95 * 1,0 * 1,0 * 2,0} = 10,3 \text{ шт.}$$

Приймаємо 10 бункерів.

Місткість одного бункера для відволоження голозерного ячменю:

- Для ячменю:

$$E_6 = 1,0 * 1,0 * 2,0 * 0,68 * 0,95 = 1,3 \text{ т,}$$

Бункери для темперування

Кількість бункерів для темперування голозерного ячменю:

- Для ячменю ($\tau = 30$ хв.):

$$n = \frac{80 * 1,0}{24 * 0,68 * 0,95 * 1,0 * 1,0 * 1,5} = 3,4 \text{ шт.}$$

Приймаємо 4 бункери.

Місткість одного бункера для темперування зерна:

- Для ячменю:

$$E_6 = 1,0 * 1,0 * 1,5 * 0,68 * 0,95 = 1,0 \text{ т.}$$

Для готової продукції (крупн та борошна) приймаємо 2 металевих силоси, що мають місткість:

$$E_{кр} = 49 * 0,68 * 0,95 = 31,7 \text{ т.}$$

Розрахунок обладнання

Продуктивність первинного очищення зерна приймаємо на 10-20% більше від продуктивності заводу для створення необхідного запасу зерна:

$$Q_{з.оч} = k * Q, \quad (4.4)$$

де k – коефіцієнт підвищення виробничої потужності, який приймаємо 1,2;

Q – виробнича потужність круп'яного заводу, т/день;

$$Q_{з.оч} = 1,2 * 80 = 96 \text{ т/д.}$$

Продуктивність підготовчого відділення за одну годину визначаємо за формулою:

$$q_{з.оч} = \frac{Q_{з.оч}}{q_m}, \quad (4.5)$$

$$q_{з.оч} = \frac{96}{24} = 4 \text{ т/год}$$

Кількість машин, передбачених схемою очищення і підготовки зерна, при підготовці зерна одним потоком визначаємо, використовуючи формулу:

$$n = \frac{q_{з.оч}}{q_m}, \quad (4.6)$$

Розраховуємо кількість обладнання, необхідного для забезпечення стабільності роботи круп'яного заводу по розробленій схемі технологічного процесу:

1) Ваги Makenas METK-058:

$$n = 4/5 = 0,8$$

приймаємо 1 машину

2) Сепаратор Makenas MESM -100/150:

$$n = 4/5 = 0,8$$

приймаємо 1 машину

3) Каменевідбірник Ocrim TSV-060:

$$n = 4/4 = 1,0$$

приймаємо 1 машину

4) Трієрний блок Selis STU-UK-702:

$$n = 4/4 = 1$$

приймаємо 1 машину

5) Шліфувальна машина А1-ЗІН:

$$n = 4/1,8 = 2,2$$

приймаємо 2 машини

6) Пропарювач «Оліс» :

$$n = 2/2,2 = 0,9$$

приймаємо 1 машину

7) Плющильний станок CMF M5700:

$$n = 2/2,14 = 0,93$$

приймаємо 1 машину

8) Сушарка СХО-100:

$$n = 2/0,9 = 2,2$$

приймаємо 2 машини

9) Просіювач Makenas MESM -100/150:

$$n = 2/5 = 0,4$$

приймаємо 1 машину

10) Двухвальцьовий верстат Ocrim RMQ-100:

$$n = 4/6 = 0,7$$

приймаємо 1 машину

11) Пакувально-фасувальна установка Makenas MEPM-300:

$$n = 2/15 = 0,13$$

приймаємо 1 машину

Розсійник Selis STKE-424 – чотирьохсекційний: дві секції приймаємо для фракціонування, дві – для сортування продуктів шліфування крупних і мілких.

Розсійник Selis STKE-224 – двухсекційний, дві секції приймаємо для просіювання продуктів розмелу.

4.6 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва. Застосування системи НАССР

Технохімічний і мікробіологічний контроль на підприємстві з переробки ячменю у продукти швидкого приготування є однією з основних умов забезпечення стабільної якості, безпечності та конкурентоспроможності готової продукції. Для підприємств круп'яної промисловості контроль не може обмежуватися лише перевіркою готового продукту перед реалізацією. Він повинен охоплювати сировину, допоміжні матеріали, пакувальні матеріали, напівпродукти, готову продукцію, санітарний стан виробничих приміщень, умови зберігання, технологічну дисципліну і простежуваність партій. Підприємство з переробки ячменю у продукти швидкого приготування працює з зерновою сировиною, яка може мати природну неоднорідність за вологістю, крупністю, плівчастістю, вмістом домішок, станом ядра, мікробіологічним забрудненням і наявністю небезпечних чинників. Тому першим завданням системи контролю є недопущення у виробництво сировини, яка не відповідає встановленим вимогам. Закон України про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів визначає порядок забезпечення безпечності харчових продуктів, що виробляються, перебувають в обігу, ввозяться або вивозяться, а оператори ринку повинні забезпечувати виконання вимог законодавства у межах своєї діяльності.

Для ячменю як сировини технохімічний контроль починається з оцінки кожної партії, що надходить на підприємство. На цьому етапі визначають органолептичні показники, колір, запах, стан зерна, наявність сторонніх домішок, зараженість шкідниками, вологість, натуру, крупність, вирівняність, вміст зернової і смітної домішки, кількість пошкоджених, щуплих, пророслих і зіпсованих зерен. Особливу увагу приділяють показникам, які впливають на придатність ячменю до круп'яної переробки: вмісту доброякісного ядра, плівчастості, рівномірності партії та відсутності

ознак самозігрівання або пліснявіння. Сировина для виробництва продуктів швидкого приготування повинна бути не лише безпечною, а й технологічно придатною для отримання продукції стабільної якості.

Важливим показником для зернової сировини є вологість. Надмірна вологість ячменю створює умови для розвитку мікрофлори, активізації ферментативних процесів, самозігрівання, погіршення сипкості та зниження стійкості під час зберігання. Занадто низька або нерівномірна вологість також може негативно впливати на технологічні властивості зерна, оскільки така сировина може мати підвищену крихкість і неоднакову поведінку під час подальшої переробки. Тому контроль вологості повинен виконуватися під час приймання, зберігання і перед подачею зерна у виробництво. У системі якості підприємства необхідно встановити чіткі межі допустимої вологості, порядок відбору проб, частоту аналізу і відповідальних осіб.

Не менш важливим є контроль засміченості зерна. Смітна, мінеральна, органічна, металоманітна і зернова домішки можуть погіршувати якість готової продукції, знижувати ефективність переробки, підвищувати ризик пошкодження обладнання і створювати загрозу безпечності. Для підприємства, яке випускає продукти швидкого приготування, наявність сторонніх домішок особливо небажана, оскільки готовий продукт має бути придатним до споживання після короткої підготовки. Тому контроль домішок повинен бути системним: на стадії приймання зерна, під час зберігання, після підготовки сировини і в готовій продукції.

Окремий напрям технічного контролю становить контроль показників безпечності. Для зернової сировини і продуктів її переробки важливими є мікотоксини, токсичні елементи, залишки пестицидів, радіонукліди та інші небезпечні чинники, якщо вони регламентовані чинним законодавством або внутрішніми специфікаціями підприємства. В Україні затверджено методи відбору зразків для визначення максимально допустимих рівнів мікотоксинів у харчових продуктах для цілей державного контролю, що підкреслює значення правильного відбору проб у системі

оцінки безпечності. Максимально допустимі рівні окремих забруднювачів у харчових продуктах також регламентуються нормативними актами МОЗ України.

Для ячменю особливу небезпеку можуть становити мікотоксини, які утворюються внаслідок розвитку плісневих грибів у полі або під час неправильного зберігання. Їх наявність не завжди можна встановити лише органолептично, тому для партій підвищеного ризику необхідний лабораторний контроль. До таких партій належать зерно з ознаками зволоження, самозігрівання, пліснявіння, пошкодження, нестандартного запаху або походження з регіонів чи умов, де існував підвищений ризик ураження грибною мікрофлорою. Контроль мікотоксинів має бути інтегрований у систему НАССР як один із важливих елементів управління хімічними небезпечними чинниками.

Система контролю на підприємстві повинна ґрунтуватися на принципах НАССР. Це означає, що підприємство має не лише перевіряти готову продукцію, а й аналізувати небезпечні чинники, визначати точки контролю, установлювати критичні межі там, де це необхідно, здійснювати моніторинг, коригувальні дії, верифікацію і ведення документації. Українське законодавство передбачає впровадження процедур, заснованих на принципах НАССР, для операторів ринку харчових продуктів. Для підприємства з переробки ячменю це особливо важливо, оскільки продукція швидкого приготування має підвищені вимоги до стабільності, чистоти і безпечності.

Технохімічний контроль напівпродуктів має бути спрямований на оцінку стабільності виробничого потоку без надмірного опису окремих технологічних операцій. У межах такого контролю визначають вологість, крупність, однорідність фракцій, наявність борошенця, частинок подрібненого ядра, залишків лузги, нелущеного зерна, сторонніх домішок, а також органолептичний стан напівпродуктів. Контроль цих показників потрібний для своєчасного виявлення відхилень, які можуть вплинути на

якість готового продукту. Якщо напівпродукт має підвищений вміст дрібної фракції, неоднорідність або сторонні включення, це має бути зафіксовано службою виробничо-технологічного контролю з подальшим прийняттям коригувальних заходів.

Для продуктів швидкого приготування з ячменю важливим показником є вологість готової продукції. Вона впливає на зберігання, сипкість, мікробіологічну стабільність, крихкість, стан пакування і строк придатності. Надмірна вологість створює ризик розвитку мікроорганізмів, злежування, втрати товарного вигляду і погіршення органолептичних показників. Занадто низька вологість може підвищувати ламкість і збільшувати кількість дрібної фракції. Тому вологість контролюють у готовому продукті кожної партії, а результати фіксують у лабораторному журналі або електронній системі якості.

Крім вологості, у готовій продукції контролюють органолептичні показники: зовнішній вигляд, колір, запах, смак після приготування, наявність сторонніх присмаків і запахів, однорідність, сипкість, стан пластівців або круп'яної основи. Для продуктів швидкого приготування органолептична оцінка має важливе значення, оскільки споживач очікує стабільного результату після короткої підготовки. Якщо продукт має неоднорідну структуру, надмірну кількість дрібних частинок, затхлий запах або сторонній присмак, він не може вважатися продукцією належної якості навіть за умови відповідності окремим фізико-хімічним показникам.

Товарна якість продуктів швидкого приготування з ячменю значною мірою залежить від контролю крупності та однорідності. Ці показники впливають на зовнішній вигляд, поведінку під час приготування, рівномірність набухання, консистенцію готової страви і сприйняття продукту споживачем. Надмірний вміст борошенця або частинок подрібненого ядра знижує товарну привабливість, може спричиняти помутніння води під час приготування і створювати враження нижчої якості. Тому контроль

фракційного складу має бути регулярним і пов'язаним із вимогами внутрішніх специфікацій підприємства.

Для ячмінних круп в Україні діє ДСТУ 7700:2015, який поширюється на ячмінні крупи, призначені для продовольчих потреб і експортування. У ньому зазначено, що обов'язкові вимоги до круп, які гарантують безпеку життя і здоров'я людини, а також вимоги щодо охорони довкілля, наведено у відповідних розділах стандарту. Продукти швидкого приготування з ячменю можуть потребувати окремих технічних умов або специфікацій, але показники традиційних ячмінних круп є важливою нормативною основою для формування вимог до сировинної і круп'яної частини продукту.

Мікробіологічний контроль є необхідним елементом системи безпечності, хоча зернові продукти з низькою вологістю загалом менш сприятливі для активного розвитку мікроорганізмів порівняно з продуктами з високою вологістю. Небезпека полягає в тому, що мікрофлора може потрапляти у сировину ще до надходження на підприємство, зберігатися у пилу, на поверхнях, у складських приміщеннях, на тарі, у повітрі або на обладнанні. Крім того, порушення температурно-вологісного режиму зберігання може створити умови для розвитку мікроорганізмів і плісневих грибів. Тому мікробіологічний контроль повинен охоплювати не лише готову продукцію, а й виробниче середовище.

Мікробіологічний контроль готової продукції передбачає визначення показників, які встановлені чинними нормативними документами, технічними умовами, специфікаціями підприємства і вимогами замовників. В Україні з 1 січня 2026 року набрала чинності нова редакція мікробіологічних критеріїв для встановлення показників безпечності харчових продуктів, затверджена наказом МОЗ України від 08.10.2025 № 1536. Це означає, що підприємство повинно звіряти власну програму мікробіологічного контролю з актуальними нормативними вимогами, а не користуватися застарілими показниками.

Для сухих продуктів із зерна доцільно контролювати загальне мікробне число, бактерії групи кишкової палички або інші індикаторні мікроорганізми згідно з чинними вимогами, плісені, дріжджі та патогенні мікроорганізми, якщо це передбачено нормативною документацією для відповідної групи продуктів. Особливу увагу слід приділяти плісень, оскільки їх розвиток пов'язаний не лише з мікробіологічним псуванням, а й з потенційним утворенням мікотоксинів. Для продуктів швидкого приготування важливо, щоб мікробіологічні показники залишалися стабільними протягом усього строку придатності, тому контроль має поєднувати випробування готової продукції і перевірку умов зберігання.

Мікробіологічний контроль виробничого середовища включає дослідження змивів із поверхонь, контроль чистоти обладнання, інвентарю, тари, рук або санітарного одягу персоналу, а також контроль повітря у приміщеннях за потреби. Для підприємства з виробництва сухих зернових продуктів особливо важливими є місця, де відбувається контакт готової продукції з поверхнями, а також ділянки пакування і складу готової продукції. Якщо у змивах виявляють перевищення встановлених показників, це свідчить про недоліки санітарної обробки або організації виробничої гігієни.

Санітарний контроль повинен бути пов'язаний з програмами-передумовами НАССР. До них належать належне прибирання, боротьба зі шкідниками, контроль води, гігієна персоналу, управління відходами, технічне обслуговування, контроль тари і пакувальних матеріалів, простежуваність і відкликання продукції. Для підприємства з переробки ячменю особливо важливі боротьба зі шкідниками зернових запасів, підтримання сухості складських приміщень, недопущення накопичення пилу, контроль цілісності пакування і санітарний стан зон фасування. Без належних програм-передумов навіть добре організований лабораторний контроль не забезпечить стабільної безпечності продукції.

Технохімічний контроль пакувальних матеріалів має важливе значення для продуктів швидкого приготування. Пакування повинно захищати продукцію від вологи, сторонніх запахів, механічних пошкоджень, пилу і вторинного забруднення. Під час приймання пакувальних матеріалів контролюють цілісність, чистоту, відсутність стороннього запаху, відповідність маркування, наявність документів якості та придатність для контакту з харчовими продуктами. Пакувальні матеріали повинні зберігатися окремо від сировини, побічних продуктів, хімічних речовин і джерел забруднення. Порушення умов зберігання тари може призвести до вторинного забруднення навіть якісної готової продукції.

Організаційно технохімічний і мікробіологічний контроль здійснюється виробничою лабораторією, службою якості або відділом технічного контролю. Їхня робота повинна бути незалежною від поточних виробничих інтересів, оскільки основне завдання контролю полягає у забезпеченні відповідності продукції встановленим вимогам. Лабораторія повинна мати затверджені методики випробувань, повірене або каліброване обладнання, підготовлений персонал, журнали реєстрації результатів, порядок відбору проб і систему зберігання контрольних зразків. Результати аналізів мають бути документально підтверджені та доступні для внутрішнього аудиту.

Відбір проб є одним із найважливіших елементів контролю. Помилка під час відбору проби може призвести до неправильної оцінки всієї партії. Для зерна і круп'яних продуктів характерна неоднорідність, тому проба має бути репрезентативною. Відбір здійснюють із різних точок партії, з урахуванням маси, способу зберігання, транспортної одиниці або виробничого потоку. Об'єднана проба повинна відображати реальний стан партії. Особливо важливо правильно відбирати проби для визначення мікотоксинів, оскільки їх розподіл у зерновій масі може бути нерівномірним.

4.7 Охорона праці

Охорона праці на підприємстві з переробки ячменю у продукти швидкого приготування є складовою частиною організації виробництва, безпосередньо пов'язаною з безпекою працівників, стабільністю роботи підприємства, якістю готової продукції та дотриманням вимог чинного законодавства. Для підприємств зернопереробної і круп'яної промисловості питання охорони праці мають особливе значення, оскільки виробництво пов'язане з роботою із зерновою сировиною, сухими сипкими продуктами, пилом, рухомими частинами обладнання, електроустановками, транспортними засобами, складськими операціями, підвищеним рівнем шуму, пожежною та вибухопожежною небезпекою.

Правову основу охорони праці в Україні визначає Закон України “Про охорону праці”, чинна редакція якого встановлює основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на безпечні та здорові умови праці. Дія цього Закону поширюється на всіх юридичних і фізичних осіб, які використовують найману працю, а також на всіх працівників. Для підприємства з переробки ячменю це означає, що роботодавець зобов'язаний створити умови праці, які відповідають нормативно-правовим актам, забезпечити функціонування системи управління охороною праці, організувати навчання, інструктажі, медичні огляди, забезпечення засобами індивідуального захисту, контроль технічного стану обладнання і профілактику виробничого травматизму.

Специфічні вимоги до безпечної роботи у сфері зберігання та переробки зерна встановлюють Правила охорони праці для працівників, зайнятих на роботах зі зберігання та переробки зерна, затверджені наказом від 20.09.2017 № 1504. Документ має статус НПАОП 15.0-1.01-17 і замінив попередні правила 1988 року. Ці правила є базовими для підприємств, що працюють із зерном, крупами, борошном, комбікормами, висівками та іншими сипкими продуктами зернопереробки. Отже, для заводу з переробки ячменю у продукти швидкого приготування вони мають безпосереднє

значення, оскільки враховують галузеві небезпеки, характерні саме для зернопереробного виробництва.

Система охорони праці на такому підприємстві повинна охоплювати організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні, протипожежні, профілактичні та навчальні заходи. Організаційна складова передбачає визначення відповідальних осіб, розроблення інструкцій з охорони праці за професіями і видами робіт, проведення навчання і перевірки знань, ведення журналів інструктажів, розслідування нещасних випадків, аналіз виробничих ризиків і періодичний контроль стану робочих місць. Технічна складова включає безпечну експлуатацію обладнання, огороження рухомих частин, справність електроустановок, вентиляційних і аспіраційних систем, транспортних засобів, вантажопідіймальних пристроїв і складського обладнання. Санітарно-гігієнічна складова спрямована на обмеження впливу пилу, шуму, вібрації, несприятливого мікроклімату та інших чинників виробничого середовища.

Основними небезпечними та шкідливими виробничими чинниками на підприємстві з переробки ячменю є зерновий пил, підвищений рівень шуму, рухомі та обертові частини обладнання, електричний струм, рух вантажного і внутрішньоцехового транспорту, робота на висоті або біля завантажувальних отворів, можливість падіння предметів, утворення слизьких поверхонь, пожежна і вибухопожежна небезпека пилоповітряних сумішей, фізичне навантаження під час допоміжних операцій, а також психофізіологічні чинники, пов'язані з монотонністю, змінністю роботи та необхідністю постійного контролю виробничих параметрів. Кожен із цих чинників повинен бути врахований під час проектування, організації виробництва і щоденної експлуатації підприємства.

Зерновий пил є одним із найхарактерніших чинників ризику для підприємств круп'яної промисловості. Він утворюється під час роботи із зерном, продуктами його переробки, побічними фракціями та сухою готовою продукцією. Наявність пилу погіршує санітарний стан виробничих

приміщень, негативно впливає на органи дихання працівників, знижує видимість у робочій зоні, забруднює поверхні, ускладнює обслуговування обладнання і може створювати вибухопожежну небезпеку. Тому захист від пилу є одним із центральних напрямів охорони праці на підприємстві з переробки ячменю.

Профілактика запиленості повинна здійснюватися комплексно. Передусім необхідно забезпечити справність аспіраційних і вентиляційних систем, герметичність обладнання і транспортних комунікацій, своєчасне очищення виробничих приміщень, недопущення накопичення пилу на конструкціях, перекриттях, обладнанні та кабельних трасах. Робочі місця, де можливе виділення пилу, повинні бути обладнані місцевими відсмоктувачами або іншими технічними засобами пиловидалення. Прибирання пилу має виконуватися способами, які не спричиняють повторного запилення повітря. Використання стисненого повітря для здування пилу з поверхонь є небажаним, оскільки воно піднімає пил у повітря і збільшує ризик його вдихання працівниками.

Працівники, які працюють у зонах можливого запилення, повинні бути забезпечені відповідними засобами індивідуального захисту органів дихання, очей і шкіри. Однак засоби індивідуального захисту не можуть замінювати технічні заходи. Вони повинні розглядатися як додатковий рівень захисту. Основна увага має приділятися усуненню або зменшенню пиловиділення в джерелі його утворення. Для цього потрібні ефективна аспірація, герметизація, регулярне технічне обслуговування обладнання, правильна організація складських і виробничих приміщень.

Шум є ще одним важливим шкідливим чинником. На зернопереробних підприємствах джерелами шуму можуть бути зерноочисні, круп'яні, транспортні, вентиляційні, компресорні та інші установки. Тривала дія шуму може призводити до втоми, зниження концентрації уваги, порушення слуху і підвищення ризику травматизму. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 3.3.6.037-99 поширюються на шум, інфра- та

ультразвук, які впливають на людину в процесі трудової діяльності, і встановлюють класифікацію, методи гігієнічної оцінки та допустимі величини відповідних чинників.

Зниження шуму на підприємстві повинно забезпечуватися раціональним розміщенням обладнання, використанням шумозахисних кожухів, віброгасильних опор, звукоізоляції технічних приміщень, своєчасним ремонтом механізмів і недопущенням роботи зношених деталей. Працівники, які працюють у зонах підвищеного шуму, повинні використовувати засоби індивідуального захисту органів слуху. Водночас роботодавець повинен проводити виробничий контроль рівнів шуму і за потреби коригувати умови праці. У приміщеннях, де розміщені пульти керування, лабораторні або адміністративні робочі місця, необхідно забезпечувати нижчі рівні шумового навантаження порівняно з основними виробничими зонами.

Рухомі частини обладнання становлять суттєву механічну небезпеку. На підприємстві з переробки ячменю використовують обладнання з валами, пасовими передачами, шнеками, конвеєрами, норіями, вентиляторами, редукторами, приводами, робочими поверхнями та іншими елементами, які можуть спричинити травмування при необережному контакті. Усі рухомі і обертові частини, до яких можливий доступ працівників, повинні мати захисні огороження. Забороняється експлуатація обладнання зі знятими або несправними огороженнями. Огляд, очищення, ремонт і регулювання обладнання повинні проводитися лише після його зупинки, відключення від джерел енергії та вжиття заходів, які унеможливають випадковий пуск.

Особливого значення набуває система блокувань і попереджувальних сигналів. Обладнання, яке запускається дистанційно або входить до складу виробничих ліній, повинно мати засоби попередження персоналу перед пуском. Працівники повинні знати порядок запуску, зупинки, аварійного відключення і безпечного обслуговування обладнання. Аварійні кнопки зупинки мають бути доступними, справними і позначеними. На робочих

місцях необхідно розміщувати інструкції з безпечної експлуатації, а персонал повинен проходити навчання і перевірку знань.

Електробезпека є обов'язковим напрямом охорони праці. На підприємстві працюють електродвигуни, пускова апаратура, щити керування, освітлювальні мережі, контрольно-вимірювальні прилади, вентиляційні системи, складське обладнання та інші електроустановки. Несправність електрообладнання може призвести до ураження працівників електричним струмом, пожежі або зупинки виробництва. Усі електроустановки повинні експлуатуватися відповідно до вимог електробезпеки, мати справне заземлення, захист від короткого замикання і перевантаження, а також бути доступними лише для підготовленого персоналу. Електротехнічні приміщення повинні бути зачинені, позначені відповідними знаками і не використовуватися для зберігання сторонніх матеріалів.

У виробничих приміщеннях із підвищеною запиленістю важливо забезпечити захист електрообладнання від пилу. Накопичення пилу на електродвигунах, світильниках, кабельних трасах і щитах може спричиняти перегрівання та підвищувати пожежний ризик. Тому електрообладнання повинно відповідати умовам експлуатації, а його очищення і огляд мають виконуватися за встановленим графіком. Працівники, які не мають відповідної кваліфікації, не повинні самостійно ремонтувати електрообладнання або відкривати електричні шафи.

Пожежна безпека на підприємстві з переробки ячменю має особливе значення через наявність сухої зернової сировини, пилу, тари, пакувальних матеріалів і готової продукції. Загальні вимоги пожежної безпеки до будинків і споруд встановлює ДБН В.1.1-7:2016. Ці норми спрямовані на обмеження поширення пожежі між будинками і всередині них, забезпечення безпечної евакуації людей, умов гасіння пожежі та застосування систем протипожежного захисту. Для зернопереробного підприємства ці вимоги повинні поєднуватися з галузевими правилами охорони праці та пожежної профілактики.

Основними напрямками пожежної профілактики є запобігання накопиченню пилу, контроль справності аспірації, електрообладнання і приводів, недопущення перегрівання підшипників, своєчасне видалення побічних продуктів, правильне зберігання тари і пакувальних матеріалів, дотримання заборони на паління у виробничих і складських приміщеннях, організація протипожежних інструктажів і забезпечення приміщень первинними засобами пожежогасіння. Шляхи евакуації повинні бути вільними, двері евакуаційних виходів справними, а працівники повинні знати порядок дій у разі пожежі.

Вибухопожежна небезпека пилу потребує особливої уваги. Дрібнодисперсний органічний пил у суміші з повітрям за певних умов може бути небезпечним. Тому необхідно запобігати утворенню пилових хмар, накопиченню пилу в обладнанні, повітроводах і приміщеннях, появі джерел запалювання, несправності електрообладнання, іскроутворенню та перегріванню механічних вузлів. Аспіраційні системи повинні бути справними і регулярно очищуватися. У місцях можливого накопичення пилу необхідно проводити планові огляди. Підприємство повинно мати порядок виконання вогневих робіт, який передбачає оформлення дозволу, підготовку робочого місця, очищення від пилу та контроль після завершення робіт.

Освітлення робочих місць впливає на безпеку і якість праці. Недостатнє освітлення підвищує ризик помилок, травм, зіткнень із обладнанням або транспортом, неправильного зчитування показників приладів і погіршення санітарного контролю. Виробничі, складські, лабораторні, адміністративні і транспортні зони повинні мати достатнє природне або штучне освітлення відповідно до характеру робіт. Світильники у запилених приміщеннях повинні бути придатними до таких умов і регулярно очищуватися. Аварійне освітлення повинно забезпечувати безпечну евакуацію у разі відключення електроенергії.

РОЗДІЛ 5 СПЕЦІАЛЬНІ РОЗРАХУНКИ

5.1. Аспірація

Аспіраційні мережі призначені для обезпилення обладнання та конвейерів, по яких рухається зерно та відходи. Аспіраційна мережа включає: циклон, вентилятор та аспіраційні труби. При проектуванні аспіраційної мережі необхідно враховувати, що в одну мережу може входити не більше 17 одиниць обладнання. В даному проекті передбаченні 3 аспіраційні мережі, компонування яких наведено в табл.8.1.

Аспіраційна мережа №1 обслуговує таке обладнання: конвеєри скребкові Makenas MEZK-25 №1 та №2, норії Makenas MEKE – 314 № 1, 2, 4, ваги Makenas METK-058, сепаратор Makenas MESM - 100/150, каменевідбірник Ocrim TSV-060, трієрний блок Selis STU-UK-702, луцильно-шліфувальні машини А1-ЗШН, конвеєр гвинтовий Makenas MEVK-150 №16 (для відходів), конвеєри гвинтові Makenas MEVK-200 №3,4,5,18.

Аспіраційна мережа №2 обслуговує наступне обладнання: норії Makenas MEKE – 314 № 3, 5, 9, 10, конвеєри гвинтові Makenas MEVK-200 № 12, 13, 20, луцильно-шліфувальні машини А1-ЗШН, вальцьовий верстат Ocrim RMQ-100, розсійник Selis STKE-424, ваги Makenas METK-058, розсійник Selis STKE-224.

Аспіраційна мережа №3 обслуговує слідуєче обладнання: норії Makenas MEKE – 314 № 6, 7, 8, 11, 12, просіювач Makenas MESM -100/150, плющильний станок CMF M-57000, фасувально-пакувальна установка Makenas MERM-300, конвеєр Makenas MEVK-200 №19, конвеєри гвинтові Makenas MEVK-200 № 14, 15, 21, 22, конвеєри гвинтові Makenas MEVK-150 №17 (для борошення і частинок подрібненого ядра).

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.І.1.7			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Шевчук В.О.				Розділ 5	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Кустов І.О.						77	
Консультант						ОНТУ, ТЗХ-41		
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.							

Таблиця 5.1 – Компонування аспіраційних мереж

Обладнання	Поверх	Кількість	Об'єм повітря що всмоктується від однієї м³/хв.	Об'єм повітря що відсмоктується загальний м³/хв.	Вибір (циклону)	Вибір вентилятора
Аспіраційна мережа №1					Makenas METS-1500	Makenas MEDA-15
Конвеєри скребкові Makenas MEZK-25 №1 та №2	3	2	10	20		
Норії Makenas MEKE – 314 №1,2,4	3	3	6	18		
Ваги Makenas METK-058	3	1	50	50		
Сепаратор Makenas MESM -100/150	2	1	54	54		
Каменевідбірник Ocrim TSV-060	1	1	35	35		
Трієрний блок Selis STU-UK-702	3	2	7,5	14		
Луцильно-шліфувальні машини А1-ЗПН	1	2	15	30		
Конвеєри гвинтові Makenas MEVK-150 №16	1	1	10	10		
Конвеєри гвинтові Makenas MEVK-200 №3,4,5,18	1	4	10	40		
			Сума	271		
Аспіраційна мережа №2					Makenas METS-1500	Makenas MEDA-15
Норії Makenas MEKE – 314 №3,5,9,10	3	4	6	24		
Конвеєри гвинтові Makenas MEVK-200 №12,13,20	1,3	3	10	30		
Луцильно-шліфувальні машини А1-ЗПН	3	2	15	30		
Вльцьовий верстат Ocrim RMQ-100	3	1	8	8		
Ваги Makenas METK-058	1	1	50	50		
Розсійник Selis STKE-424	3	4	20	80		
Розсійник Selis STKE-224	3	2	20	40		
			Сума	262		

Аспіраційна мережа №3						
Норії Makenas MEKE – 314 №6,7,8,11,12	3	5	6	30	Makenas METS-1500	Makenas MEDA-15
Просіювач Makenas MESM -100/150	2	1	54	54		
Плющильний станок CMF M-57000	3	1	10	10		
Фасувально-пакувальна установка Makenas MEPM-300	1	1	8	8		
Конвеєр Makenas MEVK-200 №19	1	1	10	10		
Конвеєри гвинтові Makenas MEVK-150 №17	1	1	10	10		
Конвеєри гвинтові Makenas MEVK-200 №14,15,21,22	3	4	10	40		
			Сума	162		

РОЗДІЛ 6

ЕНЕРГЕТИЧНЕ ТА МАТЕРІАЛЬНО-РЕСУРСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

6.1 Мета та задачі проектування

Темою дипломного проекту є будівництво круп'яного заводу продуктивністю 80 т/добу.

У відповідності з проектом будівництва електропостачання підприємства буде здійснюватися від двох незалежних джерел енергії за основної та резервної кабельної лінії з напругою 10 кВ, а на електричній підстанції буде встановлено два силових трансформатора та установки для компенсації реактивної потужності.

Живлення силових установок та електроприводів робочих машин в цехах підприємства буде здійснюватися трифазною системою змінного струму з номінальними значеннями напруги 380/220 В 50 Гц, а мережа освітлення однофазною напругою 220 В 50 Гц.

Задачею розрахунку є визначення повної електричної підстанції підприємства, вибрати кількість, тип і потужність силових трансформаторів, тип і кількість установок для компенсації реактивної потужності, визначити переріз і тип кабелів системи внутрішнього електропостачання підприємства, розрахувати загальну річну вартість споживаної електроенергії та її вартість, розрахувати річну економію електроенергії завдяки заходам по компенсації реактивної потужності, відключення одного з двох силових трансформаторів в часи зниження електричного навантаження, а також заміни ламп розжарювання на люмінесцентні лампи.

6.2 Визначення розрахункової активної потужності підприємства

Розрахункову активну потужність електричної трансформаторної підстанції приймачів підприємства визначаємо методом питомого

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.І.1.7			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Шевчук В.О.			Розділ 6	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник		Кустов І.О.					80	
Консультант								
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.				ОНТУ, ТЗХ-41		

споживання електроенергії за формулою:

$$P_P = \frac{W_{ПИТ} \cdot M_{РІЧ}}{T_{МАХ}}, \quad (6.1)$$

де P_P – розрахункова активна потужність підприємства, кВт

$W_{ПИТ}$ - питома витрата електроенергії для вироблення 1 т борошна складає

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

$M_{РІЧ}$ – річна продуктивність підприємства,

$$M_{РІЧ} = M_{ДОБ} \cdot D_P = 80 \cdot 250 = 18000 \text{ т}, \quad (6.2)$$

тут $M_{ДОБ}$ - добова продуктивність борошна на підприємстві, $M_{ДОБ} = 80$ т/добу;

D_P - кількість робочих днів підприємства на протязі року, $D_P = 250$ днів;

$T_{МАХ}$ – кількість годин використання підприємством розрахункової активної на протязі року, $T_{МАХ} = 5200$ год.

Визначимо розрахункову активну потужність для підприємства:

$$P_P = \frac{W_{ПИТ} \cdot M_{РІЧ}}{T_{МАХ}} = \frac{52 \cdot 18000}{5200} = 180 \text{ кВт}.$$

Визначимо розрахункову активну потужність на освітлення приміщень лампами накаливання:

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

Тоді $P_{ОСВ} = 0,1 \cdot P_P = 0,1 \cdot 180 = 18,0 \text{ кВт}.$

6.3 Розрахунок повної потужності трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності

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

$$S_{ТП} = \sqrt{(P_P + P_{ОСВ})^2 + (Q_P - Q_{КНОМ})^2}, \quad (6.4)$$

де Q_P – розрахункова реактивна потужність приймачів:

$$Q_P = P_P \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (6.5)$$

де $\operatorname{tg} \varphi$ – коефіцієнт реактивної потужності, який знаходять по середньозваженому коефіцієнту потужності $\cos \varphi$ підприємства.

$$\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg}(\arccos \varphi), \quad (6.6)$$

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

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

$$Q_P = P_P \cdot \operatorname{tg} \varphi = 180 \cdot 0,62 = 112 \text{ квар.}$$

Потужність компенсуючих пристроїв визначають за формулою:

$$Q_K = Q_P - Q_E, \quad (6.7)$$

де Q_E – оптимальна реактивна потужність, яка задається енергосистемою РЕС та звичайно складає:

$$Q_E = 0,25 \cdot (P_P + P_{OCB}). \quad (6.8)$$

Тоді потужність компенсуючих пристроїв складає:

$$Q_E = 0,25 \cdot (180 + 18) = 49,5 \text{ квар,}$$

$$Q_K = Q_P - Q_E = 112 - 49,5 = 62,5 \text{ квар.}$$

Вибираємо потужність, тип та кількість компенсуючих пристроїв [4, Дод. 2].

Таблиця 6.1 Технічні дані конденсаторних компенсуючих установок

Тип	Номінальна напруга $U_{НОМ}$, кВ	Номінальна потужність $Q_{НОМ}$, квар	Номінальна ємність $C_{НОМ}$, мкФ	Число ступенів регулювання	Маса, кг
КСК2-0,4- 67-3У3	0,4	67	487	1	60

Сумарна потужність компенсуючих пристроїв складе:

$$Q_{KНОМ} = n \cdot Q_{НОМ}, \quad (6.9)$$

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

$Q_{НОМ}$ – номінальна потужність компенсуючого пристрою, $Q_{НОМ} = 67$ квар.

Тоді:

$$Q_{KНОМ} = n \cdot Q_{НОМ} = 1 \cdot 67 = 67 \text{ квар,}$$

а повна потужність трансформаторної підстанції складе:

$$S_{ТП} = \sqrt{(P_P + P_{OCB})^2 + (Q_P - Q_{KНОМ})^2} = \sqrt{(180 + 18)^2 + (112 - 67)^2} = 203 \text{ кВ} \cdot \text{А.}$$

Потужність одного трансформатора $S_{ТП}$ повинна забезпечувати навантаження не менш 60...80% повної потужності ТПС $_{ТП}$ і складає:

$$S_{TP} = (0,6 \dots 0,8) \cdot S_{ТП}, \quad (6.10)$$

Тоді $S_{TP} = 0,7 \cdot 203 = 142 \text{кВ} \cdot \text{А}$.

Вибираємо тип силового трансформатора S_{TP} [4, Дод. 3] з умови:

$$S_{НОМ} \geq S_{TP}.$$

Таблиця 6.2 Технічні дані силових трансформаторів

Тип	Номинальна потужність $S_{НОМ}, \text{кВ} \cdot \text{А}$	Номинальна напряга, кВ		Струм холостого ходу, $I_x, \%$	Втрати потужності, кВт		Напряга короткого замикання, $U_K, \%$
		Первинне, $U_{1НОМ}$	Вторинне, $U_{2НОМ}$		холостого ходу, P_x	короткого замикання, P_K	
ТМ160/10-0,4	160	10	0,4	2,4	0,6	2,7	4,5

6.4 Перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності

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

$$K_{3T} = \frac{\sum S_i \cdot t_i}{24 \cdot 100}, \quad (6.11)$$

де K_{3T} – коефіцієнт завантаження трансформаторів;

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

t_i – тривалість i -тої ділянки часу, год.

$$\text{Тоді } K_{3T} = \frac{\sum S_i \cdot t_i}{24 \cdot 100} =$$

$$\frac{27 \cdot 1 + 42 \cdot 1 + 38 \cdot 1 + 68 \cdot 2 + 78 \cdot 2 + 68 \cdot 1 + 80 \cdot 1 + 90 \cdot 2 + 85 \cdot 1 + 68 \cdot 1 + 78 \cdot 3 + 72 \cdot 2 + 75 \cdot 3 + 72 \cdot 2 + 75 \cdot 1}{24 \cdot 100} =$$

$$= 0,71.$$

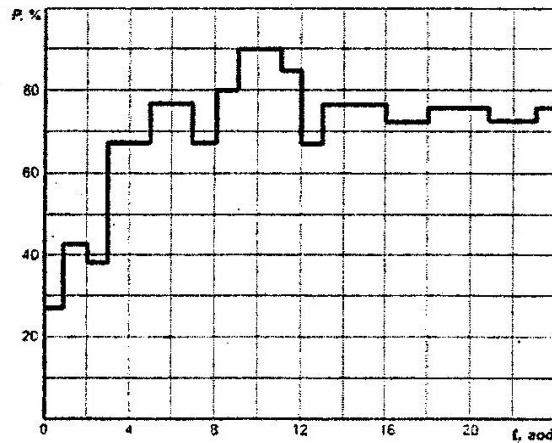


Рис. 6.1 Графік добового навантаження мукомельного заводу.

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

$$t_M = t_{MI} = 3 \text{ год.}$$

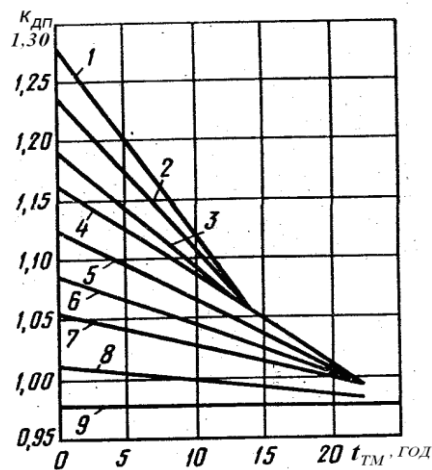


Рис. 6.2 - Графік допустимих перевантажень силових трансформаторів для $K_{зг}$:

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), визначаємо коефіцієнт допустимих перевантажень трансформатора:

$$K_{дп} = 1,16 \text{ при } K_{зг} = 0,71 \text{ та } t_M = 3 \text{ год.}$$

Потужність кожного з двох трансформаторів з урахуванням їх перевантажень складе:

$$S_{TP} \geq \frac{S_{ТП}}{2 \cdot K_{ДП}}, \quad (6.12)$$

де $S_{ТП}$ – повна розрахункова потужність трансформаторної підстанції, кВ·А;
 $K_{ДП}$ – коефіцієнт додаткового перевантаження трансформаторів.

$$\text{Тоді } S_{TP} \geq \frac{S_{ТП}}{2 \cdot K_{ДП}} = \frac{203}{2 \cdot 1,16} = 87,5 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

Уточняємо тип та номінальну потужність трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності.

Таблиця 6.3. Технічні дані силових трансформаторів

Тип	Номінальна потужність $S_{ном}$, кВ·А	Номінальна напруга, кВ		Струм холостого ходу, $I_x\%$	Втрати потужності, кВт		Напруга короткого замикання, $U_K\%$
		Первинне, $U_{1ном}$	Вторинне, $U_{2ном}$		холостого ходу, P_x	короткого замикання, P_K	
ТМ100/10-0,4	100	10	0,4	2,6	0,4	2,0	4,5

Таким чином, потужність кожного з трансформаторів може бути знижена від 160 кВ·А до 100 кВ·А.

6.5 Техніко-економічне порівняння роботи силових трансформаторів

Визначимо приведені втрати у трансформаторі за формулами:

$$\Delta P'_X = \Delta P_X + K_E \cdot \Delta Q_X, \quad (6.13)$$

$$\Delta P'_K = \Delta P_K + K_E \cdot \Delta Q_K, \quad (6.14)$$

де ΔP_X , ΔP_K – втрати трансформатора в режимах Х.Х. та К.З. вибираємо з таблиці 4.3, кВт;

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

$$K_E = 0,05 \text{ кВт / квар};$$

ΔQ_X – реактивні втрати трансформатора у режимі Х.Х:

$$\Delta Q_X = \frac{S_{НОМ} \cdot I_X \%}{100}. \quad (6.15)$$

ΔQ_K – реактивні втрати трансформатора у режимі К.З:

$$\Delta Q_K = \frac{S_{НОМ} \cdot U_K \%}{100}, \quad (6.16)$$

$$\text{Тоді } \Delta Q_X = \frac{S_{НОМ} \cdot I_X \%}{100} = \frac{100 \cdot 2,6}{100} = 2,6 \text{ квар},$$

$$\Delta Q_K = \frac{S_{НОМ} \cdot U_K \%}{100} = \frac{100 \cdot 4,5}{100} = 4,5 \text{ квар},$$

$$\Delta P'_X = \Delta P_X + K_E \Delta Q_X = 0,4 + 0,05 \cdot 2,6 = 0,53 \text{ кВт},$$

$$\Delta P'_K = \Delta P_K + K_E \Delta Q_K = 2,0 + 0,05 \cdot 4,5 = 4,25 \text{ кВт}.$$

Потужність, при якій економічно виправдано відключати від паралельної роботи один з двох трансформаторів визначають за формулою:

$$S_{ЕК} = S_{НОМ} \sqrt{2 \cdot \frac{\Delta P'_X}{\Delta P'_K}}, \quad (6.17)$$

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

$$\text{Тоді } S_{ЭК} = 100 \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{0,53}{4,25}} = 49,9 \text{ кВт·А}.$$

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

$$S\% = \frac{S_{ЭК}}{m \cdot S_{НОМ}} \cdot 100\%, \quad (6.18)$$

$$\text{тоді } S\% = \frac{49,9}{2 \cdot 100} \cdot 100 = 24,9 \text{ \%}.$$

Таким чином, при навантаженні підстанції менш ніж $S\% = 24,9\%$ 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 від нуля до трьох годин ночі $\sum t = 3$ годин, що складе:

$$\Delta T_{MAX\%} = \frac{\sum t}{24} \cdot 100\%, \quad (6.19)$$

тоді
$$\Delta T_{MAX\%} = \frac{3}{24} \cdot 100 = 12,5\%.$$

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

$$T'_{MAX} = T_{MAX} \cdot \frac{100 - \Delta T_{MAX\%}}{100}, \quad (6.20)$$

тоді
$$T'_{MAX} = 5200 \cdot \frac{100 - 12,5}{100} = 4550 \text{ год.},$$

де T_{MAX} – річний фонд годин роботи підприємства, для борошномельного заводу $T_{MAX} = 5200$ год.

6.6. Вибір перерізу жил та марки кабелю

Визначаємо розрахунковий струм ТП до компенсації реактивної потужності:

$$I_P = \frac{1000 \cdot S_P}{\sqrt{3} \cdot U_{НОМ}}, \quad (6.21)$$

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

$$S_P = \sqrt{(P_P + P_{ОСВ})^2 + Q_P^2}, \quad (6.22)$$

тоді
$$S_P = \sqrt{(180 + 18)^2 + 112^2} = 227 \text{ кВ} \cdot \text{А},$$

$$I_P = \frac{227 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 380} = 344 \text{ А}.$$

Вибираємо кабель АВРГ- чотирьохжильний з алюмінієвими жилами з полівінілхлоридною ізоляцією, якій прокладають у землі. За таблицею [1, с. 315] знаходимо стандартний переріз жил кабелю:

$$S_K = 185 \text{ мм}^2, \text{ струм } I_{\text{ДОП}} = 395 \text{ А.}$$

Тоді кількість паралельних кабельних ліній *т* складає

$$m = I_P / I_{\text{ДОП}} = 344 / 395 = 0,87 \text{ од.}$$

Приймаємо $m = 1,0$ од.

Перевіряємо вибраний переріз жил кабелю на допустиму втрату напруги:

$$\Delta U \% = \frac{10^5 \cdot (P_P + P_{\text{ОСВ}})}{U_{\text{НОМ}}^2} \cdot R_L, \quad (6.23)$$

$$R_L = \rho \cdot \frac{L}{S_O}, \quad (6.24)$$

де ρ – питомий погонний опір алюмінію, $\rho = 0,0312 \text{ Ом мм}^2/\text{м}$;

L – довжина кабелю, $L = 110 \text{ м}$;

S_O – загальний переріз жил паралельних кабелів, $S_O = S_K \cdot m = 185 \cdot 1 = 185 \text{ мм}^2$.

Тоді:

$$R_L = 0,0312 \cdot \frac{110}{185} = 0,019 \text{ Ом},$$

$$\Delta U_P \% = \frac{10^5 \cdot (180 + 18)}{380^2} \cdot 0,019 = 2,6 \ \%.$$

Допустима втрата напруги у внутрішній системі електропостачання складає $\Delta U_{\text{ДОП}} \% = 5,0 \ \%$.

Тоді

$$\Delta U_P \% = 2,6 \% < \Delta U_{\text{ДОП}} \% = 5,0 \ \%,$$

таким чином, втрата напруги у внутрішній системі електропостачання відповідає допустимій.

6.7.Річні витрати електроенергії та їх вартість.

Річна витрата електроенергії на виробництво продукції та освітлення підприємства складе:

$$W_A = (P_P + P_{\text{ОСВ}}) \cdot T_{\text{МАХ}}, \quad (6.25)$$

$$W_A = (180 + 18) \cdot 5200 = 1029600 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Вартість електроенергії складає:

$$S_0 = d_0 \cdot W_A,$$

(6.26)

де d_0 – тариф на електроенергію, $d_0 = 1,34$ грн/кВт·год.,

тоді $S_0 = 1,34 \cdot 1029600 = 1379664$ грн.

Розрахунки по економії електроенергії на підприємстві.

Розрахунковий струм лінії живлення ТП після компенсації реактивної потужності складе:

$$I'_P = \frac{1000 \cdot S_{ТП}}{\sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = \frac{1000 \cdot 203}{\sqrt{3} \cdot 380} = 308 \text{ А},$$

а струм лінії живлення зменшиться на:

$$\Delta I_P \% = \frac{I_P - I'_P}{I_P} \cdot 100\% = \frac{344 - 308}{344} \cdot 100 = 10,5\%,$$

що зменшить вартість втрат електроенергії в лінії живлення.

Втрати електроенергії в лінії живлення складають:

- до компенсації реактивної потужності навантаження підприємства:

$$W_{Л} = 3 \cdot R_{Л} \cdot I_P^2 \cdot T_{МАХ} \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 0,019 \cdot 344^2 \cdot 5200 \cdot 10^{-3} = 35075 \text{ кВт·год.},$$

- після компенсації реактивної потужності навантаження підприємства:

$$W'_{Л} = 3 \cdot R_{Л} \cdot I'^2_P \cdot T_{МАХ} \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 0,019 \cdot 308^2 \cdot 5200 \cdot 10^{-3} = 28118 \text{ кВт·год.}$$

Втрати електроенергії у трансформаторах складають:

- при паралельній роботі двох трансформаторів у перебігу $T_{МАХ}$:

$$W_{TP} = 2 \cdot \Delta P'_K \cdot T_{МАХ} = 2 \cdot 4,25 \cdot 5200 = 4420 \text{ кВт·год.},$$

- при паралельній роботі двох трансформаторів у перебігу $T'_{МАХ}$:

$$W'_{TP} = 2 \cdot \Delta P_K \cdot T'_{МАХ} = 2 \cdot 2,0 \cdot 4550 = 1820 \text{ кВт·год.}$$

Витрати електроенергії на освітлення складають:

- для ламп розжарювання:

$$W_{OCB} = q \cdot P_P \cdot T_{МАХ} = 0,10 \cdot 180 \cdot 5200 = 93600 \text{ кВт·год.},$$

- для люмінесцентних ламп:

$$W'_{OCB} = q' \cdot P_P \cdot T_{MAX} = 0,04 \cdot 180 \cdot 5200 = 37440 \text{ кВт} \cdot \text{год.},$$

де q, q' - коефіцієнти, для ламп розжарювання $q = 0,1$; для люмінесцентних ламп – у залежності від їх типу, $q' = 0,035 \dots 0,06$.

Результати розрахунків по економії електроенергії зведені у таблиці 6.4.

Таблиця 6.4. Витрати та економія електроенергії

Споживачі	Втрати електроенергії, кВт·год.		Економія електроенергії, кВт·год.
	До впровадження заходів по економії	Після впровадження заходів по Економії	
Кабельна лінія	$W_L = 35075$	$W'_L = 28118$	$\Delta W_L = 6957$
Трансформатори	$W_{TP} = 4420$	$W'_{TP} = 1820$	$\Delta W_{TP} = 2600$
Освітлення	$W_{OCB} = 93600$	$W'_{OCB} = 37440$	$\Delta W_{OCB} = 56160$
Всього			$\Delta W = 65717$

Загальна річна економія електроенергії на підприємстві за розрахунками складає $\Delta W = 57169$ кВт·год., а річна вартість з'економленої електроенергії дорівнює:

$$\Delta S_0 = d_0 \cdot \Delta W = 1,34 \cdot 65717 = 88060,78 \text{ грн.},$$

що складає:

$$\Delta S\% = \frac{\Delta S_0}{S_0} \cdot 100\% = \frac{88060,78}{1379664} \cdot 100 = 6,38\%$$

від річної вартості електроенергії $S_0 = 1379664$ грн.

Висновки

1. Для забезпечення роботи підприємства необхідно встановити два силові трансформатори типа ТМ160/10-0,4
2. з номінальною потужністю кожного $S_{НОМ} = 160$ кВ·А.

3. Компенсацію реактивної потужності підприємства можливо здійснювати конденсаторною установкою КСК2-0,4-67-3У3 з номінальною реактивною потужністю $Q_{ном} = 67$ квар.

4. Впроваджені заходи до компенсації реактивної потужності, зниження номінальної потужності силових трансформаторів та відключення їх в години зниження споживання електроенергії на підприємстві, вибору раціонального перерізу жил кабельних ліній живлення та заміна ламп розжарювання на люмінесцентні енергозберігаючі лампи. Ці заходи дають щорічну економію електроенергії на суму $\Delta S_0 = 88060,78$ грн./рік, що складає $\Delta S\% = 6,38\%$ от річної вартості електроенергії, яка складає $S_0 = 1379664$ грн.

РОЗДІЛ 7 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

7.1 Програма виробничої діяльності

Приймається програма, яка визначена у ТЕО

7.2 Інвестиційні витрати

Приймаються витрати, які визначено у ТЕО.

7.3 Чисельність працівників та фонд оплати праці

Чисельність персоналу, який працюватиме у зміну – 8 працівників, у 3-х змінах – 24 працівника. Чисельність персоналу, який працює в одну зміну – 4 працівника. Тоді загальна чисельність підприємства 28 працівників.

Середньомісячна заробітна плата одного працівника на підприємстві (Зсер) складатиме 8000 грн/місяць.

Річний фонд оплати праці дорівнює:

$$\text{ФОП} = \text{Зсер} * \text{Ч} * 12 ,$$

де Ч - чисельність працюючих.

$$\text{ФОП} = 7000 * 28 * 12 / 1000 = 1680 \text{ тис грн}$$

В т.ч. ФОПосн - основних виробничих працівників:

$$\text{ФОПосн} = 7000 * 24 * 12 / 1000 = 1440 \text{ тис грн}$$

Продуктивність праці – 9521 тис грн/люд. (210583 / 28)

7.4 Собівартість продукції, прибуток і рентабельність

Розрахунки собівартості продукції

Повну собівартість продукції визначають за такими калькуляційними статтями:

- сировина і основні матеріали;
- допоміжні матеріали
- енергія;
- основна і додаткова заробітна плата;

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.І.1.7			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Шевчук В.О.			Розділ 7		Літ	Аркуш
Керівник		Кустов І.О.						92
Консультант		Басюркіна Н.Й.					ОНТУ, ТЗХ-41	
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.						

відрахування на соціальні заходи;

- амортизація обладнання;
- інші прямі витрати;
- загальновиробничі витрати;
виробнича собівартість
- адміністративні витрати;
- витрати на збут;
- інші витрати основної діяльності;

повна собівартість

Визначення витрат за калькуляційними статтями

Витрати на сировину і основні матеріали

Витрати на сировину включають вартість зерна ячменю і витрати на його отримання.

Витрати на придбання зерна (Вз) визначається за формулою:

$$Вз = 1,05 * Ц_{з,с} * Q_z ,$$

де $C_{з,с}$ – оптова ринкова ціна зерна ячменю без ПДВ, грн/т;

Q_z – обсяг переробки зерна ячменю, т;

коефіцієнт 1,05 враховує витрати на доставку зерна на підприємство.

Оптова ринкова ціна зерна ячменю в регіоні будівництва підприємства без ПДВ складає 14500 грн/т.

$$Вз = 1,05 * 14500 * 11250 / 1000 = 171281 \text{ тис грн}$$

Допоміжні матеріали

До допоміжних матеріалів віднесено пакувальні матеріали - мішки та пакети для фасування продукції.

Витрати на допоміжні матеріали визначаються за формулою:

$$Вм = Ц_m * Н_m * Q_{пр}$$

де C_m – ціна матеріалу, грн/од;

N_m – норма витрат матеріалу, од/т продукції;

$Q_{пр}$ – річний обсяг виробництва продукції, тонн.

Приймаємо для розрахунку два види пакувальних матеріалів: мішки місткістю 50 кг, пакети місткістю 1 кг.

У мішки фасується 50% основної продукції (крупа ячменю) та 60% частинок подрібненого ядра, всього 4185 т ($0,5 \cdot 8100 + 0,6 \cdot 225$).

У пакети фасується 50% крупи ячменю та 40% частинок подрібненого ядра, всього 4140 т ($0,5 \cdot 8100 + 0,4 \cdot 225$).

Для фасування тонни продукції потрібно 20 мішків або 1000 пакетів.

Вартість мішка 5 грн, вартість пакета – 0,6 грн.

Витрати на фасувальні матеріали дорівнюють:

$$В_{м,ф} = (5 \cdot 20 \cdot 4185 + 0,6 \cdot 1000 \cdot 4140) / 1000 = 419 + 2484 = 2903 \text{ тис грн.}$$

Енергія

У дану статтю включають витрати на електроенергію та пару для пропарювання ячменю, які використовуються на технологічні потреби.

Витрати на електроенергію визначають за формулою

$$В_{ел} = Т_{ел} \times Н_{ел} \times Q_{пр} ,$$

де $T_{ел}$ - тариф за електроенергію, в середньому за добу (без ПДВ) - 1,2 грн/кВт*год;

$N_{ел}$ - норма витрат електроенергії на виробництво крупи ячменю – 160 кВт*год/т основної продукції;

$Q_{пр}$ – річний обсяг виробництва основної продукції, дорівнює 8100 тонн.

$$В_{ел} = 1,2 \times 160 \times 8100 / 1000 = 1555 \text{ тис грн}$$

Витрати на пару визначаються за формулою

$$В_{пар} = Т_{пар} \times Н_{пар} \times Q_{зер} ,$$

де $T_{пар}$ - тариф за пару (без ПДВ) - 400 грн/т;

$N_{пар}$ - норма витрат пари на переробку сирої ячменю – 0,5 т/т зерна;

$Q_{зер}$ – річний обсяг переробки зерна ячменю, дорівнює 11250 тонн.

$$В_{пар} = 400 \times 0,5 \times 11250 / 1000 = 2250 \text{ тис грн}$$

Витрати енергії дорівнюють

$$В_{ен} = В_{ел} + В_{пар} = 1555 + 2250 = 3805 \text{ тис грн}$$

Основна і додаткова заробітна плата

У дану статтю включається фонд основної і додаткової заробітної плати основних виробничих працівників (ФОПосн), які безпосередньо пов'язані з виготовленням продукції. Решта ФОП включається у комплексні статті непрямих витрат (загальновиробничі, адміністративні витрати, витрати на збут). ФОПосн визначено у п. 10.3 та дорівнює 1440 тис грн.

Відрахування на соціальні заходи

Відрахування на соціальні заходи визначають за встановленими процентами (22%) від величини фонду оплати праці.

$$В_{соц} = 0,22 * 1440 = 317 \text{ тис грн}$$

Амортизація обладнання

Амортизаційні відрахування розраховують за формулою

$$А_{обл} = ОПВФ \times \frac{На}{100},$$

де ОПВФ - вартість основних промислово-виробничих фондів;

На - норма амортизаційних відрахувань (по будівлі – 5%, устаткуванню - 20%).

ОПВФбуд (по будівлі) дорівнює 12636 тис грн

ОПВФуст (по устаткуванню) дорівнює 11760 тис грн.

в т.ч. ОПВФуст,осн (по устаткуванню основного виробництва) дорівнює 8400 тис грн;

Ауст,інф (по устаткуванню інфраструктури) дорівнює 3360 тис грн

$$А_{буд} = 0,05 * 12636 = 632 \text{ тис грн.}$$

$$А_{уст} = 0,2 * 11760 = 2352 \text{ тис грн}$$

$$\text{в т.ч. } А_{уст,осн} = 0,2 * 8400 = 1680 \text{ тис грн.}$$

$$А_{уст,інф} = 0,2 * 3360 = 672 \text{ тис грн}$$

$$А_{заг} = 632 + 2352 = 2984 \text{ тис грн}$$

Ауст,осн включається у статтю «Амортизація основних виробничих фондів».

Абуд та ΔАуст,інф включаються у статтю «Загальновиробничі витрати».

Інші прямі витрати – Він,пр

Інші прямі витрати визначають у розмірі 10% від усіх попередніх витрат за виключенням витрат на сировину.

$$Він = 0,1 * (2903+4255+1440+317+1680) = 0,1 * 10595 = 1060 \text{ тис грн}$$

Загальновиробничі витрати

Загальновиробничі витрати (Взв) визначають у розмірі 30% від усіх попередніх витрат за виключенням витрат на сировину.

$$Взв = 0,3 * (10595 + 1060) = 0,3 * 11655 = 3497 \text{ тис грн}$$

Виробнича собівартість

Виробничу собівартість визначають як суму усіх попередніх витрат (витрат по усіх попередніх статтях).

Адміністративні витрати, витрати на збут, інші витрати основної діяльності

Адміністративні витрати (Вадм), витрати на збут (Взб), інші витрати основної діяльності (Він,од) визначають у розмірі, відповідно, 10%, 5%, 10% від величини виробничої собівартості за виключенням витрат на сировину.

$$Вадм = 0,1 * 15152 = 1515 \text{ тис грн}$$

$$Взб = 0,05 * 15152 = 758 \text{ тис грн}$$

$$Він,од = 0,1 * 15152 = 1515 \text{ тис грн}$$

Повна собівартість

Повну собівартість визначають як суму виробничої собівартості та накладних витрат (адміністративних, витрат на збут, інших витрат основної діяльності).

Результати розрахунків за статтями зведені у таблиці 6.1.

Таблиця 7.1– Зведені витрати на виробництво продукції

Статті витрат	Сума витрат, тис грн
Сировина і основні матеріали	171281
Допоміжні матеріали	2903
Енергія	4255
Основна і додаткова заробітна плата	1440
Відрахування на соціальні заходи	317
Амортизація обладнання	1680

Інші прямі витрати	1060
Загальновиробничі витрати	3497
Виробнича собівартість	186433
Адміністративні витрати	1515
Витрати на збут	758
Інші витрати основної діяльності	1515
Повна собівартість	190221
у т.ч. експлуатаційні витрати	187237

Експлуатаційні витрати, які відображають у останньому рядку (Векс) є різницею між повною собівартістю (Спов) та загальними амортизаційними відрахуваннями (Азаг)

$$\text{Векс} = \text{Спов} - \text{Азаг} = 190221 - 2984 = 187237 \text{ тис грн.}$$

Прибуток визначають як різницю між обсягами реалізації продукції і послуг (РП) та повною собівартістю (Спов) за формулою

$$\Pi = \text{РП} - \text{Спов} = 210583 - 190221 = 20362 \text{ тис грн}$$

Рентабельність продукції (Рпр)

$$R_{pr} = \frac{20362}{190221} \times 100 = 10,7\%$$

Рентабельність виробництва (Рвир) визначають діленням прибутку на суму вартості ОПВФ та оборотних коштів, за формулою

$$R_{vir} = \frac{\Pi}{\text{ОПВФ} + \text{ОК}} \times 100 = \frac{20362}{24396 + 21058} \times 100 = 44,7\%$$

7.5 Фінансова та економічна оцінка проекту

Економічна оцінка проекту виконується за такими показниками:

для інвестора

строк окупності інвестицій (Ток),

чиста приведена вартість проекту (ЧПВ),

для кредитора

строк повернення кредиту (Ткр).

При виконанні розрахунків приймають такі вихідні дані:

- 1) Ставку дисконтування прийнято на рівні 0,15.
- 2) Акциз і експортне мито відсутні.

3) Продаж проекту не передбачається.

4) Для економічної оцінки проекту приймають період T , який визначають за допомогою емпіричної формули

$$T = \frac{I}{\Pi} \times 1,5 + 1 = \frac{45454}{20362} \times 1,5 + 1 = 4,3 \text{ роки}$$

Приймаємо для розрахунків 5 років.

Для кредитування інвестицій прийнято такі умови.

1) Процентна ставка по кредиту 20% за рік.

2) Усі вільні кошти прибутку йдуть на погашення кредиту. У перші 3 року на погашення кредиту можуть бути використані амортизаційні відрахування.

Розрахунок прибутку, податків і вільних грошових коштів наведено у таблиці 7.2.

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

Показники	Роки				
	1	2	3	4	5
Надходження коштів	168466	210583	210583	210583	210583
Експлуатаційні витрати	149790	187237	187237	187237	187237
Амортизаційні відрахування	2984	2984	2984	2984	2984
Проценти за кредит	6000	3814	84	-	-
Балансовий прибуток	9692	16548	20278	20362	20362
Податок на прибуток	1745	2979	3650	3665	3665
Чистий прибуток	7947	13569	16628	16697	16697
Чистий прибуток, що залишається на підприємстві	-	-	14112	16697	16697
Вільні грошові кошти	10931	16553	19612	19681	19681

В перший рік обсяг надходження коштів складає 80% від максимального рівня - 168466 тис грн ($0,8 \cdot 210583$), експлуатаційні витрати - 80% від максимального рівня – 149790 тис грн ($0,8 \cdot 187237$).

Сума сплати процентів за кредит у 1-ому році: $30000 \cdot 0,2 = 6000$ тис грн.

Погашення кредиту у 1-му році – 10931 тис грн.

Заборгованість по кредиту на початок 2-го року складає:

$$30000 - 10931 = 19069 \text{ тис грн.}$$

Сума сплати процентів за кредит у 2-ому році: $19069 * 0,2 = 3814$ тис грн.

Погашення кредиту у 2-му році – 16553 тис грн.

Заборгованість по кредиту на початок 3-го року складає:

$$19069 - 16553 = 2516 \text{ тис грн.}$$

Сума потенційного чистого прибутку у 3-му році дорівнює 16697 тис грн $[210583 - (187237 + 2984)] * 0,82\}$.

Величина потенційного чистого прибутку перевищує заборгованість на початок 3-го року. Тому повне погашення кредиту можна здійснити у 3-му році.

У 3-му році кредит може бути погашений за 2 місяці $[12 * (2516 / 16697)]$.

Сума сплати процентів у 3-му році: $2516 * 0,2 * (2/12) = 84$ тис грн

У 3-му році на підприємстві залишається чистий прибуток у розмірі 14112 тис грн $(16628 - 2516)$.

Графік повернення кредиту та сплати процентів по кредиту наведений у таблиці 7.3.

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

Показники	Роки		
	1	2	3
Борг на початок року	30000	19069	2516
Погашення кредиту	10931	16553	2516
Борг на кінець року	19069	2516	-
Проценти за кредит	6000	3814	84

Строк повернення боргу – 2,2 року.

Розрахунок чистої приведеної вартості проекту і строку окупності інвестицій приведений у таблиці 7.4.

Таблиця 7.4 – Розрахунок чистої приведеної вартості проекту і строку окупності інвестицій тис грн

Показники	Роки				
i	1	2	3	4	5
$(1 + 0,15)^i$	1,15	1,32	1,52	1,75	2,01
Вільні кошти, тис грн	10931	16553	19612	19681	19681
Дисконтована величина вільних грошових коштів, тис грн	9505	12540	12903	11246	9792
Чиста приведена вартість проекту, тис грн	-35949	-23409	-10506	740	10532

Строк окупності інвестицій – 3,9 роки $[3 + (10506/11246)]$.

Чиста приведена вартість інвестиційного проекту на кінець 5-го року складає 10532 тис грн,

Висновки

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

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

Показники	Розмірність	Значення показників
1. Добова потужність підприємства	тонн	80
2. Обсяги переробки зерна	тонн	11250
3. Обсяг продаж (реалізації)	тис грн	210583
4. Виробництво продукції в т.ч. крупа типу перлової	тонн	- 8100
5. Повна собівартість	тис грн	190221
6. Прибуток	тис грн	20362
7. Чисельність працівників	люд	28
8. Фонд оплати праці	тис грн	1680
9. Середньомісячна заробітна плата	грн	5000
10. Продуктивність праці	тис грн/ люд	7521
11. Вартість основних виробничих фондів	тис грн	24396

12. Оборотні кошти	тис грн	21058
13. Рентабельність продукції	%	10,7
14. Рентабельність виробництва	%	44,7
15. Інвестиції		45454
в т.ч. в основні виробничі фонди	тис грн	24396
в оборотні кошти		21058
16. Кредит на будівництво підприємства	тис грн	30000
17. Термін повернення кредиту	років	2,2
18. Термін окупності інвестицій	років	3,9
19. Чиста приведена вартість проекту за 5 років	тис грн	10532

Будівництво заводу з переробки зерна ячменю у крупи продуктивністю 80 т/добу доцільно та ефективно. Термін окупності інвестицій складає 3,9 роки, наприкінці 4-го року чиста приведена вартість проекту стає позитивною, а наприкінці 5-го року дорівнює 10532 тис грн.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

У кваліфікаційній роботі розроблено проєкт заводу з переробки ячменю у продукти швидкого приготування. Тема роботи є актуальною, оскільки ячмінь має значний сировинний, харчовий і технологічний потенціал, але його продовольче використання у круп'яній промисловості часто обмежується традиційними видами продукції. Виробництво продуктів швидкого приготування на основі ячменю дає змогу розширити асортимент круп'яної продукції, підвищити споживчі властивості готового продукту, скоротити тривалість його приготування та забезпечити раціональніше використання зернової сировини.

У роботі обґрунтовано доцільність будівництва підприємства в Одеській області. Вибір регіону є виправданим завдяки наявності розвиненої зернової сировинної бази, сприятливим умовам для заготівлі ячменю, можливості формування помельних партій необхідної якості, а також наявності транспортної та складської інфраструктури.

У технологічній частині роботи розглянуто вимоги до якості ячменю як сировини для круп'яного виробництва. Встановлено, що для отримання стабільної за якістю продукції важливими є вологість, крупність, вирівняність, натура, вміст домішок, відсутність пошкодженого зерна та зараженості шкідниками хлібних запасів. Обґрунтовано необхідність формування однорідної помельної партії, оскільки саме стабільність показників сировини визначає вихід готової продукції, кількість побічних фракцій, якість плющеної крупи швидкого приготування та її споживчі властивості.

У технологічній частині роботи обґрунтовано схему переробки ячменю, яка передбачає роботу лінії підготовки зерна до переробки, лінії

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.І.1.7		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ		
Розробив	Шевчук В.О.						
Керівник	Кустов І.О.						
Консультант							
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.						
					Літ	Аркуш	Аркушів
						102	
					ОНТУ, ТЗХ-41		

виробництва цілої ячмінної крупи, ячмінних пластівців і цілозернового ячмінного борошна, а також лінії фасування та складу готової продукції. Таке компонування виробництва забезпечує послідовний рух зерна від приймання і підготовки до отримання готових круп'яних продуктів, їх фасування та зберігання. Запропонована схема відповідає призначенню підприємства і дає змогу переробляти ячмінь у продукцію з вищим ступенем готовності до споживання, стабільними споживчими властивостями та розширеним асортиментом. Під час проєктування генерального плану підприємства враховано необхідність раціонального розміщення виробничих, складських, допоміжних, транспортних та адміністративно-побутових об'єктів.

У роботі також розглянуто питання технімічного і мікробіологічного контролю, застосування системи НАССР та охорони праці. Контроль якості сировини, напівпродуктів і готової продукції є необхідною умовою стабільної роботи заводу. Для продуктів швидкого приготування особливо важливими є показники вологості, органолептичні властивості, чистота, безпечність, відсутність сторонніх домішок і відповідність готової продукції встановленим вимогам. Заходи з охорони праці повинні бути спрямовані на захист працівників від пилу, шуму, рухомих частин обладнання, небезпек під час транспортування зерна, електротехнічних ризиків, а також на забезпечення пожежо- і вибухобезпеки.

Виконані техніко-економічні розрахунки підтверджують доцільність реалізації проєкту. У роботі прийнято добову потужність підприємства 80 т, річний робочий період 250 діб, коефіцієнт використання потужності 0,9 та річний обсяг переробки зерна ячменю 11250 т.

Будівництво заводу з переробки зерна ячменю у крупи продуктивністю 80 т/добу доцільно та ефективно. Термін окупності інвестицій складає 3,9 роки, наприкінці 4-го року чиста приведена вартість проєкту стає позитивною, а наприкінці 5-го року дорівнює 10532 тис грн.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Shewry P. R., Ullrich S. E. Barley: Chemistry and Technology. 2nd ed. St. Paul: AACC International, 2014. 337 p.
2. MacGregor A. W., Bhatti R. S. Barley: Chemistry and Technology. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1993. 486 p.
3. Wrigley C. W., Batey I. L., Miskelly D. Cereal Grains: Assessing and Managing Quality. 2nd ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2017. 830 p.
4. Wrigley C. W., Batey I. L. Cereal Grains: Assessing and Managing Quality. Cambridge: Woodhead Publishing, 2010. 552 p.
5. Owens G. Cereals Processing Technology. Cambridge: Woodhead Publishing, 2001. 248 p.
6. Kent N. L., Evers A. D. Kent's Technology of Cereals: An Introduction for Students of Food Science and Agriculture. 4th ed. Oxford: Pergamon Press, 1994. 352 p.
7. Serna-Saldivar S. O. Cereal Grains: Properties, Processing, and Nutritional Attributes. Boca Raton: CRC Press, 2010. 752 p.
8. Kulp K., Ponte J. G. Handbook of Cereal Science and Technology. 2nd ed. New York: Marcel Dekker, 2000. 808 p.
9. Matz S. A. The Chemistry and Technology of Cereals as Food and Feed. 2nd ed. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 751 p.
10. Arendt E. K., Zannini E. Cereal Grains for the Food and Beverage Industries. Cambridge: Woodhead Publishing, 2013. 512 p.
11. Fast R. B., Caldwell E. F. **Breakfast Cereals and How They Are Made**. 2nd ed. St. Paul: AACC International, 2000. 562 p.
12. Delcour J. A., Hoskeney R. C. **Principles of Cereal Science and Technology**. 3rd ed. St. Paul: AACC International, 2010. 270 p.
13. Bhatti, R. S. (1999). The potential of hull-less barley. Cereal chemistry, 76(5), 589-599.
14. Bhatti, R. S. (1996). Production of food malt from hull-less barley. Cereal Chemistry, 73(1), 75-80.

- 15.Shaveta, K. H., Kaur, S., & Kaur, S. (2019). Hulless barley: A new era of research for food purposes. *Journal of Cereal Research*, 11(2), 114-124.
- 16.Newman, C. W., & Newman, R. K. (2006). A brief history of barley foods. *Cereal foods world*, 51(1), 4.
- 17.Lukinac, J., & Jukić, M. (2022). Barley in the production of cereal-based products. *Plants*, 11(24), 3519.
- 18.Jadhav, S. J., Lutz, S. E., Ghorpade, V. M., & Salunkhe, D. K. (1998). Barley: chemistry and value-added processing. *Critical Reviews in Food Science*, 38(2), 123-171.
- 19.Sullivan, P., Arendt, E., & Gallagher, E. (2013). The increasing use of barley and barley by-products in the production of healthier baked goods. *Trends in Food Science & Technology*, 29(2), 124-134.
- 20.Vasan, A., Mani, M., & Boora, P. (2014). Barley foods and health: Opportunities ahead. In *Proceedings of the 2014 international conference on intelligent agriculture (IPCBEE)* (Vol. 63, pp. 88-93). Singapore: IACST Press.
- 21.Zhou, M. X. (2009). Barley production and consumption. In *Genetics and improvement of barley malt quality* (pp. 1-17). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- 22.Gupta, M., Abu-Ghannam, N., & Gallagher, E. (2010). Barley for brewing: Characteristic changes during malting, brewing and applications of its by-products. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 9(3), 318-328.
- 23.Ashman, H., & Beckley, J. (2006). Rediscovering barley. *Cereal Foods World*, 51(1), 38.
- 24.Rasane, P., Singh, J., Kaur, S., Gunjal, M., Kumar, V., & Assouguem, A. (2024). Barley. In *Cereals and Nutraceuticals* (pp. 23-46). Singapore: Springer Nature Singapore.
- 25.Hu, X., & Gilbert, R. G. (2025). Value Adding to Barley Byproducts: A Perspective of Bran and Husk in the Food Industry. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 24(6), e70316.