

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет

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



КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему «Проект борошномельного заводу з метою випуску борошна для конкретних технологічних потреб»

(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)

Здобувачки Граматик А.О.
(прізвище, ініціали)

Керівник: доцент Мельник І.В.
(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти: проф. Басюркіна Н.Й.
(посада, прізвище та ініціали)

доцент 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 ПРИЗВИЩЕ)

Одеса – 2026 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНІ 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

Граматик Анастасія Олександрівна

1. Тема роботи Проект борошномельного заводу з метою випуску борошна для конкретних технологічних потреб

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

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

3. Вихідні дані роботи

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

4. Перелік питань, які потрібно розробити

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

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

Схема технологічного процесу, плани поверхів, наукова частина

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 _____ Мельник І.В.

Завдання прийняв до виконання _____ Граматик А.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	01.05-05.05	
6.	ЕНЕРГЕТИЧНЕ ТА МАТЕРІАЛЬНО-РЕСУРСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	06.05-11.05	
7.	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ	12.05-15.05	
8.	ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	16.05-18.05	

Здобувач вищої освіти _____ Граматик А.О.
Керівник _____ Мельник І.В.

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

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

Здобувач-вищої освіти Граматик А.О.
(ПІБ)

_____ (підпис)

АНОТАЦІЯ

на кваліфікаційну роботу на тему
«Проект борошномельного заводу з метою випуску борошна для конкретних технологічних потреб»

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

Актуальність теми: Розробка проекту борошномельного заводу з метою випуску борошна для конкретних технологічних потреб в Україні обумовлена необхідністю забезпечення промислових виробництв високоякісною сировиною з стабільними показниками якості, що відповідають заданим технологічним параметрам. Сучасні харчові і переробні підприємства висувають підвищені вимоги до характеристик борошняної продукції, таких як крупність, вміст білка, кількість та якість клейковини, зольність, реологічні властивості, які безпосередньо впливають на технологічний процес подальшого використання борошна. В Україні спостерігається зростання попиту на борошно спеціального призначення для хлібопекарського, кондитерського і іншого технологічного застосування, що зумовлено розвитком харчової промисловості та зростанням вимог до якості продукції. Виробництво такої продукції на базі сучасного борошномельного підприємства з використанням високопродуктивного обладнання і контролю якості відкриває можливості стабільного забезпечення технологічних циклів підприємств. Наявність в Україні підприємства з виробництва борошна з регламентованими якісними параметрами дозволяє зменшити залежність від імпорту аналогічної продукції з відмінними технічними характеристиками, створює передумови для вдосконалення системи управління якістю на всіх етапах ланцюга постачання зерна і виробництва борошна.

Основні особливості роботи: У кваліфікаційній роботі проведено техніко-економічне обґрунтування проекту, яке включає розрахунок економічної ефективності та оцінку витрат на реалізацію підприємства, визначення основних фінансових показників і обґрунтування доцільності інвестицій. Надано загальну характеристику генерального плану підприємства, зокрема організацію території, розміщення виробничих і допоміжних приміщень, а також архітектурно-будівельні рішення щодо облаштування будівель і споруд підприємства для забезпечення ефективної роботи виробництва. Визначено асортимент борошна, яке виробляється в країнах Європейського Союзу, з акцентом на основні види борошна, що використовуються для виробництва хліба, кондитерських виробів та інших продуктів харчування. Проаналізовано та визначено відмінності між українським хлібопекарним борошном вищого та першого ґатунків і

борошном цільового призначення, зокрема за їх технологічними властивостями та сферою застосування в харчовій промисловості. Проведено аналіз та обґрунтування схеми технологічного процесу для виробництва хлібопекарського борошна вищого та першого ґатунків, а також відбору борошна для кондитерських виробів і печива, враховуючи специфіку кожного виду борошна. Здійснено вибір, розрахунок і підбір технологічного обладнання, необхідного для реалізації технологічного процесу. Зроблено розрахунок енергетичного та матеріально-ресурсного забезпечення для реалізації проєкту, зокрема потреби в електроенергії, воді, газі та інших ресурсах, необхідних для стабільної роботи підприємства. Крім того, проведено техніко-економічні розрахунки, які включають оцінку вартості виробництва, термінів окупності проєкту, а також інших показників ефективності підприємства.

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 118 сторінках. Графічна частина включає 5 листів.

Висновок: Будівництво борошномельного заводу малої потужністю 72 т/добу у Одеській області технічно можливо та економічно ефективно. Інвестиції у розмірі 13 083,387 тис грн окупаються 3,4 роки. Кредит у розмірі 5233354,8 грн буде повернутий за 1,55 років. Чиста приведена вартість проєкту на кінець 4-го року складе 347067,7 грн.

Ключові слова: борошномельне виробництво, хлібопекарське борошно, технологічний процес. борошно вищого ґатунку, борошно кондитерське, борошно для печива, скорочений технологічний процес.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	4
ЗМІСТ	6
ВСТУП.....	7
1. РОЗДІЛ 1 СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ	12
2. РОЗДІЛ 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ	18
3. РОЗДІЛ 3 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА.....	25
3.1 Загальна характеристика генерального плану підприємства.....	25
3.2 . Архітектурно-будівельні рішення	29
4. РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	33
4.1 Наукове обґрунтування.....	33
4.2 Характеристика сировини, вимоги до її якості.....	39
4.3 Обґрунтування схеми технологічного процесу	44
4.4 Розрахунок балансу помелу зерна	48
4.5 Підбір та розрахунок технологічного обладнання	52
4.6 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва. Застосування системи НАССР	60
4.7 Охорона праці.....	60
5. РОЗДІЛ 5 СПЕЦІАЛЬНІ РОЗРАХУНКИ.....	80
6. РОЗДІЛ 6 ЕНЕРГЕТИЧНЕ ТА МАТЕРІАЛЬНО-РЕСУРСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	86
7. РОЗДІЛ 7 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	97
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	113
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	115

ВСТУП

Сучасний стан борошномельної галузі України визначається істотними структурними змінами, які відбулися протягом останніх десятиліть. Відбувся перехід від жорстко регламентованої системи виробництва стандартних сортів борошна до більш гнучкої моделі, орієнтованої на попит харчової промисловості та кінцевого споживача. Це зумовило розширення номенклатури борошна, зокрема з урахуванням вимог хлібопекарського, макаронного та кондитерського виробництва, а також зростання інтересу до борошна спеціального і цільового призначення. Водночас значна частина підприємств і надалі працює за класичними схемами помелу, орієнтованими на отримання вищого і першого сортів, що відображає інерційність галузі та обмеженість інвестиційних ресурсів.

Технологічна база борошномельної галузі України є неоднорідною. Поряд із підприємствами, оснащеними сучасними вальцьовими верстатами, розсійниками, ситовіальними машинами та автоматизованими системами керування, функціонують борошномельні підприємства з морально застарілим технологічним обладнанням, яке не забезпечує стабільної якості продукції та раціонального використання зернових ресурсів. Це зумовлює відмінності у виході борошна, енергетичних витратах, рівні втрат і побічних продуктів, а також у можливостях гнучкого регулювання технологічного процесу. Питання модернізації виробництва набуває особливої актуальності в контексті підвищення вимог до якості та безпечності харчової продукції.

Структура існуючого асортименту борошномельної продукції в Україні традиційно орієнтована на виробництво пшеничного борошна хлібопекарського призначення. Водночас спостерігається поступове зростання частки борошна для спеціалізованих напрямів використання, зокрема для кондитерських виробів і печива, де визначальними є показники зольності, крупності помелу, водопоглинальної здатності та активності ферментів. Це вимагає перегляду підходів до організації помелів і більш

точного керування фракційним складом борошна, що не завжди узгоджується з класичною схемою сортового помелу.

Переважна частина діючих борошномельних підприємств працює на технологічному обладнанні та за технологічними схемами, розрахованими на переробку великих потоків зерна з отриманням обмеженого набору сортів борошна з нормативними, але опосередкованими показниками. За таких умов основним інструментом стабілізації якості залишається змішування партій зерна з різними характеристиками, що дозволяє утримувати показники в межах стандартів, але не забезпечує точного керування структурно-механічними властивостями борошна. В результаті формується готова продукція, придатна для широкого використання, проте недостатньо адаптована до специфічних вимог окремих технологій, де навіть незначні відхилення у дисперсності, водопоглинальній здатності чи стану клейковини мають суттєві наслідки.

Сировинна база борошномельного виробництва характеризується значною неоднорідністю властивостей зерна пшениці, що зумовлено відмінностями у структурі ендосперму, співвідношенні білкових фракцій, міцності оболонок та крохмалю. В межах підприємств з високою продуктивністю ця неоднорідність переважно нівелюється шляхом формування помельних партій, що знижує чутливість технологічної схеми до змін властивостей сировини, але водночас обмежує можливість цілеспрямованого впливу на характеристики борошна. Такий підхід фактично зводить технологію помелу до механічного процесу з мінімальним рівнем керованості властивостями продукту.

Водночас сучасні напрями використання пшеничного борошна висувають жорсткі вимоги до стабільності його поведінки в технологічному процесі. Для багатьох видів хлібобулочних виробів вирішальне значення мають не лише формальні показники якості, а й характер формування тіста, швидкість розвитку клейковинного каркаса, його стійкість до механічного навантаження та зміни властивостей у часі. За умов використання

стандартного сортового хлібопекарського борошна ці параметри часто перебувають поза межами прямого контролю, що змушує виробників компенсувати нестабільність сировини технологічними або рецептурними рішеннями, не завжди оптимальними з точки зору відтворюваності процесу.

Організація борошномельного виробництва в Україні залишається переважно зосередженою на великих підприємствах, для яких гнучкість технологічної схеми є обмеженою. Зміна режимів помелу, переналаштування систем подрібнення та перерозподілу продуктів у таких умов пов'язані з порушенням існуючого балансу, що ускладнює адаптацію виробництва до змін вимог з боку споживачів борошна. Це зумовлює інерційність галузі, за якої реакція на зміну попиту відбувається із запізненням або зводиться до розширення асортименту формально різних, але технологічно близьких продуктів.

Борошномельне виробництво також характеризується обмеженим використанням потенціалу технологічного керування помелом як інструменту формування властивостей борошна. В багатьох випадках технологічні режими підбираються з урахуванням загальної продуктивності обладнання та стабільності виходу продукції, тоді як взаємозв'язок між параметрами здрібнювання, гранулометричним складом, ступенем пошкодження крохмалю та станом білкових структур залишається недостатньо реалізованим на практиці. Це обмежує можливість переходу від нормативного підходу до функціонально орієнтованого виробництва борошна.

Сучасний етап розвитку зернопереробної галузі України характеризується поступовим переходом від уніфікованого виробництва борошна масового призначення до формування асортименту продукції, орієнтованої на конкретні технологічні процеси харчової промисловості. В цих умовах будівництво борошномельних підприємств малої продуктивності, які орієнтовані на випуск пшеничного борошна з заданими властивостями, набуває об'єктивної необхідності та має чітке науково-технологічне

обґрунтування. Основною передумовою цього процесу є зростаюча диференціація вимог до якості борошна, що висуваються з боку окремих напрямів переробки, де стабільність фізико-хімічних і структурно-механічних показників визначає ефективність усього технологічного циклу.

В межах традиційної моделі підприємств великої продуктивності основний акцент робиться на максимізацію виходу стандартних сортів борошна за умов переробки значних обсягів зерна різної якості. Такий підхід неминуче призводить до усереднення властивостей готового продукту, що обмежує можливість точного керування показниками, критичними для конкретних технологічних операцій, зокрема формування тіста з прогнозованою реологічною поведінкою, контрольованою водопоглинальною здатністю та стабільною активністю ферментних систем. Підприємства з невеликою продуктивністю, навпаки, дозволяють зосередитися не на обсягах переробки, а на відтворюваності параметрів борошна в межах окресленого технологічного призначення.

Принциповою особливістю малих борошномельних підприємств є можливість роботи з обмеженими партіями зерна, що дає змогу здійснювати більш жорсткий відбір сировини за показниками, безпосередньо пов'язаними з поведінкою ендосперму під час помелу. Контроль склоподібності, структури білково-крохмального комплексу, натури та ступеня пошкодження зерна створює умови для прогнозованого формування гранулометричного складу борошна та співвідношення його основних компонентів. За таких умов технологія помелу стає інструментом цілеспрямованого керування якістю, а не лише засобом механічного подрібнення зерна.

Невелика продуктивність виробництва забезпечує високу гнучкість технологічної схеми. Зміна інтенсивності драного процесу, кількості систем здрібнювання, ступеня вилучення оболонкових частин та співвідношення фракцій ендосперму дозволяє формувати борошно з різними характеристиками. Це має принципове значення для технологій, чутливих до вмісту дрібнодисперсних часток, рівня пошкодження крохмалю та

просторової організації клейковинного комплексу. У межах малого виробництва такі параметри можуть коригуватися без істотних технологічних втрат, що практично недосяжно в умовах великих борошномельних підприємств із жорстко фіксованими режимами роботи.

Перспективи розвитку борошномельної галузі України пов'язані з поступовим переходом від орієнтації на масове виробництво стандартних сортів до більш диференційованої моделі, що враховує специфічні вимоги різних сегментів харчової промисловості. Такий підхід передбачає глибше використання технологічного потенціалу зерна, підвищення ролі аналітичного контролю та оптимізацію існуючих схем помелів. За умови системної модернізації технологічного обладнання і технологій борошномельна галузь може зберегти стратегічне значення для продовольчої безпеки та водночас підвищити науково-технологічний рівень виробництва.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

Стан і проблеми борошномельної галузі України в умовах війни визначається насамперед порушенням усталених технологічних, сировинних і виробничих взаємозв'язків, які тривалий час забезпечували відносну стабільність процесів переробки та якості готової продукції. Военні дії безпосередньо вплинули на фізичну доступність зернової сировини, рівномірність її надходження на підприємства та можливість підтримання стабільних режимів переробки. За цих умов технологія борошномельного виробництва опинилася в ситуації постійної мінливості вхідних параметрів, що суттєво ускладнює керування якістю борошна в межах існуючих технологічних процесів.

Однією з ключових проблем є різке зростання неоднорідності зернової сировини, яка надходить на переробку. Це проявляється у відмінностях склоподібності, щільності ендосперму, ступеня розвитку білкового комплексу та міцності оболонкових частин. За таких умов стандартні режими кондиціонування і здрібнювання втрачають ефективність, оскільки вони розраховані на більш однорідну сировину.

Суттєво ускладнилася також проблема стабільності технологічних режимів. Часті зупинки та нерівномірне завантаження технологічного обладнання призводять до порушення балансу між драними, шліфувальними та розмельними системами. Це негативно впливає на розподіл продуктів здрібнювання, змінює співвідношення фракцій ендосперму і оболонок та ускладнює підтримання заданого гранулометричного складу борошна. В умовах війни ці фактори стають системними, а не випадковими, що вимагає перегляду підходів до організації технологічного процесу.

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.І.1.4			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Граматики А.О.			Розділ 1	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник		Мельник І.В.					12	
Консультант						ОНТУ, ТЗХ-41		
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.						

Окрему проблему становить контроль фізико-хімічних показників борошна за умов нестабільної роботи виробництва. Коливання вологості зерна, нерівномірність його підготовки та зміни інтенсивності здрібнювання безпосередньо впливають на ступінь пошкодження крохмалю, активність ферментних систем і стан клейковинного комплексу. В результаті борошно зберігає формальну відповідність нормативним показникам, але демонструє нестійку поведінку в технологічних процесах подальшого його використання. Ця проблема загострюється в умовах війни, коли можливості тривалого технологічного налагодження та стабілізації режимів суттєво обмежені.

Перспективи вирішення зазначених проблем у борошномельній галузі пов'язані передусім із переходом від жорстко фіксованих схем помелу до більш адаптивних технологічних рішень. За умов нестабільної сировинної бази ключового значення набуває здатність швидко реагувати на зміну властивостей зерна. Це передбачає ширше використання поетапного коригування режимів здрібнювання, керування навантаженням на вальцьові системи та перегляд співвідношення між системами здрібнювання, тощо.

В воєнних умовах особливого значення набуває оперативний аналіз проміжних продуктів помелу з метою своєчасного виявлення відхилень у структурі борошна. Це дозволяє не лише фіксувати проблему на рівні готової продукції, а й коригувати технологічний процес на ранніх стадіях, зменшуючи накопичення небажаних змін. Такий підхід потребує зміщення акценту з формального контролю кінцевих показників на аналіз процесу формування властивостей борошна.

Перспективним напрямом розвитку галузі в умовах війни є також переосмислення ролі масштабів виробництва. Менші за продуктивністю підприємства виявляються більш здатними до адаптації в умовах нестабільної сировини та нестабільних умов роботи. Обмежений обсяг переробки дозволяє точніше узгоджувати режими помелу з реальними властивостями зерна, зменшувати технологічну інерційність процесу та

швидше досягати стабілізації якості. У цьому контексті розвиток гнучких, технологічно керованих виробництв може розглядатися як один із шляхів збереження функціональності борошномельної галузі.

Ще одним аспектом перспектив вирішення проблем є глибше використання технологічного потенціалу помелу для формування властивостей борошна без застосування зовнішніх коригувальних впливів. В умовах війни особливої ваги набуває здатність технології забезпечувати необхідні характеристики продукту за рахунок оптимізації механічного впливу на зерно. Це стосується керування ступенем подрібнення, рівнем руйнування крохмальних зерен та збереження функціональної цілісності білкових структур. Такий підхід дозволяє зменшити залежність якості борошна від коливань властивостей сировини.

Стан проблеми борошномельної галузі України в умовах війни свідчить про вичерпання можливостей традиційної моделі, орієнтованої на стабільні вхідні параметри та незмінні технологічні схеми. Перспективи її вирішення пов'язані з переходом до більш керованих і адаптивних технологій помелу, у яких центральне місце займає не обсяг виробництва, а здатність формувати борошно з передбачуваними властивостями за умов підвищеної мінливості. Саме такий підхід створює основу для збереження технологічної спроможності галузі та її подальшого розвитку навіть у складних воєнних умовах.

1.1. Характеристика об'єкта

Борошномельна галузь є однією з базових складових харчової промисловості, оскільки саме вона забезпечує інші виробництва сировиною, без якої неможливе виготовлення більшості соціально значущих продуктів. В Україні борошномельна галузь історично орієнтувалася на випуск сортового пшеничного борошна загального використання, однак поступово її структура

змінюється під впливом вимог переробних підприємств і розвитку промислових технологій.

Традиційне борошномельне виробництво довгий час було зосереджене на отриманні вищого та першого гатунків, які використовувалися як універсальна сировина. Таке борошно повинно було відповідати нормативам за вологістю, зольністю, білизною та крупністю, але при цьому його функціональні властивості могли суттєво коливатися залежно від якості зерна та режимів помелу. Для побутового використання ці коливання є менш критичними, проте для сучасних промислових ліній вони стали серйозною проблемою. Саме з цієї причини у структурі борошномельної галузі поступово сформувався напрям випуску борошна спеціального призначення.

Борошно спеціального призначення відрізняється від традиційного насамперед тим, що воно виробляється не як універсальна сировина, а для конкретного виду продукції або технологічного процесу. У цьому випадку борошно розглядається як технологічна сировина з наперед заданими властивостями, а не як універсальний харчовий продукт. Йдеться про борошно для печива, крекерів, бісквітів, вафель, макаронних виробів, листового тіста, заморожених напівфабрикатів та інших виробів, де навіть незначні відхилення у властивостях можуть призводити до порушення технологічного режиму або погіршення якості готової продукції.

Випуск такого борошна можливий лише за умови глибшого розуміння взаємозв'язку між властивостями зерна, особливостями помелу та поведінкою борошна. На практиці це означає, що борошномельне підприємство повинно контролювати не лише стандартні показники, а й здатність борошна поглинати воду, формувати клейковинний каркас, утримувати газ і зберігати стабільність під час механічного навантаження. Для цього використовуються спеціальні схеми помелів, відбір борошна з певних розмельних систем або поєднання потоків із різних ділянок помелу з чітким контролем їх співвідношення.

Важливою особливістю випуску борошна спеціального призначення є підвищені вимоги до однорідності. Якщо у виробництві сортового борошна допускаються певні коливання показників у межах норм, то для спеціального борошна такі коливання можуть бути неприйнятними. Промислові лінії з безперервним замішуванням тіста, формуванням і випіканням працюють у жорстко заданих режимах, і будь-яка нестабільність сировини одразу відображається на якості продукції. Саме тому борошно спеціального призначення зазвичай виготовляється з ретельно відібраних партій зерна і супроводжується посиленням технохімічним контролем.

Розвиток цього напрямку має принципове значення. Він дозволяє підприємствам відійти від моделі масового виробництва з низькою доданою вартістю та перейти до більш гнучкої і технологічно орієнтованої структури. Випуск спеціального борошна потребує вищого рівня організації виробництва, точнішого планування помельних партій і тіснішої взаємодії з підприємствами-споживачами, проте водночас відкриває можливість стабільнішої роботи і кращої адаптації до ринку.

Для української борошномельної галузі характерним є поєднання традиційних підходів із поступовим впровадженням спеціалізованих рішень. Багато підприємств продовжують випускати переважно сортове борошно, але водночас освоюють виробництво борошна для окремих напрямів харчової промисловості. Це особливо актуально для кондитерського виробництва і виробництва печива, де вимоги до борошна суттєво відрізняються від хлібопекарських. У таких випадках борошно може мати нижчу силу клейковини, інший ступінь подрібнення або змінений вміст часток оболонки, що забезпечує потрібну структуру тіста і готових виробів.

Борошно спеціального призначення можна розглядати як результат еволюції борошномельної галузі від простого помелу до керування властивостями продукту. Це означає перехід від формального дотримання нормативів до цілеспрямованого формування якості. Для галузі в цілому такий підхід є свідченням її зрілості і здатності відповідати сучасним

технологічним викликам. У практичному сенсі це дозволяє борошномельним підприємствам бути не просто постачальниками сировини, а повноцінними учасниками технологічного ланцюга виробництва харчових продуктів.

1.2. Мета і завдання проекту

Метою є проєкт борошномельного заводу з метою випуску борошна для конкретних технологічних потреб.

Завданням проєкту є:

- зробити техніко-економічне обґрунтування;
- надати загальну характеристику генерального плану підприємства та архітектурно-будівельні рішення;
- визначити асортимент борошна який виробляється в країнах Європейського Союзу;
- визначити відмінності українського хлібопекарного борошна вищого і першого ґатунків від борошна цільового призначення;
- зробити аналіз та обґрунтувати схему технологічного процесу для виробництва хлібопекарського борошна вищого, першого ґатунків і відбором борошна кондитерського та борошна для печива;
- 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

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

Економічна доцільність проекту будівництва борошномельного заводу продуктивністю 72 тонни на добу в Одеській області з орієнтацією на випуск пшеничного борошна для конкретних технологічних потреб зумовлена логікою сучасного розвитку зернопереробної галузі та реальними потребами харчової промисловості у стабільній за властивостями сировині. Обрана продуктивність підприємства відповідає рівню, за якого забезпечується поєднання промислового характеру виробництва з можливістю гнучкого керування помельним процесом, що є принципово важливим при виготовленні борошна не загального, а спеціалізованого призначення. Саме такий формат дозволяє уникнути надлишкових капіталовкладень, характерних для великих комбінатів, і водночас забезпечити достатній обсяг випуску для стабільної роботи з постійними споживачами.

Одеська область традиційно займає особливе місце у структурі зернового господарства України як регіон, де сформувався повний ланцюг руху зерна від зберігання до переробки і реалізації продукції. Це створює середовище, в якому будівництво нового борошномельного підприємства не потребує формування інфраструктури з нуля, а спирається на вже наявні логістичні та виробничі елементи.

Однією з ключових передумов є висока концентрація зернових потоків у регіоні. Через Одеську область проходять значні обсяги продовольчої пшениці, що надходить як із прилеглих територій, так і з більш віддалених регіонів. Це забезпечує стабільну фізичну доступність зернової сировини та

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.І.1.4			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Грамастик А.О.				Розділ 2	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Мельник І.В.						18	
Консультант	Басюркіна Н.Й.				ОНТУ, ТЗХ-41			
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.							

розширює можливості формування помельних партій із прогнозованими технологічними властивостями. Для підприємства, орієнтованого на випуск борошна для конкретних технологічних потреб, така гнучкість у виборі сировини має принципове значення, оскільки дозволяє підтримувати сталі показники якості без надмірних витрат на коригування процесу.

Важливу роль відіграє розвинена система зберігання зерна, представлена елеваторами різного типу і потужності. Наявність елеваторної інфраструктури поблизу місця розташування заводу зменшує потребу у створенні великих власних запасів зерна та скорочує витрати на його тривале зберігання. Це особливо важливо для середнього за продуктивністю борошномельного підприємства, де економічна ефективність значною мірою залежить від оборотності сировини і мінімізації непродуктивних витрат. Крім того, можливість оперативного оновлення запасів зерна сприяє підтриманню стабільних технологічних властивостей борошна.

Одеська область характеризується високим рівнем транспортної забезпеченості, що є критичним чинником для зернопереробних підприємств. Розгалужена мережа автомобільних і залізничних шляхів забезпечує швидке переміщення як зерна, так і готової продукції. Це дозволяє зменшити частку транспортної складової у собівартості борошна та підвищує конкурентоспроможність підприємства на регіональному рівні. Для виробництва борошна спеціалізованого призначення, яке часто постачається безпосередньо на підприємства харчової промисловості, скорочення часу доставки має не лише економічне, але й технологічне значення, оскільки знижує ризики зміни властивостей продукції під час зберігання і транспортування.

Не менш важливою є концентрація в Одеській області підприємств харчової промисловості, що використовують пшеничне борошно як основну сировину. Наявність потенційних споживачів у межах одного регіону створює умови для формування стабільних виробничих зв'язків і зменшення витрат, пов'язаних із реалізацією продукції. Для борошномельного заводу,

орієнтованого на конкретні технологічні потреби, близькість до споживача дозволяє більш точно адаптувати характеристики борошна до вимог виробничих процесів і оперативно реагувати на їх зміну без значних додаткових витрат.

Регіон також має сформоване виробниче середовище зернопереробної галузі, що проявляється у наявності кваліфікованих кадрів, досвіду експлуатації млинів різної потужності та напрацьованих підходів до організації помелів. Це зменшує ризики, пов'язані з введенням нового підприємства в експлуатацію, і скорочує період виходу на проектні показники. Для середнього за потужністю підприємства це має особливе значення, оскільки економічна ефективність у значній мірі залежить від стабільності роботи і мінімізації простоїв на початковому етапі.

Одеська область є доцільною і з погляду оптимізації витрат на енергетичне забезпечення та комунікації. Концентрація промислових об'єктів і наявність відповідних інженерних мереж спрощують підключення підприємства до систем електропостачання, водопостачання та водовідведення. Це дозволяє зменшити капітальні витрати на підготовчому етапі та уникнути додаткових експлуатаційних витрат у процесі роботи підприємства. Для борошномельного виробництва, яке характеризується значною часткою енерговитрат, такі умови мають безпосередній вплив на економічні показники.

Значення має і можливість інтеграції нового заводу у вже існуючі логістичні та виробничі ланцюги регіону. Одеська область функціонує як вузол перерозподілу зернових ресурсів, що створює умови для гнучкого планування закупівель і реалізації продукції. Для підприємства, орієнтованого на спеціалізоване борошно, це означає можливість працювати не лише на масовий ринок, а й на чітко визначені сегменти з прогнозованим попитом.

Метою будівництва борошномельного заводу є отримання прибутку від виробництва та реалізації борошна.

Внаслідок великої конкуренції, що склалася в даному регіоні приймаємо ціни на продукцію і тариф на переробку зерна на 5 % нижче.

Послугами підприємства по переробці зерна у борошно на давальницьких умовах будуть користуватися комерційні підприємства (фірми), сільськогосподарські підприємства і приватні особи. Обсяг давальницької переробки пропонується на рівні 40% від річної переробки зерна. Для виробництва борошна планується використовувати пшеницю 1-3 класу.

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

Робочий період (Р) підприємства складає- 300 діб

На протязі року борошномельний завод буде переробляти:

$$Q_3 = 72 * 300 * 0,9 = 19440 \text{ т зерна,}$$

де

- 300- робочий період підприємства за рік;
- 0,9 - коефіцієнт використання потужності;
- 72 –добова потужність, тонн.

Для забезпечення хлібзаводів і приватних пекарень борошном пропонується закупати 60% зерна за власні кошти:

$$Q_{3,вл} = 19440 * 0,60 = 11664 \text{ т зерна}$$

Крім того, підприємство буде переробляти зерно клієнтів, в кількості:

$$Q_{3,кл} = 19440 - 11664 = 7776 \text{ т зерна}$$

Технологічний процес розмелу зерна здійснюється в розмельному відділенні продуктивністю 72 т на добу, в результаті роботи якого отримують борошна вищого сорту – 46 %, борошна першого сорту – 16,4 %, борошна для печива – 6,9 %, борошна для кондитерських виробів – 6,6 %.

2.2. Мета і робоча гіпотеза проектування, результати, які очікуються

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

Загальний вихід борошна планується – 75%:

борошно вищого сорту – 31,4 %;

борошно першого сорту – 10,2 %;

борошно для печива – 6,6 %;

борошно для кондитерських виробів – 21,5 %.

Для відторгнення ринку в означених в таблиці 2.1 обсягах пропонується стратегія зниження цін на продукцію і тарифів на послуги по переробці зерна в порівнянні с конкурентами. Розташування поблизу сировинної зони (яка дає можливість зменшити витрати на транспортування, а також використання сучасного технологічного процесу і обладнання (які дозволяють зменшити виробничі витрати), припускаємо зниження цін на продукцію і тарифи на послуги по переробці зерна на 5% на ті, які склалися у даному регіоні. Ціни на борошно приведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Розрахунок обсягів виробництва і реалізації продукції та послуг

Показники	Значення показника	Оптові ціни (тариф) підприємства грн/т	Обсяги реалізації продукції, тис грн
Добова потужність, т	72	*	*
Річний робочий період, сут	300	*	*
Річна потужність, т	72 000	*	*
Річний обсяг переробки зерна, т	19440	*	*
Обсяг власного зерна ,т	11664	*	*

Виробництво продукції з влас рес, %	75		
Т	8748		
Борошно в/сорт, %	31,4		
Т	2746,9	13054	35857667
Борошно кондитирське %	21,5		
Т	1880,82	16500	31033530
Борошно 1/сорт, %	10,2		
Т	892,3	12501	11154592
Борошно для печива, %	6,6		
Т	577,3	16500	9526572
висівки, %	22,1		
Т	1933,3	8000	15466400
Кормо відходи,%	2,2		
Т	192,5	6000	1155000
Всього реалізація прод (з власн рес)	*	*	104193761
Переробка зерна клієнтів	7776	2500,1	19440109
Всього	*	*	123633870

Прибуток (П) визначається за формулою

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

де РП – обсяг реалізації продукції та послуг,

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

$$\Pi = (123633870 * 10) / (100 + 10) = 11239442,7 \text{ тис грн}$$

Нове підприємство повинно принести прибуток у розмірі 11239442,7 тис грн.

2.3 Визначення потреби в інвестиціях і оцінка економічної доцільності будівництва.

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

Розрахунок розміру інвестицій здійснюють за формулою

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

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

Інвестиції у основні виробничі фонди визначаються по питомим капітальним вкладом (10000 тис грн) на 1 т добової потужності.

$$I_{\text{овф.}} = I_{\text{пит}} * \text{ВП}_{\text{доб.}} = 10000 * 72 = 720\ 000 \text{ тис грн}$$

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

$$I_{\text{ок}} = 10 * \text{РП}_{\text{власн.}} = (10 * 123633870) / 100 = 12363387 \text{ тис грн}$$

Загальна сума інвестицій:

$$I_{\text{заг.}} = 720\ 000 + 12363387 = 13083387 \text{ тис грн.}$$

Загальна сума інвестицій перевищує прогнозний прибуток у 1,2 рази (13083387/11239442,7).

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

При визначенні джерел інвестування, в першу чергу необхідно розглянути можливість використання власних коштів. Джерелом інвестицій є: власні кошти засновників підприємства (60 %) в розмірі - 7850032,2 тис грн (13083387 * 0,6) і заємні кошти в розмірі 5233354,8 тис грн. (13083387 - 7850032,2).

РОЗДІЛ 3

ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА

3.1 Загальна характеристика генерального плану підприємства

Загальна характеристика генерального плану борошномельного підприємства формується як сукупність просторових, функціональних і технологічно обґрунтованих рішень, що забезпечують раціональне розміщення будівель, споруд, інженерних мереж і транспортних комунікацій з урахуванням специфіки зернопереробного виробництва. Генеральний план є базовим документом проектування, в межах якого визначається взаємне розташування всіх елементів підприємства, їх зв'язок із технологічною схемою, санітарно-гігієнічними вимогами, вимогами пожежної безпеки та умовами експлуатації впродовж усього періоду виробництва.

Основою формування генерального плану борошномельного підприємства є технологічна структура виробництва, яка передбачає послідовний і розділений у просторі рух зерна та продуктів його переробки. Це зумовлює необхідність чіткого зонування території підприємства з виділенням виробничої зони, зони зберігання сировини, зони зберігання готової продукції, допоміжної та адміністративно-побутової частин. Просторове розміщення цих зон повинно забезпечувати мінімальне перехрещення потоків сировини, готової продукції, відходів і персоналу, що є принциповою вимогою для підприємств борошномельної галузі.

В межах генерального плану обов'язково передбачається майданчик приймання зерна, який включає зони розвантаження, попереднього очищення та подачі сировини до зерносховищ або безпосередньо у виробничий корпус. Його розміщення зумовлене потребою забезпечення прямолінійного або з

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.І.1.4			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Грамастик А.О.			Розділ 3	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник		Мельник І.В.					25	
Консультант					ОНТУ, ТЗХ-41			
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.						

мінімальною кількістю поворотів транспортного зв'язку з основними ділянками виробництва. При цьому враховуються вимоги до радіусів повороту транспортних засобів, ухилів під'їзних шляхів і безпечного маневрування, що регламентується чинними будівельними нормами щодо промислових підприємств.

Виробничий корпус борошномельного підприємства є центральним елементом генерального плану і проєктується з урахуванням вертикальної або комбінованої організації технологічного процесу. Його розміщення визначається необхідністю забезпечення оптимальних умов для самопливного транспортування продуктів помелу, мінімізації довжини норійних і пневмотранспортних комунікацій та раціонального використання висоти будівлі. Генеральний план повинен враховувати санітарно-захисні розриви між виробничим корпусом і іншими будівлями, а також можливість подальшої реконструкції або добудови без порушення цілісності технологічної схеми.

Окрему групу об'єктів генерального плану становлять зерносховища та склади готової продукції. Їх розміщення визначається вимогами до ізоляції потоків необробленого зерна і готового борошна, а також умовами забезпечення стабільного мікроклімату. Генеральний план повинен передбачати достатні розриви між складськими спорудами і виробничими корпусами для забезпечення пожежної безпеки, природної вентиляції та доступу для обслуговування. При цьому враховуються норми щодо мінімальних відстаней між будівлями залежно від їхнього функціонального призначення та ступеня вогнестійкості.

Інженерна інфраструктура є невід'ємною складовою генерального плану борошномельного підприємства. На території розміщуються мережі електропостачання, водопостачання, водовідведення, теплопостачання та вентиляційні споруди з урахуванням технологічних навантажень і вимог безперервності виробничого процесу. Генеральний план визначає трасування інженерних мереж таким чином, щоб уникати їх перетину з основними

транспортними шляхами та забезпечувати зручний доступ для експлуатації і ремонту. Особлива увага приділяється розміщенню пиловловлювальних установок і систем аспірації, які є критично важливими для борошномельних підприємств з огляду на вибухо- та пожежонебезпечність пилоповітряних сумішей.

Транспортна схема підприємства формується в межах генерального плану з урахуванням поділу внутрішніх і зовнішніх транспортних потоків. Передбачається система під'їзних шляхів, внутрішньомайданчикових доріг, майданчиків для стоянки і маневрування транспорту, а також пішохідних маршрутів для персоналу. Проектування транспортної інфраструктури здійснюється відповідно до будівельних норм щодо промислових територій, із дотриманням вимог безпеки руху та санітарних розривів між транспортними комунікаціями і виробничими приміщеннями.

Адміністративно-побутова зона підприємства розміщується з урахуванням відокремлення від виробничих процесів і забезпечення належних умов для персоналу. Генеральний план визначає її розташування таким чином, щоб мінімізувати перетин з потоками сировини та готової продукції, одночасно забезпечуючи зручний доступ до виробничих приміщень. При цьому враховуються норми щодо санітарно-побутового забезпечення працівників промислових підприємств, включно з вимогами до природного освітлення, шумового режиму та мікроклімату.

Для проектування генерального плану борошномельного підприємства в Україні застосовується чітко визначений комплекс чинних нормативних документів, які регламентують планувальні рішення, розміщення будівель і споруд, санітарні та протипожежні розриви, інженерну інфраструктуру і умови безпечної експлуатації об'єктів харчової промисловості. Базовим нормативним документом у частині планування території підприємства є ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій», який встановлює загальні вимоги до функціонального зонування промислових майданчиків, розміщення будівель і споруд,

внутрішньомайданчикових доріг, інженерних мереж і санітарно-захисних зон.

Безпосередньо для будівель харчової промисловості, зокрема борошномельних підприємств, застосовується ДБН В.2.2-8:2018 «Будівлі і споруди. Підприємства харчової промисловості», який регламентує склад і взаємне розміщення виробничих, складських, допоміжних та адміністративно-побутових приміщень, а також вимоги до їх функціонального зв'язку в межах генерального плану. Вимоги до протипожежних розривів між будівлями, класифікації виробництв за пожежною та вибухопожежною небезпекою, а також до організації під'їздів і пожежних проїздів визначаються ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги».

Санітарні вимоги до розміщення підприємств харчової промисловості, організації санітарно-захисних зон, умов експлуатації території та взаємного розташування виробничих і допоміжних об'єктів встановлюються Державними санітарними правилами і нормами ДСП 173-96 «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів», а також галузевими санітарними правилами для підприємств харчової промисловості, які застосовуються у частині, що не суперечить чинним ДБН.

Вимоги до проектування інженерного забезпечення території підприємства, зокрема систем водопостачання і водовідведення, визначаються ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація», а питання електропостачання і розміщення електротехнічних споруд у межах генерального плану регламентуються ДБН В.2.5-23:2010 «Проектування електроустановок». Планування внутрішньомайданчикових автомобільних проїздів, під'їзних шляхів і майданчиків для маневрування транспорту здійснюється з урахуванням вимог ДБН В.2.3-5:2018 «Вулиці та дороги населених пунктів» у частині, що стосується промислових територій.

З урахуванням вибухонебезпечності пилоповітряних сумішей на борошномельних підприємствах при формуванні генерального плану також

застосовуються вимоги нормативних документів з охорони праці та промислової безпеки, зокрема НПАОП 15.9-1.01-17 «Правила охорони праці для підприємств борошномельно-круп'яної промисловості», які враховуються при розміщенні аспіраційних установок, пиловловлювачів та допоміжних споруд на території підприємства.

3.2 . Архітектурно-будівельні рішення

Архітектурно-будівельні рішення борошномельного підприємства визначаються комплексом вимог до функціональної організації виробничих, складських, допоміжних і адміністративно-побутових приміщень з урахуванням особливостей технологічного процесу, механіко-технологічних характеристик обладнання та нормативних вимог щодо безпеки, санітарії та енергозбереження. Основним завданням архітектурно-будівельного проектування є забезпечення раціонального розміщення всіх елементів виробництва у просторі, створення умов для безпечної експлуатації, оптимізації технологічних потоків та реалізації вимог до контролю якості продукту на всіх етапах його формування.

Виробничий корпус борошномельного підприємства є ключовим елементом архітектурно-будівельної композиції і проектується з урахуванням вертикальної або комбінованої організації технологічного процесу. Вертикальна схема передбачає розташування обладнання на різних рівнях поверхів таким чином, щоб продукти помелу рухалися самопливом або за допомогою норій і шнекових транспортерів, що мінімізує енергетичні витрати на транспортування і скорочує тривалість технологічного циклу. Комбінована схема передбачає часткове горизонтальне розміщення устаткування при одночасному використанні висоти приміщень для забезпечення самопливу частини потоків. Вибір конкретної схеми визначається масштабом підприємства, продуктивністю обладнання та типом

помелу, який передбачає здрібнювання ендосперму, відокремлення оболонки та формування проміжних продуктів помелу.

Приміщення виробничого корпусу проєктуються з високими стелями та жорсткими перекриттями, що дозволяє розміщувати вальцові верстати, розсійники, ситовіальні машини, тощо, а також забезпечує безпечний доступ до обладнання для його обслуговування і ремонту. Конструкції перекриттів і стін повинні витримувати значні статичні та динамічні навантаження, що виникають при роботі обладнання, а також передбачати можливість монтажу та демонтажу окремого технологічного обладнання без порушення цілісності будівлі. Для цього застосовуються монолітні залізобетонні каркаси або металеві ферми з жорсткими зв'язками, що дозволяють забезпечити необхідну міцність і стійкість конструкцій.

Складські приміщення та зерносховища виконуються у вигляді однорівневих або багаторівневих споруд з відповідним інженерним обладнанням для зберігання зерна і готової продукції. Конструктивно вони мають забезпечувати підтримку стабільного мікроклімату, запобігання утворенню конденсату і підвищеної вологості, що може негативно впливати на якість продукції. Стіни, перекриття та підлоги складів виконуються з матеріалів, стійких до механічних впливів та абразивного зношування внаслідок дії пилу, а також дозволяють легке очищення і дезінфекцію приміщень. Особлива увага приділяється конструкціям підлог у виробничих і складських зонах: вони повинні витримувати рух транспорту, навантаження від норійних колон та зернових мас, а також забезпечувати нахил для відведення технологічної та дощової води.

Допоміжні приміщення, включаючи лабораторії, машинні та електротехнічні відділення, технічні кімнати для аспіраційних і пиловловлювальних установок, проєктуються з урахуванням вимог доступності, безпеки та ізоляції від виробничих потоків. Лабораторії, зокрема, розташовуються таким чином, щоб забезпечити оперативний контроль якості зерна і борошна без необхідності транспортування матеріалу

на великі відстані, що зменшує ймовірність порушення фізико-хімічних властивостей продукту.

Адміністративно-побутові приміщення включають офіси, кімнати для персоналу, роздягальні, їдальні та санітарні вузли. Вони розташовуються в окремій зоні з відокремленим доступом, мінімально перетинаючись із виробничими потоками, що забезпечує безпеку і гігієнічні умови для працівників. Архітектурно ці приміщення передбачають природне освітлення, вентиляцію та комфортні умови мікроклімату, що відповідають санітарним нормам для промислових об'єктів харчової промисловості.

Особлива увага приділяється організації вентиляційних систем і аспірації, що інтегруються в архітектурну структуру будівель. Вони повинні забезпечувати видалення пилу та дрібнодисперсних часток, запобігаючи утворенню вибухонебезпечних пилоповітряних сумішей, і одночасно підтримувати оптимальні умови для роботи обладнання. Розміщення повітропроводів і пиловловлювачів проектується таким чином, щоб мінімізувати перетин із основними технологічними потоками та забезпечити легкий доступ для технічного обслуговування.

При архітектурно-будівельному проектуванні враховується використання матеріалів і конструкцій, що забезпечують легке очищення та дезінфекцію виробничих приміщень, стійкість до агресивних середовищ, що виникають при роботі з пшеничним борошном, та довговічність будівель. Стіни внутрішніх приміщень зазвичай виконуються з гладких поверхонь, перекриття з мінімальною кількістю ніш і виступів, підлоги – із зносостійких матеріалів з антипиловим покриттям.

Проектування архітектурно-будівельних рішень здійснюється відповідно до чинних державних будівельних норм, зокрема ДБН В.2.2-8:2018 «Будівлі і споруди. Підприємства харчової промисловості», ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги», ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій», а також з урахуванням галузевих норм НПАОП 15.9-1.01-17 «Правила охорони праці для

підприємств борошномельно-круп'яної промисловості». Ці документи визначають не лише конструктивні вимоги, а й параметри висоти, об'ємно-планувальні характеристики приміщень, розміщення інженерних мереж, протипожежні розриви та вимоги до санітарно-гігієнічного забезпечення.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Наукове обґрунтування

Виробництво пшеничного борошна в країнах Європейського Союзу здійснюється на основі чітко визначених ознак, які враховують як фізико-хімічні властивості зерна, так і технологічні характеристики борошна, що безпосередньо впливають на його придатність для різних видів переробки та виробів. Основні ознаки, за якими сортують і класифікують борошно в європейських країнах, формуються відповідно до стандартів ЄС і є результатом поєднання історичних традицій борошномельного виробництва з сучасними вимогами до стабільності та відтворюваності якості продукту.

Першою ключовою ознакою є вміст сухих речовин, зокрема білків і клейковини, який визначає харчові та технологічні властивості борошна. У країнах ЄС класичним критерієм для оцінки придатності борошна є вміст білка, оскільки він прямо впливає на формування клейковинного каркаса тіста, його еластичність, міцність і здатність утримувати гази під час випікання. Борошно з високим вмістом білка використовується переважно для хлібопекарського виробництва, де важлива здатність тіста до тривалого розкриття і формування пористої структури. Борошно з середнім вмістом білка орієнтоване на виробництво печива, макаронних виробів та інших технологій, де критичною є не міцність клейковини, а її здатність до формування структури за короткий час замішування.

Другим важливим показником є сила клейковини, яка в ЄС визначається за допомогою стандартного приладу альвеографа або екстензографа, що дозволяє оцінити стійкість тіста до розтягування і його еластичні властивості. Сила клейковини безпосередньо визначає технологічну придатність борошна для різних видів виробів: для

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.І.1.4			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Грамагик А.О.				Розділ 4	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Мельник І.В.						33	
Консультант						ОНТУ, ТЗХ-41		
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.							

хлібопекарського виробництва цінуються високі показники міцності та еластичності, тоді як для кондитерських або макаронних виробів переважно потрібне борошно з помірною клейковиною, що забезпечує пластичність тіста і його легке формування.

Ще однією ознакою, яка широко застосовується в ЄС, є ступінь здрібнювання, що визначає гранулометричний склад борошна. Високий ступінь здрібнювання характеризується великим вмістом дрібних часток ендосперму, що забезпечує високу водопоглинальну здатність і однорідність тіста. Борошно грубого помелу містить більше часток оболонок і дрібних фрагментів ендосперму, що впливає на текстуру готових виробів і їх харчові властивості. Кожен виробник у країнах ЄС чітко визначає клас борошна за ступенем помелу відповідно до технічних регламентів і стандартів, таких як EN 13137:2001 «Wheat flour – Determination of particle size distribution» та інших аналогічних методик, що встановлюють межі для крупності продукту.

Вміст зольних речовин є ще однією ознакою, яка широко використовується для класифікації борошна в ЄС. Зольність характеризує кількість мінеральних компонентів у борошні, що залишаються після повного спалювання органічної частини. Цей показник пов'язаний з ступенем очищення зерна і відокремлення оболонок ендосперму. Борошно з низьким вмістом золи відповідає високому ступеню очистки і використовується для білих хлібобулочних виробів, тоді як борошно з підвищеною зольністю може застосовуватися для цільозернового або спеціалізованого асортименту, де важлива наявність харчових волокон та мінеральних речовин.

Колір борошна також є важливою технологічною ознакою в країнах ЄС, оскільки він впливає на зовнішній вигляд виробів і сприйняття споживачем. Визначення кольору здійснюється за допомогою колориметричних приладів, а нормативи кольору регламентуються стандартами на відповідний тип борошна. Борошно світлого кольору, з невисоким вмістом оболонок, використовується для хліба, печива та інших

виробів, де естетична складова має велике значення, тоді як борошно темного кольору застосовується у спеціалізованих технологіях, таких як виробництво цільнозернового хліба.

Вологість борошна є однією з критичних ознак, що безпосередньо впливає на термін зберігання і технологічні властивості продукту. В країнах ЄС нормативно встановлені межі вологості борошна залежно від його типу та призначення, оскільки надмірна вологість може спричиняти розвиток мікрофлори та ферментативне псування, а недостатня – підвищену крихкість і погіршення здатності тіста до формування. Контроль вологості здійснюється при прийманні борошна та в процесі його зберігання з використанням сучасних методик і приладів, що забезпечують точність до десятих часток відсотка.

Важливою ознакою є також вміст пошкодженого крохмалю, який визначає поведінку борошна під час замішування тіста та випікання виробів. Пошкоджений крохмаль підвищує водопоглинальну здатність тіста і впливає на його консистенцію, а також на утворення клейковинного каркаса. Виробники в країнах ЄС використовують цей показник як додатковий критерій для призначення борошна під конкретні технологічні процеси, зокрема для хліба з тривалим бродінням, печива чи макаронів.

Ще однією ознакою, яка враховується при виробництві пшеничного борошна в ЄС, є кислотність і активність ферментів, таких як амілаза та протеаза. Вона безпосередньо впливає на швидкість бродіння, формування структури тіста і стабільність готового виробу. Для різних видів борошна нормативно встановлені допустимі межі ферментативної активності, що дозволяє забезпечувати стабільну якість продукції та прогнозовану поведінку тіста під час технологічної обробки.

Виробництво пшеничного борошна в країнах Європейського Союзу здійснюється за комплексом взаємопов'язаних ознак, які включають вміст білка і клейковини, силу клейковини, ступінь помелу, зольність, колір, вологість, вміст пошкодженого крохмалю та ферментативну активність.

Класифікація борошна за цими ознаками забезпечує його відповідність конкретним технологічним потребам, стабільність якості та відтворюваність характеристик у різних партіях продукції. Крім того, у ЄС стандартизація показників борошна здійснюється у відповідності до нормативів EN та національних стандартів кожної країни, що дозволяє поєднувати вимоги харчової промисловості, безпечність продукту і зручність для споживача.

У Франції асортимент борошна традиційно класифікується за номером, який відповідає вмісту зольності: T45, T55, T65, T80, T110, T150. Найбільш поширеним є борошно T55, що застосовується для хлібопекарського виробництва і забезпечує оптимальні властивості тіста для французького батону та багета. Борошно T45 використовується переважно для кондитерських виробів і випічки з ніжною структурою, де важлива пластичність тіста та легке формування виробів. Борошно T65 і T80 відноситься до універсального застосування, зокрема для білого хліба і випічки середньої щільності, тоді як борошно T110 та T150 має підвищений вміст мінеральних речовин і застосовується для цільнозернового хліба та спеціалізованих виробів з вираженим смаком і ароматом. Вміст білка у французькому борошні коливається від 9,5 до 12,5 %, сила клейковини орієнтується на виробництво виробів із середньою або високою міцністю тіста. Особливістю французького підходу є поєднання чіткої стандартизації за зольністю з технологічними вимогами до пластичності і газоутримуючої здатності тіста.

В Німеччині класифікація борошна визначається за німецькою системою «Туре» та показником вмісту золи. Найпоширенішими є Туре 405, 550, 812, 1050 та Vollkorn. Борошно Туре 405 застосовується для випічки дрібної здобної продукції та кондитерських виробів, характеризується низьким вмістом білка і зольності до 0,55 %, що забезпечує ніжну текстуру. Туре 550 має трохи вищий вміст білка і клейковини, використовується для хліба з помірною щільністю і виробів середньої консистенції. Борошно Туре 812 та 1050 відповідає за виробництво продуктів, що вимагають більшої

клейковинної структури та здатності до тривалого бродіння. Vollkorn є борошном цільнозернового помелу, з високим вмістом клітковини та мінеральних речовин, застосовується для спеціалізованих виробів з повним використанням ендосперму та оболонки. Німецькі стандарти приділяють увагу також вмісту пошкодженого крохмалю та кислотності тіста, що визначає технологічну поведінку борошна в процесі виробництва хлібобулочних виробів.

В Італії асортимент пшеничного борошна відрізняється високим ступенем диференціації відповідно до призначення: борошно типу 00 характеризується надтонким помелом, низьким вмістом золи та білка близько 11 %, використовується для кондитерських виробів, пасти та піци з еластичним і пластичним тістом. Тип 0 має трохи більшу зольність і міцність клейковини, застосовується для хліба та виробів середньої консистенції. Борошно типу 1 і 2 містить більше оболонок і мінеральних речовин, використовується для цільнозернового хліба, фокаччі та спеціалізованих технологій, де важлива структурна щільність виробу. В Італії широко поширене використання борошна з додатковими показниками для спеціальних видів пасти та хліба з тривалим бродінням, що визначає сувору технологічну спрямованість на якість клейковини та водопоглинальну здатність.

В Польщі борошно пшеничне класифікується за вмістом золи та показником «Тур», аналогічно до німецької системи, з поширеними типами 450, 500, 550, 650, 750, 1400. Борошно Тур 450 та 500 використовується для випічки здоби та кондитерських виробів, Тур 550 та 650 – для хліба і булочок середньої щільності, Тур 750 та 1400 – для цільнозернового або спеціалізованого хліба. Польські стандарти приділяють значну увагу не лише вмісту білка, а й силі клейковини, показникам водопоглинання та стабільності тіста під час ферментації, що забезпечує передбачувану технологічну поведінку борошна.

В Угорщині класифікація борошна базується на поділі на «пшеничне біле» та «пшеничне цільнозернове», а також на вмісті білка і золи. Біле борошно використовують для хліба, випічки та макаронів, при цьому сила клейковини визначає конкретний технологічний напрям. Цільнозернове борошно містить більше клітковини і мінералів, застосовується у спеціальних технологіях та для хліба із характерною щільною текстурою. Важливими показниками є ступінь подрібнення і рівень пошкодженого крохмалю, що визначає водопоглинальну здатність і консистенцію тіста.

В Словаччині борошно поділяють на типи Т400, Т500, Т650, Т1100, Т1600 і Т2000. Борошно Т400 і Т500 використовується для виробів кондитерського та здобного хліба, Т650 – універсальний для білого хліба середньої щільності, Т1100 та Т1600 – для житньо-пшеничних або сумішей, що містять високу частку оболонки і мінеральних речовин, а Т2000 – для цільнозернового хліба. Важливим критерієм є також кислотність і ферментативна активність борошна, що впливає на тривалість бродіння та стабільність клейковинного каркасу під час випічки.

В цих країнах асортимент пшеничного борошна визначається комплексом ознак: вміст білка та клейковини, сила клейковини, вологість, зольність, ступінь помелу, гранулометричний склад, колір, показники пошкодженого крохмалю і ферментативна активність. Стандартизація проводиться відповідно до національних норм і регламентів ЄС, таких як EN 13137, EN ISO 712, а також національних нормативних документів для харчової промисловості. Кожна країна орієнтується на поєднання технологічних властивостей борошна і традиційних вимог до виробів, що забезпечує стабільність якості та передбачуваність технологічних процесів у хлібопекарському, кондитерському та макаронному виробництві.

4.2 Характеристика сировини, вимоги до її якості

Зерно пшениці є основною сировиною для виробництва борошна, хлібобулочних виробів і різноманітних харчових продуктів, тому стандартизація його якості є критично важливою для забезпечення стабільності технологічних процесів і безпеки готової продукції. В Україні цю роль виконує ДСТУ 3768:2019 «Пшениця. Технічні умови», який встановлює вимоги до фізичних, органолептичних, біохімічних і безпекових показників зерна пшениці, а також визначає його класифікацію за класами якості для м'якої та твердої пшениці. Стандарт поширюється на зерно пшениці м'яких і твердих сортів, призначене для продовольчого використання, а також для непродовольчих цілей і реалізації на внутрішньому та зовнішньому ринках. Він набув чинності у 2019 році і замінив попередню редакцію 2010 року, забезпечуючи більш чіткі, цифрово визначені критерії оцінки зерна, гармонізовані з міжнародними практиками.

М'яка пшениця відповідно до ДСТУ 3768:2019 поділяється на чотири класи. Кожен клас характеризується конкретними нормативами за фізичними, біохімічними та механічними властивостями зерна, що визначають його придатність до переробки та споживчих якостей кінцевої продукції. Перший клас характеризується високою натурою, не менше 775 грамів на літр, що відображає щільність зерна і кількість ендосперму, готового до помелу, високим ступенем склоподібності не менше 50 %, що є показником технологічної цінності зерна, вологістю до 14 %, що забезпечує безпечне зберігання, зерновими домішками не більше 5 %, високим вмістом білка на суху речовину не менше 14 % і числом падіння не менше 220 секунд, що характеризує низьку ферментативну активність і стабільність крохмалю під час переробки. Другий клас допускає натуру, не менше 750 грамів на літр, склоподібність не менше 40 %, зернові домішки до 8 %, масову частку білка не менше 13 % і число падіння не менше 200 секунд. Третій клас допускає натуру не менше 730 грамів на літр, вологість до 14 %,

зернові домішки до 8 %, масову частку білка не менше 12 % і число падіння не менше 150 секунд, при цьому склоподібність не нормується. Четвертий клас характеризується відсутністю обмежень щодо природи і склоподібності, вологістю до 14 %, зерновими домішками до 15 %, масовою часткою білка не менше 11 % і числом падіння не менше 100 секунд, що дозволяє використовувати зерно для виробів із нижчими вимогами до структури тіста і якості клейковини.

Тверда пшениця класифікується на п'ять класів, оскільки природні властивості зерна твердих сортів визначають більш високу технологічну цінність і специфіку застосування. Перший клас твердої пшениці характеризується натурою не менше 750 грамів на літр, склоподібністю не менше 70 %, зерновими домішками до 5 %, масовою часткою білка на суху речовину не менше 14 % і числом падіння не менше 220 секунд. Другий клас допускає натуру не менше 750 грамів на літр, склоподібність не менше 60 %, зернові домішки до 5 %, масову частку білка не менше 13 % і число падіння не менше 200 секунд. Третій клас твердої пшениці характеризується натурою не менше 730 грамів на літр, склоподібністю не менше 50 %, зерновими домішками до 8 %, масовою часткою білка не менше 12 % і числом падіння не менше 150 секунд. Четвертий клас допускає натуру не менше 710 грамів на літр, склоподібність не менше 40 %, зернові домішки до 10 %, масову частку білка не менше 11 % і число падіння не менше 100 секунд. П'ятий клас характеризується відсутністю обмежень щодо природи і склоподібності, зернові домішки не повинні перевищувати 15 %, масова частка білка і число падіння не регламентуються, що дозволяє використовувати зерно для непродовольчих цілей або як сировину нижчої якості.

ДСТУ 3768:2019 регламентує також допустимі домішки та ушкодження зерна. Зернові домішки, що складаються з насіння інших культур, сміттєві домішки у вигляді частинок ґрунту, рослинних решток і сторонніх матеріалів, а також мінеральні домішки, такі як камінці, пісок і металеві фрагменти, повинні відповідати максимально допустимим

нормативам для кожного класу зерна. Ушкоджені зерна, пророслі зерна та насіння, пошкоджене шкідниками, зокрема клопом-черепашкою, регламентуються окремими обмеженнями, які знижують ризики погіршення технологічних властивостей і безпеки продукції, а також захищають обладнання під час переробки.

Ключовими біохімічними показниками є масова частка білка на суху речовину і вміст сирової клейковини, що безпосередньо визначають якість тіста, обсяг і текстуру готових хлібобулочних виробів. Число падіння визначає активність ферментів альфа-амілази, що впливає на здатність крохмалю до клейстеризації під час замішування тіста, а його значення дозволяють прогнозувати поведінку борошна у виробництві хліба, випічки та макаронних виробів. Високі показники числа падіння свідчать про низьку ферментативну активність і стабільність зерна, тоді як низькі значення вказують на можливу наявність ушкодженого або пророслого зерна.

Класи зерна визначають його придатність для конкретних технологічних процесів, таких як виробництво хліба високої якості, здоби, кондитерських виробів або цільнозернових продуктів. Високі класи зерна використовуються для виробів з тонкою структурою і високою еластичністю тіста, середні класи забезпечують виробництво хліба середньої щільності, а нижчі класи і п'ятий клас твердої пшениці застосовуються для спеціалізованих технологій або як сировина для непродовольчого використання.

ДСТУ 3768:2019 формує чітку, визначену систему оцінки якості пшениці, встановлюючи для м'якої пшениці чотири класи і для твердої п'ять класів з конкретними значеннями натур, склоподібності, вологості, вмісту білка, числа падіння і домішок. Ці показники дозволяють забезпечити передбачуваність технологічної поведінки зерна під час помелу, виробництва тіста і випічки, гарантують відповідність продукції сучасним стандартам харчової промисловості, а також інтегрують вимоги безпеки та санітарної

чистоти зерна, що є критично важливим для національної системи продовольчої безпеки та розвитку борошномельної галузі.

Борошно вищого гатунку, відповідно до ГСТУ 46.004-99, характеризується високою якістю, що забезпечується суворим контролем фізичних і хімічних показників. Вологість цього борошна не повинна перевищувати 14,5 %, що дозволяє запобігати активізації ферментативних процесів та росту мікроорганізмів під час зберігання. Зольність на суху речовину знаходиться в межах 0,55–0,65 %, що відображає високий ступінь видалення висівок і мінімальну кількість мінеральних домішок, забезпечуючи світлий колір борошна. Масова частка білка на суху речовину складає 11,5–13,5 %, а клейковина становить не менше 28–30 %. Такі показники створюють оптимальні умови для виробництва хліба з еластичною пористою структурою, здоби та кондитерських виробів, де важлива здатність тіста утримувати гази та формувати однорідну структуру м'якуша. Вміст домішок у борошні вищого гатунку обмежується 0,5 %, а механічні домішки і зернові залишки інших культур не повинні перевищувати 0,2 %, що забезпечує чистоту продукту та стабільність його фізико-хімічних властивостей.

Борошно першого гатунку має дещо більш м'які вимоги. Вологість також не перевищує 14,5 %, однак зольність на суху речовину допускається у межах 0,65–0,75 %, що вказує на дещо більший вміст висівок і мінеральних компонентів. Масова частка білка на суху речовину становить 10,5–12,5 %, а клейковина 25–28 %. Такі характеристики забезпечують можливість використання борошна першого гатунку для хлібопекарських виробів середньої якості, печива та булочних виробів із менш вимогливою структурою тіста. Допустимий вміст домішок складає до 0,7 %, а зернові залишки інших культур обмежуються 0,3 %. Вологість, білок і клейковина визначають пластичність і водопоглинальну здатність тіста, а збільшена зольність впливає на колір і щільність готових виробів.

Борошно цільового призначення виробляється для конкретних технологічних процесів і має більш суворі вимоги до фізико-хімічних і технологічних показників. Вологість регламентується в межах 13,5–14,5 % залежно від виду виробів, що забезпечує стабільність технологічного процесу і передбачувану якість тіста. Зольність на суху речовину контролюється на рівні 0,50–0,65 %, що свідчить про високий ступінь очищення і дозволяє отримувати борошно світлого кольору, необхідного для специфічних технологій виробництва. Масова частка білка на суху речовину у цільового борошна регулюється у межах 11,5–14,5 %, а вміст клейковини – від 28 до 35 % і більше, залежно від призначення, що забезпечує високу еластичність тіста, здатність утримувати гази під час бродіння і формування об'єму виробу. Активність ферментів оцінюється за числом падіння, яке для борошна цільового призначення зазвичай становить 220–250 секунд, що гарантує стабільність клейстеризації крохмалю та передбачувану поведінку тіста.

Порівнюючи борошно вищого та першого гатунків із борошном цільового призначення, видно, що останнє характеризується більш точно контрольованими показниками білка і клейковини, нижчою або оптимізованою зольністю, меншими допустимими домішками та більш стабільною активністю ферментів. Борошно вищого гатунку має вищі вимоги, ніж перший гатунок, але не досягає суворості показників цільового борошна, яке підбирається під конкретний технологічний процес або вид продукції. Для борошна першого гатунку допустимі значення білка та клейковини нижчі, зольність і вміст висівок вищі, що впливає на колір, щільність м'якуша і еластичність тіста, тоді як борошно цільового призначення забезпечує максимальну передбачуваність властивостей тіста і кінцевого виробу.

Вміст клейковини в борошні цільового призначення також визначає його придатність для специфічних рецептур: для хліба високої якості і здоби він становить 30–35 %, для печива і макаронних виробів, де важлива

пластичність і розсипчастість, його показники можуть бути оптимізовані відповідно до рецептури. У борошні вищого гатунку клейковина становить 28–30 %, що підходить для широкого спектра виробів хлібопекарської промисловості, а у першому гатунку – 25–28 %, що обмежує застосування для складних технологічних процесів.

Зольність, як показник мінерального складу і ступеня очищення, у борошні цільового призначення суворо регулюється, що дозволяє отримати світлий м'якуш і однорідну структуру готового виробу. В борошні вищого гатунку зольність становить 0,55–0,65 %, а в першому – 0,65–0,75 %, що впливає на колір, щільність і смакові властивості хліба та інших виробів. Допустимий вміст сторонніх домішок у цільового борошна не перевищує 0,2–0,3 %, у вищого гатунку – 0,5 %, у першого гатунку – до 0,7 %, що також визначає чистоту продукту і якість помелу.

4.3 Обґрунтування схеми технологічного процесу

Зерно з елеватора подається в бункери для неочищеного зерна. Під насипними бункерами встановлено шлюзові затвори, які забезпечують подачу потоку зерна для формування проміжної партії. Потоки зерна з кожного бункера, що входить в проміжну партію, направляється на гвинтовий конвеєр.

Зважування зерна здійснюється на ваговому дозаторі ДВ – 5, що забезпечує стабільність потоку зерна перед його направленням в сепаратор ПСО – 0,7.

Сепаратори виділяють чотири види сміттевої домішки : крупну – сходом з сортувального сита (розмір отворів 4,25x25 мм), дрібну – проходом підсівного сита (розмір отворів Ø 2 мм) , легку, що осаджується в циклоні, і мінеральну яка за розмірами схожа до зернівки.

Очистка поверхні зерна в даній схемі здійснюється в оббивних машинах MAO – 3, як на етапі первинної, так і по етапам вторинної очистки (перед машинами обов'язково встановлюють магнітний захист).

На цьому завершується етап первинної очистки зерна від домішок і первинної очистки поверхні зерна. В подальшому зернова маса направляється на етап основної гідротермічної обробки зерна (ГТО).

ГТО зерна здійснюється методом холодного кондиціювання. Зволоження зерна проводять у зволожувальних машинах.

По завершенні етапу ГТО зерна складають кінцеву помельну партію.

Очищене зерно направляється на кінцевий етап гідротермічної обробки в системі зволоження МІУ – 3, яка полягає в невеликому зволоженні поверхні зерна з наступним його короткочасним.

Очищене і підготовлене до помелу зерно проходить через магнітний захист направляють в розмельне відділення. Відходи з усіх машин збираються в збірний шнек відходів, далі подаються в оперативний бункер.

Технологічний процес розмелу зерна здійснюється в розмельному відділенні продуктивністю 72 т на добу, в результаті роботи якого отримують:

- загальний вихід борошна планується – 75%;
- борошно вищого сорту – 31,4 %;
- борошно першого сорту – 10,2 %;
- борошно для печива – 6,6 %;
- борошно для кондитерських виробів – 21,5 %.

Розмел зерна побудований за скороченою схемою, що включає 4 драні системи, одну сортувальну систему, дві ситовіальні системи, одну вимельну систему, 5 розмельних систем. Етап первинного здрібнювання включає чотири системи драного процесу на вальцьових верстатах Makenas MERM 250/1000 та одну систему вимелу оболонкових продуктів, що працюють на радіально-бичових машинах Makenas MEBF. Основним етапом помелу є драний процес, який забезпечує первинне здрібнювання зерна, одержання проміжних продуктів у вигляді крупок, дунстів і борошна, а також вимел оболонкових продуктів з одержанням висівок. Відповідно до якості зернових продуктів, що обробляються на різних системах, драний процес

підрозділяється на три групи систем: першої, другої якості і вимелу. До систем першої якості відносять I та II драні системи, на яких вилучається біля 60...70% проміжних продуктів першої якості, які за зольністю у 1,5...2,0 рази менше зольності зерна. До систем другої якості відносять III драну систему, на яких вилучають 15...20% проміжних продуктів, зольність яких прирівнюється до зольності зерна, або дещо його перевищує. До системи вимелу відносяться IV драна із радіально-бичовими машинами забезпечує максимальний вимел ендосперму з оболонкових фракцій. Проміжні продукти, отримані на крупоутворюючих системах, належать до продуктів першої якості, адже вони мають зольність, близьку до зольності зерна, або навіть нижчу. Для отримання максимальної кількості фракцій у вигляді крупок, дунстів і борошна застосовують спеціальні схеми розсійників, що дають можливість виділяти до п'яти окремих фракцій. Одержані на перших двох драних системах проміжні продукти після вилучення з них борошна направляють на розмельні системи для переробки їх у борошно. З метою покращення якості проміжних продуктів крупніші з них направляють для збагачення у ситовійках, а дрібніші – на допоміжне сортування у розсійниках, де одержують більш однорідні за крупністю фракції і борошно. Проміжні продукти після крупоутворення спрямовують на подальше опрацювання за такою схемою: крупну і середню крупку подають окремо на ситовійні системи, тоді як дрібну крупку, дунсти й частково борошно направляють сортування. Початок вимелу оболонок здійснюють після четвертої драної системи шляхом подачі сходу на першу вимелюючу систему на машини Makenas MEBF. Розмельні системи, як і драні, також підрозділяють за якістю продуктів, що обробляють: до систем першої якості відносять 1 та 2 розмельні, до систем другої якості – 3 та 4 розмельні, а вимел забезпечує 5 розмельна система. Розмел проміжних продуктів у схемі здійснюється на п'яти розмельних системах. Перша розмельна система працює з найбільш якісними проміжними продуктами, сформованими на ранніх стадіях драного процесу, та забезпечує інтенсивне утворення борошна

з мінімальним залученням оболонкових часток. Друга розмельна система опрацьовує продукти середньої якості, що надходять зі сходів першої розмельної системи та відповідних фракцій після розсійників. На третій розмельній системі проводять вилучення борошна для печива. Продукти третьої розмельної системи сформовані переважно з часток ендосперму, що пройшли багаторазове подрібнення у попередніх системах і характеризуються підвищеним ступенем механічного руйнування. Вміст оболонкових часток у цих продуктах залишається обмеженим, що підтверджується відносно стабільним рівнем зольності порівняно з продуктами наступних розмельних систем. Внаслідок інтенсивного механічного впливу відбувається часткова деструкція клейковинного каркасу та зростає частка пошкодженого крохмалю, що призводить до зниження еластично-пружних властивостей тіста. Такі структурно-механічні характеристики є небажаними для хлібопекарського борошна, проте відповідають технологічним вимогам до борошна для печива, де перевага надається зниженій пружності та обмеженій здатності до розвитку клейковини. На четвертій і п'ятій розмельній системі проводять вилучення борошна для кондитерських виробів. Продукти четвертої розмельної системи у схемах даного типу характеризуються стабільно підвищеним рівнем зольності та зниженими показниками якості клейковинного комплексу. Формування таких властивостей є закономірним наслідком залучення до подрібнення периферійних зон ендосперму зернівки, а також часткового включення часток алейронового шару. Зазначені структурно-компонентні особливості зумовлюють погіршення реологічних характеристик тіста, зокрема зниження його еластичності та газоутримувальної здатності. У зв'язку з цим використання борошна, отриманого на четвертій розмельній системі, для формування борошна кондитерського призначення є технологічно доцільним і повністю узгоджується з його фізико-хімічними та структурно-механічними властивостями.

У межах п'ятої розмельної системи борошно характеризується найвищим рівнем зольності серед усіх розмельних систем та мінімальними показниками газоутворювальної і газотримувальної здатності, що є закономірним наслідком подрібнення периферійних ендоспермних зон із підвищеним вмістом мінеральних компонентів. Разом із тим за умови стабільного гранулометричного складу та відсутності грубих оболонкових включень зазначений продукт не втрачає технологічної цінності. Для окремих видів кондитерських виробів такі фізико-хімічні та реологічні характеристики є прийнятними або навіть функціонально доцільними.

4.4 Розрахунок балансу помелу зерна

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

У кількісному балансі відображають кількість продуктів, що надходять до систем, етапів, загального технологічного процесу і виходять з них. Баланс виражають у відсотках.

При складанні балансу помелу попередньо накреслимо шахову таблицю в строгій відповідності до структурної схеми технологічного процесу, розподіливши її за системами і етапами. У таблиці зробимо відмітки (проставити крапки в клітинках), які вказують, куди надходить продукт після системи у відповідності до конкретної схеми технологічного процесу.

Для цього складаємо шахову таблицю, де в перший стовпчик по вертикалі вносимо усі системи схеми, починаючи з I драної і закінчуючи системами «контролю муки». У таблицю по горизонталі записуємо всі системи, що і по вертикалі, крім I драної, замість I драної записуємо

навантаження, %. Крім систем технологічного процесу в таблиці по горизонталі передбачаємо також стовпчики готової продукції (мука по сортах і висівки). При проектуванні балансу використовуємо «Норми...» та «Правила...», у яких наведені нормативно-довідкові дані про режими роботи систем борошномельного заводу:

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

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

Визначивши кількість продуктів на системі, розраховуємо її режим роботи і порівнюємо його з нормативним. При невідповідності режимів баланс системи переробляємо. Навантаження на наступну систему визначаємо за сумою продуктів у відповідній колонці.

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

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

Дані кількісного балансу використовуємо для розрахунку необхідного технологічного і транспортного обладнання, а також бункерів для зерна, муки і висівок.

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

В основу проектування кількісно-якісного балансу за зольністю покладена рівність між кількістю умовних одиниць золи зерна (золотопрцентів), що надійшло на I драну систему, і сумарної кількості умовних одиниць золи муки усіх сортів, манної крупи та висівок, отриманих у результаті переробки зерна:

$$A \cdot z_3 = a_{вс} \cdot z_{вс} + a_{1с} \cdot z_{1с} + a_{2с} \cdot z_{2с} + a_m \cdot z_m + a_{вис} \cdot z_{вис},$$

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

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

При розробці кількісно-якісного балансу складаємо баланс (в умовних одиницях золи по кожному виду готової продукції, використовуємо дані кількісного балансу – вилучення муки по системах, а також орієнтовні показники зольності потоків пшеничної муки, які наведені у літературі.

У таблиці наведено складання якісного балансу за зольністю для муки вищого сорту.

Таблиця 4.4. – Розрахунок середньозваженої зольності муки для печива

Система	Вилучення муки	Зольність муки	Золотопрцент
	a_i , %	z_i , %	$a_i \times z_i$, %%
Зр.	6,9	0,52	3,6
М печ	6,9	0,52	3,6

Таблиця 4.5. – Розрахунок середньозваженої зольності муки для кондитерських виробів

Система	Вилучення муки	Зольність муки	Золопроценти
	$a_i, \%$	$z_i, \%$	$a_i \times z_i, \%\%$
I др.	6,2	0,50	3,1
C1	9,9	0,51	5,1
2р.	4,7	0,50	4,9
4р.	4,1	0,56	2,3
5р.	2,5	0,64	1,6
М к\в	27,4	0,62	17,0

Таблиця 4.6. – Розрахунок середньозваженої зольності муки вищого сорту

Система	Вилучення муки	Зольність муки	Золопроценти
	$a_i, \%$	$z_i, \%$	$a_i \times z_i, \%\%$
1р.	17,4	0,53	7,4
2р.	5,2	0,5	4,9
км в/с	0,6	0,82	0,49
М в/с	22,6	0,54	22,79

Таблиця 4.7. – Розрахунок середньозваженої зольності муки першого сорту

Система	Вилучення муки	Зольність муки	Золопроценти
	$a_i, \%$	$z_i, \%$	$a_i \times z_i, \%\%$
I др.	6,2	0,55	3,41
III кр.	5,7	0,63	3,6
IV др.	4,5	0,67	3,02
к.м.1/с	0,3	0,74	0,22
М 1с	16,7	0,61	10,25

Таблиця 4.6. – Розрахунок середньозваженої зольності висівків

Система	Вилучення висівків	Зольність висівків	Золопроценти
	$a_i, \%$	$z_i, \%$	$a_i \times z_i, \%\%$
Лущ. Сист.	6,0	7,95	47,7
IVдр	3,6	5,96	21,5
Вим.1	6,6	5,89	38,9
4р.	1,6	4,96	7,9
5р	4,3	5,9	25,4
Висівки	22,1	5,11	112,9

Знаходимо зольність зерна, з якою зерно необхідно направляти у розмельне відділення, щоб отримати стандартну продукцію за заданим виходом

$$z_3 = \frac{a_{вс} \cdot z_{вс} + a_{1с} \cdot z_{1с} + a_{м.к.} \cdot z_{м.к.} + a_{вис} \cdot z_{вис}}{A_3} = 1,7\%$$

де A_3 – базисна (97,1 %) або розрахункова кількість зерна, що надходить на I драну систему.

4.5 Підбір та розрахунок технологічного обладнання

За попереднім завданням вибираємо обладнання компанії ООО «ОЛИС», яке повністю відповідає Європейським стандартам якості, також асортимент вибору обладнання повністю задовольняє функціональність заводу та його надійну роботу у безперервному режимі.

Розрахунок підготовчого відділення

Число бункерів n визначають за формулою

$$n = \frac{Q \cdot \tau}{24 \cdot \gamma \cdot \eta \cdot a \cdot b \cdot h}, \quad (1)$$

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

τ – час перебування зерна в бункерах, год.;

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

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

a, b – розміри бункера на плані поверху (довжина і ширина);

h – висота бункера, яку приймають у залежності від поверховості підприємства.

Розрахунок бункерів для неочищеного зерна:

Місткість одного бункера E_6 (т) визначають діленням загального запасу в бункерах на їх число

$$E_6 = \frac{Q \cdot \tau}{24 \cdot n}, \quad (2)$$

Розрахунок бункерів для неочищеного зерна:

$$n = 3 \cdot 25 / 2 \cdot 2 \cdot 7,5 \cdot 0,9 \cdot 0,75 = 3,7 = 4 \text{ шт.}$$

Ємність одного бункера буде:

$$E_{\text{б.н.з.}} = 72 \cdot 25 / 24 \cdot 4 = 18,75 \text{ (тонни)}$$

При цьому загальна ємність бункерів буде:

$$\Sigma E_{\text{б.н.з.}} = 18,75 \times 4 = 75 \text{ (тонни)} \quad (3)$$

Розрахунок бункерів для першого відволоження:

Оптимальний час для першого відволоження приймаємо 12 год

$$E_{\text{бв1}} = 12 \cdot 2,5 = 30 \text{ т}$$

Приймаємо кількість бункерів 8шт. по 3,75 т.

Розрахунок бункерів для другого відволоження:

Оптимальний час для другого відволоження приймаємо 6 год

$$E_{\text{бв1}} = 6 \cdot 2,5 = 15 \text{ т}$$

Приймаємо кількість бункерів 4шт. по 3,75 т.

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

$$n = \frac{q_{\text{сi}}}{q_{\text{с}}}, \quad (4)$$

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

q_m – продуктивність конкретної машини, т/год

Розрахунок обладнання підготовчого відділення представлено у (табл. 4.3)

Таблиця 4.7. – Розрахунок обладнання підготовчого відділення

Обладнання	Назва	Продуктивність обладнання, т/год	Розрахунок ва кількість обладнання, шт.	Прийнята к-ть, шт.
Норія№1	НЗ – 5	5	0.6	1
Дозатор ваговий	ДВ-5	5	0,50	1
Зерновий сепаратор	ПСО-0.7	3	0,83	1
Повітряний сепаратор	ВСО-400	3	0,83	1
Камневідбірник	ОМП-3.0	3	0,83	1
Магнітний сепаратор	БМПО	6	0,83	1
Оббивна машина	МАО-3	3	0,83	1
Норія№2	НЗ – 5	5	0.6	1
Машина інтенсивного зволоження	МИУ-3	3	1	1
Норія№3	НЗ – 5	5	0.6	1
Машина інтенсивного зволоження	МИУ-3	3	1	1
Норія№4	НЗ – 5	5	0.6	1
Магнітний сепаратор	БМПО	6	0,83	1
Луцильно шліфувальна машина	Каскад 1-6	1,5	1,67	2

Оскільки передбачено роботу обладнання із запасом в 15-20% ефективності, то можлива зупинка підготовчого відділення для поточного ремонту або його роботи у нічний час. Таким чином економлячи витрати на електроенергію.

Підбір і розрахунок обладнання розмельного відділення проводимо після складання схеми і кількісного балансу помелу. Визначаємо кількість вальцових верстатів, розсійників, ситовійок і вимельних машин, а також ентолейторів.

Необхідну кількість основного технологічного обладнання розмельного відділення (вальцові верстати, розсійники, ситовійки) визначають по

системах на основі даних розрахованого кількісного балансу і нормативних питомих навантажень на зазначене технологічне обладнання по системах. При цьому розраховуємо довжину вальцьової лінії, площу просіючої поверхні, ширину приймального сита ситовіальних машин по кожній системі окремо.

Необхідну кількість основного технологічного обладнання розмельного відділення (вальцьові верстати, розсійники, ситовійки) визначаємо по системах на основі даних розрахованого кількісного балансу і нормативних питомих навантажень на зазначене технологічне обладнання по системах. При цьому розраховуємо довжину вальцьової лінії, площу просіючої поверхні, ширину приймального сита ситовіальних машин по кожній системі окремо.

Розрахункову довжину вальцьової лінії l_i по кожній системі визначаємо за формулою

$$l_{ip} = \frac{q_i}{q_{lin}}, \quad (6)$$

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

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

Розрахункову площу просіючої поверхні f_{ip} по кожній системі визначаємо за формулою

$$f_{ip} = \frac{q_i}{q_{fin}}, \quad (7)$$

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

Нормативне навантаження на просічу поверхню q_{fin} (т/секц.·доб) вибираємо з “Правил...”, а q_{fin} (кг/м²·доб) визначаємо за формулою

$$q_{fin} = 1000 \frac{q_{fin} \frac{m}{секц. \cdot доб}}{S_{1секц.}}, \quad (8)$$

де $S_{1\text{секц.}}$ – площа однієї секції розсійника. Для розсійників Makenas MESP $S_{1\text{секц.}}$ дорівнює $4,7\text{м}^2$.

Розрахункову кількість секцій n_{ip} визначаємо за формулою

$$n_{ip} = \frac{q_i}{q_{fin} \cdot 1000}, \quad (9)$$

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

Розрахункову ширину приймального сита ситовіальної машини по кожній системі визначаємо за формулою

$$b_{ip} = \frac{q_i}{q_{bin}}, \quad (10)$$

де q_{bin} – нормативне навантаження на 1 см ширини приймального сита, кг/доб.

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

$$q_i = \frac{Q \cdot 1000 \cdot a_i}{100}, \quad (11)$$

де Q – продуктивність заводу, т/доб;

a_i – навантаження на систему, %.

Фактичне навантаження на систему q_{lif} , q_{fif} , q_{bif} (кг/доб) визначаємо за формулою

$$q_{lif}, q_{fif}, q_{bif} = \frac{q_i}{l_{if}, f_{if}, b_{if}}, \quad (12)$$

де l_{if} , f_{if} , b_{if} – фактична довжина, площа просіючої поверхні, ширина приймального сита для кожної системи, см або м^2 .

Результати розрахунків вальцевої лінії, просіючої поверхні, ширини приймального сита ситовіальної машини наведені у вигляді табл. 4.8-4.11.

Таблиця 4.8. – Розрахунок вальцової лінії

Система	Балансове навантаження на систему		Нормативне навантаження на см вальцової лінії q _{лн} , кг/доб	Довжина вальцової лінії, см		Прийнята кількість верстатів, пі	Типорозмір верстата, см	Фактичне навантаження на 1 см вальцової лінії q _{лф} , кг/доб
	a _i , %	q _i , кг/доб		розрахункова l _р	фактична l _ф			
I др.с.	97,1	65592	600	109	100	0,5	100x25	656
II др.с.	50,8	36576	400	91	100	0,5	100x25	366
IIIкр.с.	31,1	22392	250	90	100	0,5	100x25	224
IVдр.с.	17,9	12888	190	68	100	0,5	100x25	129
1р.	29,2	21024	160	131	200	1	100x25	105
2р.	16,2	11664	175	67	100	0,5	100x26	117
3р.	12,7	9144	190	48	100	0,5	100x25	91
4р.	8,3	5976	200	30	100	0,5	100x25	60
5р.	6,8	4896	225	22	100	0,5	100x25	49
Всього					1000	5		

Таблиця 4.9. – Розрахунок просіючої поверхні

Система	Балансове навантаження на систему		Нормативне навантаження на 1 секцію розсійника, q _{лн} , т/доб	Кількість секцій		Марка розсійника	Фактичне навантаження на 1 секцію розсійника, q _{лф} , т/доб
	a _i , %	q _i , кг/доб		розрахункова а піф	фактична піф		
I др.с.	97,1	65592	75	0,9	1	РМО – 4	70
II др.с.	50,8	36576	56	0,7	1	РМО – 4	50
IIIкр.с.	31,1	22392	30	0,7	1	РМО – 4	29
IVкр.с.	17,9	12888	33	0,4	1	РМО – 4	18
Сорт.1	34,1	24552	25	1,0	1	РМО – 4	20
1.р.	29,2	21024	38	0,6	1	РМО – 4	23
2р.	16,2	11664	35	0,3	1	РМО – 4	18
3р.	12,7	9144	25	0,4	1	РМО – 4	13
4р.	8,3	5976	20	0,3	1	РМО – 4	10
5р.	6,8	4896	20	0,2	1	РМО – 4	9
к.м.в/с	52,9	38088	45	0,8	1	РМО – 4	39
к.м.1/с	23,0	16560	40	0,4	1	РМО – 4	30
Всього					12		

Таблиця 4.10. – Розрахунок ширини приймального сита ситовіальних машин

Система	Балансове навантаження на систему		Нормативне навантаження на 1 см ширини сита $q_{\text{нн}}$, кг/доб	Ширина приймального сита, см		Прийнята кількість ситовійок n_i	Марка ситовійки	Фактичне навантаження на 1 см ширини сита $q_{\text{фн}}$, кг/доб
	a_i , %	q_i , кг/доб		розрахункова $b_{\text{р}}$	фактична $b_{\text{ф}}$			
B1	13,5	9720	600	16,2	40	0,5	A1-БСО	243
B2	10,2	7344	500	14,688	40	0,5	A1-БСО	183,6
				Всього	80	1		

Так, для розрахунку вальцьової лінії вибраний типорозмір вальцьових верстатів Makenas MERM 250/1000 – 1000x250 мм. При цьому враховують, що на певній системі може бути прийнято 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 і т.д. верстатів.

Фактична просіюча поверхня кратна поверхні однієї секції розсійника (4,7 м²). Так, у розсійниках Makenas MESP – 4 секцій.

Фактична ширина приймального сита ситовійки кратна 40 см для 2-х приймальних ситовійок Makenas MEPR, а загальна ширина приймальних сит ситовійок кратна 80 см.

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

для вальцьових верстатів:

$$q_L = \frac{Q \cdot 1000}{L_{\phi}} = \frac{70 \cdot 1000}{1000}, \quad (13)$$

$$q_L = 72 \text{ кг/см} \cdot \text{доб}$$

для розсійників:

$$q_F = \frac{Q \cdot 1000}{F_\phi} = \frac{72 \cdot 1000}{3 \cdot 4 \cdot 4,7} \quad (14)$$

$$q_F = 1275 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{доб}$$

для ситовійок:

$$q_B = \frac{Q \cdot 1000}{B_\phi} = \frac{72 \cdot 1000}{2 \cdot 40}, \quad (15)$$

$$q_B = 900 \text{ кг/см} \cdot \text{доб}$$

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

Для вимельних машин використовуємо формулу:

$$n = \frac{Q_{p.v.} \cdot a_i}{q_m \cdot 24 \cdot 100}, \quad (16)$$

де $Q_{p.v.}$ – продуктивність розмельного відділення, т/доб;

a_i – балансове навантаження на систему, %;

q_m – продуктивність однієї вимельної машини. Для вимельних машин Makenas MEBF $q_m = 0,8-1,6$ т/год.

Таблиця 4.11. – Розрахунок кількості вимельних машини

Система	Балансове навантаження, a_i	Продуктивність, т/год	Кількість, шт.	
			розрахункова	прийнята
Вим.1	9,8	1,3	0,8	1

Розташування та компоновання основного і допоміжного технологічного обладнання відповідає таким вимогам:

- поперечні і повздовжні проходи, які пов'язані з евакуаційними виходами на сходову драбину та проходи між групами машин і верстатів мають ширину не менше 1,0 м;
- вальцьові верстати встановлюють групами;
- між стінами виробничих будівель і розсійниками проходи не менше 1,25 м.

- не можна встановлювати групами розсійники, сепаратори, оббивальні машини, тому що до нього потрібний підхід для обслуговування;
- з бокових сторін ситовійних машин проходи становлять не менше 0,8 м, вільні від аспіраційних трубопроводів;
- висота проходу для конвеєрів у виробничих приміщеннях без наявності робочих місць складає не менше 2,0 м;
- обладнання, яке не має рухомих частин: трубопровід, матеріалопровід, норійні труби розміщується (своїми сторонами, які не потребують обслуговування) біля стін і колон з розривом від них не менше 0,25 м.

4.6 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва. Застосування системи НАССР

Технохімічний і мікробіологічний контроль є ключовим елементом забезпечення якості та безпеки борошна на підприємствах, що спеціалізуються на виробництві пшеничного борошна, особливо тих, що працюють за концепцією борошна цільового призначення. Контроль охоплює весь технологічний процес від приймання зерна до пакування готової продукції та включає комплекс заходів з оцінки фізико-хімічних параметрів зерна і борошна, визначення вмісту білка, крохмалю, вологи, жиру, мінеральних елементів, а також моніторинг можливого забруднення мікроорганізмами, що здатні впливати на якість і безпеку продукції.

Контроль якості на борошномельному підприємстві розпочинається вже на етапі приймання зерна, де обов'язково перевіряють його відповідність чинним державним стандартам, зокрема ДСТУ 3768:2019. Технохімічний контроль включає визначення вологості, натури, вмісту білка, зольності, скловидності, числа падіння, а також аналіз запаху та кольору зерна. Прийняте зерно сортується відповідно до його призначення – для виробництва хлібопекарського борошна. Вологість визначають для правильного розрахунку умов зберігання та підготовки до помелу, включно з

регулюванням процесу зволоження. Натура характеризує щільність зерна, що відображає його технологічну цінність, тоді як зольність визначають шляхом повного спалювання зразка, що дозволяє оцінити чистоту та можливу наявність домішок. Високий рівень зольності може свідчити про недостатнє очищення зерна. Число падіння відображає активність амілазних ферментів і безпосередньо впливає на якість випікання; низьке значення свідчить про пророщування або пошкодження зерна, роблячи його непридатним для виробництва борошна вищих сортів. Після підтвердження відповідності якості зерно направляється на зберігання та підготовку, де продовжується контроль його вологості, тривалості відволоження та стабільності фізико-хімічних показників перед помелом.

В процесі помелу контроль проводиться безперервно для оцінки параметрів проміжних і готових продуктів. Перевіряють гранулометричний склад, вологість, зольність, білок, колір, запах, консистенцію, крупність частинок та наявність металоманітних домішок. Аналіз гранулометричного складу дозволяє оцінити ступінь подрібнення і однорідність борошна, що визначає його технологічні властивості. Вміст білка контролюють методом К'ельдаля або за допомогою ІЧ-аналізаторів, оскільки саме білок визначає формоутримання тіста, його пружність, підйом під час випікання та структуру готового виробу. Колір борошна оцінюють візуально або фотометрично, з урахуванням відтінку та наявності сторонніх частинок. Зольність готового борошна є показником ступеня очищення та сорту і для борошна вищого гатунку не повинна перевищувати 0,55%. Контроль кислотності дозволяє оцінити свіжість продукту, а перевищення граничних значень свідчить про початок окислювальних процесів. Вміст металоманітних домішок визначають після проходження борошна через магнітні сепаратори, що запобігає механічному забрудненню продукції.

Мікробіологічний контроль включає кількісне визначення мікроорганізмів у зерні, борошні, повітрі виробничих приміщень, на обладнанні, тарі, руках персоналу та у воді, що використовується у

виробництві. Основні параметри – загальне мікробне число, бактерії групи кишкової палички, плісняві гриби, ентерококи, сальмонели, дріжджі. Виявлення перевищення допустимих рівнів є підставою для зупинки виробництва, санітарної обробки обладнання та коригувальних дій. Особливу увагу приділяють грибам роду *Aspergillus*, *Penicillium* та *Fusarium*, що здатні виробляти мікотоксини, зокрема афлатоксини, охратоксин А, деоксиніваленол, зеараленон та фумонізини. Для їх виявлення застосовують імуноферментний аналіз та хроматографічні методи. Усі результати фіксують у журналах та протоколах, які слугують підставою для висновків щодо придатності продукції до використання.

Контроль води, що використовується для зволоження зерна та миття обладнання, проводиться за встановленим графіком і охоплює перевірку на кишкову паличку, сальмонели та коліфаги. Результати документуються, а у разі відхилень проводяться коригувальні заходи: повторна очистка, дезінфекція резервуарів або заміна водних джерел. Аналіз повітря в виробничих приміщеннях спрямований на оцінку мікробного забруднення та присутності спор цвілевих грибів, що виконується седиментаційним методом або аспіраційними пробовідбірниками.

Моніторинг умов зберігання готової продукції передбачає контроль температури і вологості у складах, оскільки борошно гігроскопічне і здатне поглинати вологу з повітря, що впливає на його мікрофлору та органолептичні властивості. Оптимальні умови зберігання – температура не вище 18 °С та відносна вологість не більше 60%, із періодичним відбором проб для перевірки якості.

Всі технохімічні та мікробіологічні дані обов'язково документуються і зберігаються для внутрішніх і зовнішніх аудитів. Лабораторії мають право не лише контролювати, а й ініціювати коригувальні дії, що особливо важливо при впровадженні системи НАССР, де лабораторні дані підтверджують функціонування критичних контрольних точок. Наприклад, перевірка зерна на мікотоксини на етапі приймання дозволяє відсіяти або повернути партії

постачальнику. Аналогічно, результати визначення числа падіння або зольності впливають на режим помелу та співвідношення партій зерна.

Лабораторна база сучасного підприємства включає обладнання для визначення вологості, зольності, білка, кислотності, а також мікробіологічне обладнання: термостати, автоклави, мікроскопи, пробовідбірники, ІЧ- або УФ-спектрометри, хроматографічні системи. Персонал повинен мати відповідну кваліфікацію і брати участь у міжлабораторних порівняльних випробуваннях для підтвердження достовірності результатів.

Технохімічна лабораторія веде постійний нагляд за кожною партією борошна, відслідковує відхилення та оцінює тенденції зміни показників, що дозволяє прогнозувати якість продукції та оперативно реагувати на відхилення. Мікробіологічний моніторинг охоплює робочі поверхні, транспортні лінії, фасувальне обладнання та особисту гігієну персоналу. Після санітарного прибирання проводяться контрольні перевірки для оцінки ефективності дезінфекції; при виявленні бактерій групи кишкової палички здійснюється повторна обробка та зупинка роботи ділянки.

Українські борошномельні підприємства, що орієнтуються на експорт, зобов'язані відповідати стандартам ISO 22000, FSSC 22000 або BRC. У цьому контексті результати лабораторних досліджень стають доказом належного управління ризиками у харчовому ланцюзі, а сертифікати якості та безпечності повинні супроводжувати кожен партію борошна.

Система HACCP на підприємстві впроваджується для виявлення та контролю небезпечних чинників на всіх етапах виробництва, від надходження зерна до відвантаження готового продукту. Формується група безпечності харчових продуктів, яка проводить аналіз потенційних біологічних, хімічних і фізичних ризиків. Визначаються критичні контрольні точки (ККТ), наприклад, очищення зерна, його зберігання, проміжне змішування, очистка, просіювання та контроль готового борошна. Для кожної ККТ встановлюють критичні межі, і при їх перевищенні процес зупиняється, продукція вилучається, а здійснюються коригувальні дії.

Моніторинг ККТ ведеться як автоматизовано, так і вручну, із обов'язковою калібруванням та перевіркою обладнання.

Особлива увага приділяється контролю якості зерна при надходженні, перевірці супровідних сертифікатів та підтверджуванню аналізу у власній лабораторії. Під час зберігання здійснюється контроль мікроклімату, щоб запобігти самозігріванню, плісняві або зараженню шкідниками. Запроваджуються заходи для запобігання перехресному забрудненню, включаючи поділ потоків, маркування тари, санітарну обробку інвентарю та контроль гігієни персоналу.

Ефективність системи НАССР забезпечується регулярним навчанням персоналу, оновленням знань, веденням документації, включаючи плани, аналіз небезпек, протоколи моніторингу, акти коригувальних дій, записи верифікації та результати аудитів. Система постійно вдосконалюється: зміни у технології, обладнанні або інциденти якості призводять до повторного аналізу небезпек та коригування ККТ, що забезпечує адаптивність підприємства і збереження довіри споживачів.

4.7 Охорона праці

Охорона праці на борошномельному підприємстві формується з урахуванням специфіки технологічного процесу помелу зерна, який поєднує інтенсивну механічну обробку сировини, значні обсяги переміщення сипких матеріалів, роботу електроприводів і постійне утворення органічного пилу. Сукупність цих чинників визначає підвищений рівень виробничих ризиків, що вимагає системного підходу до забезпечення безпечних умов праці відповідно до чинних державних стандартів і санітарних норм. Основна мета охорони праці полягає у зниженні впливу небезпечних і шкідливих факторів до рівнів, які не становлять загрози для здоров'я працюючих.

Рівень шуму на борошномельному підприємстві формується внаслідок роботи основного технологічного обладнання, включно з вальцьовими верстатами, розсійниками, норіями, транспортерними лініями,

вентиляторів аспіраційних систем та допоміжними механізмами. Вальцьові верстати, які здійснюють інтенсивне здрібнювання зерна, генерують значний рівень акустичних коливань через механічні удари валків і тертя зернової маси. Норії і транспортери, що переміщують зерно та продукти помелу на різні ділянки цеху, створюють додатковий шум через рух ланцюгових або стрічкових механізмів і вібрації від контактів металевих деталей. Аспіраційні системи, які відсмоктують пил і забезпечують чистоту повітряного середовища, формують потужний аеродинамічний шум, обумовлений роботою вентиляторів і турбулентністю повітряних потоків у каналах та трубопроводах. Тривалий і постійний вплив таких джерел шуму має комплексний негативний ефект на організм працівників. Основним наслідком є порушення слухової функції, розвиток шумової індукованої приглухуватості, що поступово зменшує гостроту слуху, а також підвищене навантаження на нервову систему, яке може проявлятися у вигляді стресу, зниження концентрації уваги, підвищеної втомлюваності, зниження продуктивності праці і збільшення ймовірності помилок при обслуговуванні обладнання. Шум також спричиняє порушення серцево-судинної системи, включно зі стійким підвищенням артеріального тиску та змінами серцевого ритму, що підтверджено численними санітарно-гігієнічними дослідженнями промислових підприємств із високим рівнем акустичного навантаження.

Відповідно до чинних санітарних норм і державних стандартів, допустимий рівень шуму на робочих місцях борошномельного виробництва при восьмигодинному робочому дні не повинен перевищувати вісімдесят децибел за шкалою А, що є базовим нормативом для промислових підприємств з подібним рівнем механізації. Для короткочасного перебування у виробничих зонах, де рівень шуму перевищує зазначені межі, застосовуються більш жорсткі обмеження, і перебування працівників обмежується регламентованими часовими нормами, щоб уникнути акумулювання негативного впливу на слуховий апарат. Для вимірювання рівня шуму використовуються сертифіковані шумоміри, а контроль

проводиться систематично, щонайменше раз на квартал, із занесенням результатів у журнали обліку для подальшого аналізу та прийняття заходів щодо зниження шумового навантаження.

Зниження рівня шуму до допустимих значень досягається комплексом технічних і організаційних заходів. Одним із основних технічних рішень є використання шумоізолювальних кожухів, які накривають вальцові верстати, вентилятори і механізми транспортерів. Кожухи виготовляються з матеріалів, що мають високі звукопоглинальні властивості, з обов'язковим дотриманням вентиляції для охолодження обладнання. Шумоізоляція застосовується також для трубопроводів аспіраційних систем, де виникає високочастотний шум від струменів повітря та переміщуваного пилу.

Правильне планування розміщення обладнання в цехах також є критичним заходом для зниження акустичного навантаження. Вальцові верстати, норії і транспортери розташовуються так, щоб основні джерела шуму були віддалені від робочих місць обслуговуючого персоналу, а проходи і контрольні пункти обладнуються шумопоглинальними перегородками або екранами. Застосовується також зонування приміщень, де високий рівень шуму допускається лише у спеціально відведених зонах із обмеженим доступом, а решта цеху забезпечується зниженим рівнем акустичного впливу.

Використання дистанційного керування технологічними процесами дозволяє обмежити перебування працівників безпосередньо біля шумних механізмів. Панелі управління обладнанням встановлюються на безпечній відстані, що дозволяє запускати, регулювати і зупиняти верстати та транспортери, не перебуваючи у зоні прямого впливу шуму. Це особливо ефективно у випадках обслуговування аспіраційних систем та вальцових верстатів у періоди підвищеного навантаження.

При неможливості зниження шуму технічними засобами працівники забезпечуються засобами індивідуального захисту органів слуху, що включає використання навушників або берушів зі звукопоглинальними

властивостями. Рівень захисту засобів індивідуального захисту підбирається залежно від виміряного рівня шуму, при цьому вони повинні знижувати акустичний тиск до допустимих санітарними нормами значень не більше восьмидесяти децибел. Засоби захисту слуху проходять регулярну перевірку технічного стану, а працівники навчаються їх правильному використанню, зокрема способам фіксації навушників на голові і контролю щільності прилягання берушів, що впливає на ефективність зниження шумового навантаження.

Крім того, у межах охорони праці здійснюється регулярний медичний контроль слуху працівників, який включає аудіометрію і оцінку порогів сприйняття звуку. Це дозволяє своєчасно виявляти зміни слухової функції і коригувати режим праці або рівень захисту. Організація робочого часу також враховує акустичне навантаження: передбачаються перерви та чергування змін між більш шумними і тихими зонами, що зменшує накопичувальний ефект і підвищує безпеку праці.

Важливим є поєднання заходів щодо шуму з іншими параметрами виробничого середовища, зокрема з контролем пилу та вібрації, оскільки ці фактори часто взаємопов'язані. Наприклад, аспіраційні системи, які очищають повітря від пилу, самі по собі є джерелом шуму, і їх налаштування здійснюється таким чином, щоб мінімізувати акустичний вплив, не знижуючи ефективності видалення пилу. Конструктивні рішення вентиляторів, установка шумопоглинальних вставок у трубопроводи та застосування гнучких з'єднань дозволяють одночасно знизити шум і підтримати ефективну роботу системи аспірації.

Не менш важливим аспектом охорони праці на борошномельному підприємстві є електробезпека, яка набуває особливого значення через поєднання високої потужності електроприводів, великої кількості рухомих механізмів і специфіки виробничого середовища, що характеризується наявністю великої кількості органічного пилу та вологості повітря. Борошномельне обладнання працює від електричних мереж напругою 220 В

для освітлювальних і допоміжних систем і 380 В для основних приводів, включно з вальцьовими верстатами, норіями, вентиляторами аспіраційних систем та транспортерів. Запилене середовище, характерне для виробничих цехів млинів, суттєво підвищує ризик коротких замикань, виникнення іскріння та ураження електричним струмом, тому питання електробезпеки є одним із пріоритетних у комплексі заходів охорони праці.

Відповідно до вимог державних стандартів і правил з електробезпеки, всі електродвигуни, пускова апаратура, розподільні шафи, кабельні лінії і вимикачі повинні мати надійне захисне заземлення. Опір заземлювального контуру не повинен перевищувати 4 Ом, що забезпечує оперативне відведення струму короткого замикання і запобігає утворенню небезпечного потенціалу на металевих частинах обладнання. Для досягнення цього нормативного показника використовуються спеціальні металеві заземлювальні шини, з'єднані з магістральними контурами підприємства, а також контрольні точки, які дозволяють періодично перевіряти цілісність і опір заземлювальної системи. Така система зменшує ймовірність ураження електричним струмом навіть у разі пошкодження ізоляції кабелів або порушення електричного контакту.

Особливу увагу приділяють вибухонебезпечним зонам цехів, де концентрація борошняного пилу у повітрі може становити критичну величину. В таких умовах застосовується лише електрообладнання у вибухозахищеному виконанні, яке сертифікується за стандартами вибухобезпеки. Це передбачає герметизацію електричних частин, ізоляцію потенційних джерел іскріння, використання спеціальних виконавчих пристроїв, що не створюють іскр, а також обмеження потужності елементів, які можуть нагріватися. Застосування такого обладнання істотно знижує ризик займання пилоповітряної суміші та забезпечує безпечну експлуатацію технологічного обладнання у вибухонебезпечних умовах.

Персонал, який обслуговує електроустановки на борошномельному підприємстві, допускається до роботи тільки після проходження

спеціалізованого навчання і перевірки знань з електробезпеки з присвоєнням відповідної групи, що відповідає виду робіт і напрузі електромережі. Навчання передбачає теоретичне ознайомлення з будовою електрообладнання, дією електричного струму на організм людини, засобами індивідуального захисту, способами запобігання коротким замиканням і алгоритмами дій у разі аварійних ситуацій. Крім того, навчання включає практичні заняття з вимірювання параметрів електричних кіл, перевірки заземлення, виявлення дефектів ізоляції та усунення дрібних несправностей під контролем інструктора. Регулярне підвищення кваліфікації та перевірка знань дозволяє підтримувати високий рівень безпечної експлуатації обладнання і зменшувати ризик травмування чи ураження електричним струмом.

На підприємствах обов'язковим є застосування засобів індивідуального захисту під час роботи з електрообладнанням. До них належать ізолюючі рукавиці і взуття, захисні окуляри, каски з електроізоляційними властивостями, а також засоби захисту органів дихання від пилу, що може осідати на контактах і ізоляції. Використання засобів індивідуального захисту дозволяє не лише зменшити прямий ризик ураження струмом, а й захистити працюючих від вторинних факторів, таких як перегрів кабелів, короткочасні іскри та контакт із металевими поверхнями під напругою.

Для зниження ймовірності аварійних ситуацій підприємства впроваджують системи захисту електромережі від перевантажень і коротких замикань, включно з автоматичними вимикачами, запобіжниками, реле струму та пристроями контролю напруги. Такі елементи дозволяють оперативно відключити проблемні ділянки мережі, не створюючи загрози для всього виробничого процесу. Крім того, у виробничих приміщеннях передбачені контрольні щити з індикаторами роботи обладнання, сигналізацією несправностей і аварійними кнопками для швидкого відключення електроживлення у разі виникнення небезпечних ситуацій.

Підвищення безпеки досягається також за рахунок правильного планування і зонування виробничих приміщень. Всі електричні кабелі прокладаються в кабель-каналах або металевих трубах, що запобігає їх механічному пошкодженню, а доступ до відкритих контактів обмежується огороженнями та забороненими зонами. Вибухонебезпечні приміщення маркуються відповідними знаками, і персонал зобов'язаний суворо дотримуватися правил переміщення, використання інструментів і заборони на відкритий вогонь. Проводяться регулярні інструктажі, а контроль за дотриманням правил здійснюється службами охорони праці і технічного нагляду підприємства.

Важливо, що електробезпека на борошномельному підприємстві інтегрована з іншими аспектами охорони праці, зокрема з пожежною безпекою і контролем пилу. Електрообладнання у вибухонебезпечних зонах повинно відповідати вимогам, що забезпечують одночасно захист від ураження струмом і запобігання займання пилоповітряних сумішей. Це досягається поєднанням герметичних конструкцій, використанням матеріалів з низькою теплопровідністю, ізоляцією контактів і встановленням пристроїв для контролю температури поверхні. Вся система електропостачання повинна підтримувати надійну роботу технологічного обладнання без перебоїв, що критично для безпечного ведення виробництва і зменшення аварійних ризиків.

Освітлення виробничих приміщень на борошномельному підприємстві є однією з ключових складових системи охорони праці та безпеки технологічного процесу, оскільки від рівня і якості освітленості безпосередньо залежить здатність працівників виконувати операції точно і безпечно, а також ефективність контролю всіх стадій помелу та переміщення зерна і продуктів переробки. Борошномельне виробництво характеризується високою механізацією, наявністю великої кількості обладнання з рухомими частинами, вузькими технологічними проходами і підвищеною концентрацією органічного пилу, що додатково ускладнює візуальний

контроль. Тому освітлення повинно забезпечувати рівномірну видимість робочих поверхонь, а також безпечне переміщення персоналу по цеху, зокрема у зонах роботи вальцьових верстатів, норій, транспортерів і аспіраційних систем.

Для робочих місць у борошномельних цехах нормативна освітленість встановлена не менше 200 люкс при загальному освітленні, що відповідає санітарно-гігієнічним вимогам для виробничих приміщень з дрібнодисперсними матеріалами і середньою точністю виконання операцій. Таке значення освітленості дозволяє розрізняти колір і структуру зерна, контролювати однорідність борошна, а також забезпечує точність роботи з регульовальними механізмами, панелями управління і контрольно-вимірювальними приладами. При цьому загальна освітленість доповнюється локальним підсвічуванням критичних зон, де необхідна підвищена точність, наприклад, у місцях перевірки сортування борошна, на ділянках приймання зерна та контролю якості готової продукції.

Світильники, що застосовуються в борошномельних цехах, повинні мати пилозахищене виконання, що запобігає осіданню пилу на лампах і відбивачах, зменшує ризик перегріву та забезпечує стабільну освітленість протягом тривалого часу. Пилозахищені світильники виготовляються із матеріалів, стійких до механічних впливів і вібрацій, що виникають у процесі роботи вальцьових верстатів і транспортерів. Важливим є розташування світильників таким чином, щоб уникати сліпучого ефекту, що може призвести до тимчасової втрати зору, помилок при регулюванні обладнання або травмування персоналу. Орієнтація світильників, кут нахилу і відстань до робочих поверхонь розраховуються з урахуванням відбивної здатності борошна і металевих поверхонь верстатів, а також для запобігання утворенню тіней на критичних ділянках технологічного процесу.

Обов'язковим елементом освітлення є наявність аварійного освітлення, яке у разі відключення основного живлення забезпечує не менше 10 % від нормованої освітленості. Аварійне освітлення дозволяє підтримувати

базовий рівень видимості для безпечної евакуації персоналу, переміщення по цеху, відключення або зупинки технологічного обладнання. Такі системи обладнуються автономними джерелами живлення, наприклад акумуляторними блоками, що автоматично включаються при відключенні електроживлення. Світильники аварійного освітлення розташовуються на проходах, біля дверей, сходів, технологічних проходів і в критичних зонах роботи обладнання.

Проектування освітлення борошномельних підприємств здійснюється відповідно до чинних норм Державних санітарних правил і норм (ДСПН) для виробничих приміщень, а також рекомендацій міжнародних стандартів щодо промислового освітлення. Розрахунки проводяться з урахуванням площі цеху, висоти стель, відстані між світильниками, яскравості робочих поверхонь і допустимого рівня відблисків. Важливим аспектом є також дотримання рівномірності освітленості, щоб перепади між яскравими і затемненими зонами не перевищували допустимих значень, що становить не більше 1,5–2 рази від середньої освітленості на робочій поверхні. Це дозволяє уникнути різких переходів яскравості, які можуть призводити до стомлюваності зору, головного болю, втрати концентрації і помилок під час роботи.

Для забезпечення належного рівня освітленості проводиться регулярний контроль світлового режиму у виробничих приміщеннях. Вимірювання проводяться сертифікованими люксометрами щонайменше раз на квартал, а при виявленні відхилень від нормативів проводиться заміна або додаткове встановлення світильників. Паралельно здійснюється технічне обслуговування освітлювальних приладів, очищення від пилу, перевірка цілісності захисних ковпаків і ламп. Такий системний контроль забезпечує постійну відповідність нормованим показникам і гарантує безпечне виконання технологічних операцій у будь-який час доби.

Окрему увагу приділяють правильному поєднанню загального і локального освітлення. Загальне освітлення забезпечує орієнтацію у

просторі, безпечно пересування по цеху і контроль основних технологічних потоків, тоді як локальне освітлення дозволяє виконувати операції, які вимагають підвищеної точності, наприклад регулювання вальцьових верстатів, перевірку сортування зерна і контроль якості борошна за кольором, текстурою і однорідністю. Локальні джерела освітлення можуть включати світильники з регульованою яскравістю і напрямком променя, що дозволяє адаптувати світловий режим під конкретні операції та умови навколишнього середовища, включно з наявністю пилу або відблисків від металевих поверхонь.

Узгодження освітлення з іншими параметрами виробничого середовища, такими як пил, шум і вібрації, дозволяє досягти комплексного ефекту безпечної роботи. Наприклад, пилозахиснені світильники не лише знижують ризик пошкодження ламп, а й зменшують осідання пилу на робочих поверхнях, що може впливати на точність операцій. Дотримання всіх вимог щодо освітленості сприяє не лише безпеці і збереженню здоров'я персоналу, а й підвищенню ефективності технологічного процесу, зменшенню відходів, контролю якості продукції і тривалості безперервної роботи обладнання без простоїв через помилки, викликані недостатнім освітленням.

Вібрація на борошномельних підприємствах є складним виробничим фактором, що виникає у результаті роботи технологічного обладнання, зокрема вальцьових верстатів, аспіраційних вентиляторів, норій, транспортерів і допоміжних механізмів. Вальцьові верстати під час подрібнення зерна створюють не лише шум високої інтенсивності, а й значні вібраційні коливання, які передаються на фундамент обладнання та суміжні конструкції цеху. Вібраційні коливання виникають через нерівномірність обертання валків, удар зернових часток об поверхні, тертя між частинами механізму та реакцію пружних опор. Аспіраційні вентилятори, що забезпечують видалення пилу, генерують додаткові коливання через обертання лопаток, зміну швидкості повітряного потоку і взаємодію з

трубопроводами. Норії та транспортери передають вібрації по ланцюгах, стрічках і роликів опорах, а також на суміжні конструкції приміщення, що у поєднанні з вальцьовими верстатами підвищує загальне вібраційне навантаження на персонал та обладнання.

Вібрація характеризується двома основними параметрами: амплітудою коливань та середньоквадратичним значенням прискорення, яке використовується для нормування локальної і загальної вібрації. Локальна вібрація, що впливає на кисті та руки оператора, визначається середньоквадратичним значенням прискорення і, відповідно до санітарних норм, не повинна перевищувати 2 метри за секунду в квадраті. Порухення цих показників може спричинити розвиток професійних захворювань опорно-рухового апарату, включно з тунельними синдромами, дегенеративними змінами у суглобах та м'язових тканинах, а також зниження чутливості кінцівок. Загальна вібрація, що передається на все тіло через підлогу та конструкції, також нормується і контролюється для запобігання стомлюваності, нервових розладів і порушень серцево-судинної системи працівників.

Для зменшення вібраційного впливу технологічне обладнання встановлюється на спеціальні віброізоляційні опори, які поглинають частину механічних коливань і запобігають передачі їх на фундамент і суміжні конструкції. Віброізоляційні опори виготовляються із матеріалів із заданими пружними та демпфіруючими властивостями, розрахованими на вагу та динамічні навантаження конкретного обладнання. Важливо, щоб опори витримували як статичні, так і динамічні навантаження, а їхня частота власних коливань не збігалася з робочими частотами механізмів, щоб уникнути резонансних явищ, які різко підвищують рівень вібрацій.

Конструкції перекриттів і фундаментів виробничих приміщень проектуються з урахуванням динамічних навантажень від обладнання. Розрахунки проводяться для забезпечення допустимих прогинів, мінімізації резонансних ефектів і запобігання передаванню вібрацій на суміжні

приміщення. Важливо, щоб підлога мала достатню жорсткість і демпфіруючі властивості, особливо у зонах роботи вальцьових верстатів і транспортерних ліній, де вібраційні коливання найбільш інтенсивні.

Контроль рівня вібрації здійснюється інструментально за допомогою акселерометрів і спеціалізованих приладів, що дозволяють вимірювати амплітуду коливань і середньоквадратичне прискорення на різних робочих місцях. Вимірювання проводяться на регулярній основі, щонайменше раз на квартал, а також після зміни технологічних режимів або реконструкції обладнання. Отримані дані порівнюються з нормативними значеннями для локальної та загальної вібрації, і при виявленні перевищень застосовуються коригуючі заходи, включаючи переналаштування опор, зміну режимів роботи обладнання або додаткове демпфірування.

Організаційні заходи включають регламентування часу перебування працівників у зонах з підвищеним вібраційним навантаженням, чергування змін між більш і менш вібраційними ділянками, а також планування режимів відпочинку для відновлення працездатності. Працівники повинні проходити навчання з безпечного обслуговування обладнання та використання засобів захисту, якщо це необхідно для мінімізації впливу вібрації.

Додатково застосовуються конструктивні рішення, які знижують вібраційний ефект на персонал. Наприклад, використання амортизуючих вставок у кріпленнях норій, транспортерів та вентиляторів, установка еластичних прокладок між рухомими частинами обладнання та опорними елементами, а також проектування технологічних проходів із антивібраційними покриттями для працівників. Такі комплексні заходи дозволяють забезпечити безпечний рівень вібраційного навантаження та зменшити негативний вплив на організм, особливо при тривалому перебуванні на робочому місці.

Контроль вібрації тісно пов'язаний із заходами щодо шуму, освітлення і пилу, оскільки ці фактори взаємопов'язані і комплексно впливають на безпеку та працездатність персоналу. Наприклад, аспіраційні системи

зменшують пил, але самі по собі генерують вібрації і шум, тому їх конструкція і установка повинні оптимізуватися з урахуванням одночасного зниження всіх шкідливих факторів. Використання спеціальних опор і шумоізоляції дозволяє підтримувати допустимий рівень шуму і вібрації одночасно.

Пожежна безпека на борошномельному підприємстві є ключовим елементом системи охорони праці та безпеки технологічного процесу, оскільки виробництво борошна супроводжується наявністю великої кількості органічного пилу, високих температур на окремих ділянках обладнання та роботи електроприводів під напругою. Органічний пил, що утворюється під час помелу, транспортування і сортування зерна, є вибухонебезпечним, легко займається і здатний формувати пилові хмари в повітряному середовищі. Навіть невеликі іскри від механічного тертя металевих деталей, електричних контактів або розрядів статичної електрики можуть стати джерелом займання, що в умовах скупчення пилу може призвести до детонаційних ефектів і пожеж.

Для забезпечення пожежної безпеки застосовується комплекс технічних, організаційних і протипожежних заходів, розроблених відповідно до державних стандартів, зокрема ДСТУ 3130-95 «Системи протипожежної безпеки. Загальні вимоги», ДСТУ 4021-2000 «Протипожежний захист будівель і споруд» і правил пожежної безпеки для підприємств харчової промисловості. Технічні заходи включають проектування будівель і приміщень з використанням негорючих або важкогорючих матеріалів, зонування виробничих приміщень за рівнем вибухопожежної небезпеки, а також облаштування систем протипожежного водопостачання, спринклерних установок, пожежних гідрантів і пожежних резервуарів. Конструкції стін, перекриттів і підлог повинні відповідати вимогам вогнестійкості, що забезпечує обмеження поширення вогню у разі займання, а двері і ворота обладнуються вогнетривкими матеріалами та самозакриваючими механізмами для ізоляції загорянь.

Системи пожежогасіння на борошномельних підприємствах включають як автоматичні, так і ручні засоби. Автоматичні системи, наприклад спринклерні установки та системи порошкового чи газового гасіння, розташовуються в критичних зонах з підвищеною запиленістю, таких як ділянки помелу, сортування і склади готової продукції. Вибір виду системи гасіння залежить від категорії пожежної небезпеки приміщення, наявності технологічних процесів, температурного режиму і типу сировини. Порошкові установки ефективні для гасіння пожеж у приміщеннях з органічним пилом, тоді як газові системи дозволяють оперативно локалізувати вогонь без ушкодження обладнання та продукту. Ручні засоби включають переносні вогнегасники різних типів (порошкові, вуглекислотні, водні), які розташовуються у легкодоступних місцях і позначаються відповідними вказівниками. Кількість вогнегасників і їх види визначаються нормами ДСТУ 3130-95 і внутрішніми протипожежними регламентами підприємства.

Системи виявлення пожеж включають пожежні датчики диму, температури та полум'я, інтегровані в автоматизовану систему сигналізації та оповіщення. Датчики встановлюються у зонах підвищеного ризику, таких як вузли здрібнювання, транспортери і склади борошна. Сигналізація забезпечує негайне оповіщення персоналу та автоматичний запуск протипожежних систем, що дозволяє локалізувати загоряння на ранній стадії і мінімізувати матеріальні втрати. Важливим елементом є також наявність аварійного освітлення і евакуаційних шляхів, які відповідають нормам ДСТУ 4021-2000 і забезпечують безпечну евакуацію при відключенні основного живлення.

Організаційні заходи пожежної безпеки передбачають чітке зонування цехів за класами пожежної небезпеки, регулярне прибирання пилу з обладнання, перекриттів і підлог, контроль за електропроводкою і обладнанням під напругою, а також навчання персоналу правилам поведінки у разі пожежі. Працівники проходять інструктажі і практичні навчання з використання вогнегасників, порядку виклику пожежних підрозділів і дій

при евакуації. Регулярне проведення тренувань дозволяє закріпити навички оперативної реакції, запобігти паніці і зменшити ризик травмування під час виникнення надзвичайної ситуації.

Особлива увага приділяється контролю електрообладнання, яке є потенційним джерелом займання. Всі електричні панелі, двигуни і пускова апаратура підлягають регулярному технічному обслуговуванню, ізоляція проводів і контактів перевіряється на наявність пошкоджень, а запобіжники та автоматичні вимикачі підтримуються у робочому стані. У вибухонебезпечних зонах використовується електрообладнання вибухозахищеного виконання, яке відповідає стандартам безпеки.

Пожежна безпека включає також контроль температурного режиму в зонах роботи технологічного обладнання. Перегрів двигунів, редукторів, підшипників і вальців під час безперервної роботи може призвести до займання пилу або масел, що застосовуються для змазки механізмів. Для запобігання таким ситуаціям встановлюються датчики температури, системи автоматичного вимкнення обладнання при перевищенні допустимих значень, а також системи охолодження і вентиляції для розсіювання надлишкового тепла.

Регулярний моніторинг стану протипожежних систем є обов'язковим. Він включає перевірку працездатності сигналізації, спринклерів, датчиків і вогнегасників, очищення шлангів, тестування систем аварійного оповіщення і евакуаційного освітлення. Всі заходи фіксуються у відповідних журналах, що забезпечує базу для контролю органів пожежного нагляду і внутрішнього аудиту безпеки підприємства.

Пожежна безпека на борошномельному підприємстві реалізується комплексно і охоплює архітектурні, конструктивні, технологічні та організаційні аспекти. Вона забезпечує не лише захист життя і здоров'я працівників, а й збереження технологічного обладнання, сировини та готової продукції, зменшення матеріальних втрат і можливих простоїв виробництва. Системне дотримання норм ДСТУ 3130-95, ДСТУ 4021-2000 і внутрішніх

регламентів створює умови для стабільної, безпечної і надійної роботи підприємства у будь-яких виробничих умовах, включно з високим рівнем запиленості і напруженим технологічним режимом.

РОЗДІЛ 5

СПЕЦІАЛЬНІ РОЗРАХУНКИ

Аспірація в борошномельному виробництві виконує низку критично важливих функцій, спрямованих на забезпечення безпеки, ефективності та якості технологічного процесу. Основним призначенням аспіраційних систем є зменшення пилового навантаження на машини, механізми та виробничі приміщення, що дозволяє створити оптимальні умови для роботи персоналу та продовжити термін експлуатації обладнання. Одночасно аспірація забезпечує очищення зерна від легких домішок і пилу, сортування продуктів за масою, розміром та щільністю, а також охолодження продуктів переробки та робочих органів машин, що має ключове значення для збереження фізико-хімічних властивостей зерна і борошна. Ефективне видалення пилу з робочих зон знижує ризик виникнення пожеж або вибуху пилоповітряних сумішей, що є особливо актуальним для підприємств, що працюють із сухою зерновою сировиною, і гарантує дотримання санітарно-гігієнічних вимог та безпечних умов праці.

Аспіраційне обладнання на борошномельних підприємствах класифікують залежно від принципу роботи та організації повітропроводів. Перший підхід поділу ґрунтується на типі аспіраційної мережі, яка може бути місцевою, центральною або з частковою чи повною рециркуляцією повітря. Місцева аспірація передбачає, що один вентилятор обслуговує конкретну машину або невелику групу обладнання. Цей підхід найчастіше застосовується для сепараторів, де вентилятор нагнітає повітря в циклон, забезпечуючи локальне видалення пилу без інтеграції з іншими ділянками виробництва. Місцева система зручна тим, що дозволяє регулювати інтенсивність аспірації залежно від конкретної машини і легко обслуговується, проте її ефективність обмежена масштабами окремої ділянки.

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.І.1.4			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Грамадик А.О.			Розділ 5	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник		Мельник І.В.					80	
Консультант					ОНТУ, ТЗХ-41			
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.						

Центральна аспірація передбачає обслуговування декількох аспіруючих машин одним вентилятором або групою вентиляторів, що підключені до загальної мережі повітропроводів. Така організація дозволяє ефективно видаляти пил із великої кількості технологічного обладнання і зменшувати потребу у встановленні окремих вентиляторів для кожної машини. Центральна аспірація підвищує ефективність використання повітряних потоків, забезпечує економію енергії та полегшує контроль за станом системи, оскільки всі потоки повітря проходять через централізовані очисні пристрої. Різновидом центральної системи є мережі з частковою або повною рециркуляцією повітря, коли очищене повітря після проходження через циклон або фільтр може знову використовуватись у технологічному процесі для охолодження або продування робочих зон, що дозволяє зменшити втрати тепла та енергії.

За схемою очищення повітря аспіраційні мережі поділяють на одно- та двоступеневі. Одноступенева очистка повітря здійснюється або в циклонах, або в фільтрах і дозволяє ефективно видаляти зважені частки пилу певного розміру. В двоступеневих системах повітря спочатку проходить через циклон для видалення крупних домішок і часток пилу, а потім через фільтри, де затримуються дрібніші фракції, що забезпечує більш високий рівень очистки та зменшує навантаження на робочі органи машин і приміщення. Така схема особливо важлива у великих борошномельних підприємствах, де значна кількість повітряних потоків транспортує пил з різних ділянок виробництва і де необхідно підтримувати високий рівень чистоти та безпеки.

В розмельному відділенні сучасного борошномельного заводу, який функціонує на основі пневмотранспорту, аспіраційне обладнання встановлюється на всіх ключових машинах і механізмах, де можливе накопичення пилу. Це включає ситовіальні машини, транспортні механізми, магнітні сепаратори та бункери, які беруть участь у переміщенні та сортуванні зерна або борошна. Вальцові верстати, розсійники та інше обладнання, що підключене до приймальних пристроїв пневмотранспортної

мережі, аспіраційним потоком, як правило, не обслуговується, оскільки пил, що виникає на цих елементах, частково видаляється за рахунок вже інтегрованого повітряного потоку транспортних ліній, а також через конструктивні особливості обладнання, які мінімізують викид пилу в приміщення.

Аспіраційні системи також виконують функцію охолодження продуктів і робочих органів машин. Під час помелу зерна та формування борошна виділяється значна кількість тепла, що може призводити до зміни фізико-хімічних характеристик продукту, наприклад, підвищення вологості, часткового нагрівання білка або крохмалю. Забезпечення проходження продукту через повітряний потік допомагає підтримувати оптимальні умови, знижує ризик локального перегріву та покращує збереження органолептичних властивостей борошна.

Крім технологічного значення, аспірація забезпечує гігієнічні умови виробництва. Видалення пилу з робочого середовища зменшує потенційну присутність мікроорганізмів, покращує якість повітря у приміщенні та сприяє дотриманню санітарних вимог. Регулярне очищення аспіраційних фільтрів і циклонів, а також моніторинг параметрів повітряного потоку дозволяють уникнути накопичення пилу в трубопроводах та запобігти його повторному потраплянню на робочі поверхні, що є критично важливим для забезпечення стабільності виробничого процесу та безпечності готового продукту.

Ефективність аспіраційних систем залежить від правильного проектування мережі, розрахунку швидкості повітря, площі перетину трубопроводів та потужності вентиляторів. Неправильне налаштування може призводити до недостатнього видалення пилу або перевантаження фільтрів, що негативно впливає на якість роботи машин і безпечність праці. У великих підприємствах аспіраційні системи інтегрують у загальну автоматизовану систему контролю, що дозволяє відслідковувати тиск і швидкість повітря, стан фільтрів та забезпечувати своєчасне обслуговування обладнання.

Для аспірації обладнання застосовують всмоктувальні мережі; з одноступеневою очищенням (повітря в циклонах або фільтрах; з одноступеневим очищенням повітря в фільтрах; з двоступеневим очищенням повітря в циклонах і фільтрах. Повітря з машини відсмоктують через приймач-конфузор зі швидкістю 3...4 м/с при транспортуванні зерна: 0,5... 1,5 - при транспортуваних зернових відходів та продуктів розмелу - 2Д..3 м/с. У тих випадках, коли із-за конструктивних особливостей повна герметизація обладнання не може бути виконана, влаштовують відсмоктування у вигляді парасольки зі швидкістю повітря в місці відсмоктування не менше 4...6 м/с.

Основні правила компонування аспіраційних мереж: кількість обладнання, що обслуговується однією мережею, не повинна перевищувати 16 одиниць, в одну мережу бажано компонувати однорідні за технологічним призначенням машини, з однаковим гідравлічним опором і повітрообміном; повітроводи на ділянці «машина - повітроприймальник» рекомендується проектувати вертикально і з мінімальною довжиною горизонтальних ділянок; повітроводи не повинні захаращувати проходи, їх слід прокладати в місцях, доступних для обслуговування при найменшому числі відводів. При виборі пиловідділювачів враховують опір (енергоємність) пиловідділювача, зручність обслуговування, габаритні розміри. Найбільш поширеними пиловідділювачами є циклони, циклони фільтри і фільтри всмоктувальні. В аспіраційних мережах використовують відцентрові вентилятори низького і середнього тиску, розвиваючи тиск відповідно до 1000 Па і до 3000 Па.

Для правильного підбору вентилятора, визначення режиму його роботи і правильного розподілу повітряного потоку по гілках мережі виробляють розрахунок аспіраційних мереж. Користуючись даними схеми аспіраційної мережі, визначають опір на кожній її ділянці, дані для розрахунку записуються у відомість.

Таблиця 5.1 – Характеристика аспіраційних мереж зерноочисного відділення

Обладнання	Поверх	Кількість одиниць обладнання, шт	Об'єм повітря що всмоктується, м ³ /хв		Відомості про пиловідділювач	Відомості про вентилятор
			Від одиниць	загалом		
Аспіраційна мережа №1						
Конвеєр ТСО-20	4	1	3	3	4БЦШ-600	ВЦ-14-46№4
Конвеєр Ш-160	1	1	3	3		
Норія НЗ-5	1	4	5	20		
Дозатор ваговий ДВ-5	4	1	3	3		
Сепаратор зерновий ПСО-0,7	3	1	10	10		
Повітряний сепаратор ВС-500	3	1	30	30		
Каменевідбірник ОМП-3	2	1	40	40		
Оббивна машина МАО-3	1	1	10	10		
Повітряний сепаратор ВС-500	1	1	30	30		
Всього				149		
Аспіраційна мережа №2						
Каскад-1,6	3	2	12	24	УЦ-38-750	ВВТ-3,5/3
Бункер перед І др.с.	2	1	2	2		
Всього				26		
Аспіраційна мережа №3						
Ситовіальна машина Makenas MEPR	3	1	70	70	РЦІ-10,4-16	ВЦ-14-46№3
Всього				70		

Підбірпиловідділювачів проводимо в такій послідовності:

1. Загальний об'єм повітря, що всмоктується :

- для 1 аспіраційної мережі, $Q = 149 \text{ м}^3/\text{хв}$;

- для 2 аспіраційної мережі, $Q = 26 \text{ м}^3/\text{хв}$.

- для 3 аспіраційної мережі, $Q = 70 \text{ м}^3/\text{хв}$

Визначаємо розрахункову площу фільтруючої поверхні рукавів фільтра РЦ, за формулою:

- для аспіраційної мережі №3:

$$F_p = \frac{Q}{q_n} = \frac{70}{8} = 8,7, \text{ м}^2,$$

де q_n - нормативне питоме навантаження на 1 м^2 фільтруючої поверхні рукавів, $q_n = 8 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{хв})$.

РОЗДІЛ 6

ЕНЕРГЕТИЧНЕ ТА МАТЕРІАЛЬНО-РЕСУРСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Темою дипломного проекту є будівництво борошномельного заводу продуктивністю 72 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 споживання електроенергії за формулою:

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.І.1.4			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Граматик А.О.			Розділ 6	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник		Мельник І.В.					86	
Консультант						ОНТУ, ТЗХ-41		
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.						

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

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,

$$M_{РІЧ} = M_{ДОБ} \cdot D_P = 72 \cdot 250 = 18000 \text{ т}, \quad (6.2)$$

тут $M_{ДОБ}$ - добова продуктивність борошна на підприємстві, $M_{ДОБ} = 72$ 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 $P_{ОСВ} = 0,1 \cdot P_P = 0,1 \cdot 180 = 18,0$ 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:

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

де Q_P – розрахункова реактивна потужність приймачів:

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

$\text{detg}\varphi$ – коефіцієнт реактивної потужності, який знаходять по середньозваженому коефіцієнту потужності $\cos\varphi$ підприємства.

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

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

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

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

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 компенсуючи пристроїв.

Таблиця 6.1 – Технічні дані конденсаторних компенсуючи установок

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

Сумарна потужність компенсуючих пристроїв складе:

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

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

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

Тоді:

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

а повна потужність трансформаторної підстанції складе:

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

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 $S_{НОМ}$, кВ·А	Номинальна напряга, кВ		Струм холостого ходу, $I_x\%$	Втрати потужності, кВт		Напряга короткого замикання, $U_K\%$
		Первинне, $U_{НОМ}$	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 борошномельного заводу (рис. 6.1), 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.

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

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

$$= 0,71.$$

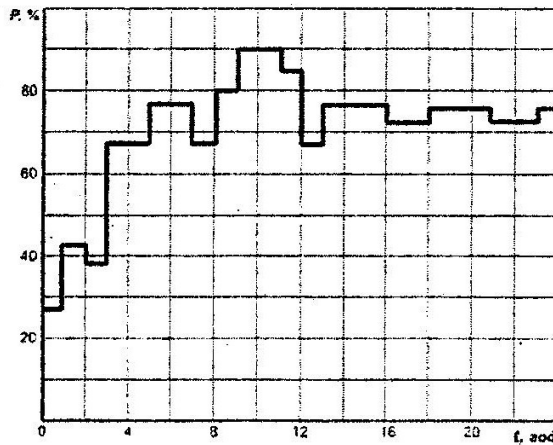


Рис. 6.1 Графік добового навантаження борошномельного заводу.

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:

$$t_M = t_{MI} = 3 \text{ год.}$$

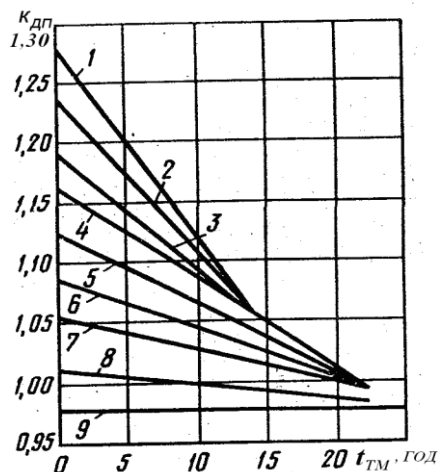


Рис. 7.2 - Графік допустимих перевантажень силових трансформаторів для $K_{ЗТ}$: 1 - 0,60; 2 - 0,65; 3 - 0,70; 4 - 0,75; 5 - 0,80; 6 - 0,85; 7 - 0,90; 8 - 0,95; 9 - 1,00.

За графіком допустимих силових перевантажень силового трансформатора (рис. 7.2), визначаємо коефіцієнт допустимих перевантажень трансформатора:

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

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 160кВ·А до 100кВ·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:

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

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

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

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:

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

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 m 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:

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

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

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:

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

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

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

Тоді

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

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:

$$W_A = (P_P + P_{OCB}) \cdot T_{MAX}, \quad (6.25)$$

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

Вартість електроенергії складає:

$$S_0 = d_0 \cdot W_A, \quad (6.26)$$

де d_0 – тариф на електроенергію, $d_0 = 8,24$ грн/кВт·год.,

тоді $S_0 = 8,24 \cdot 1029600 = 8483904$ 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:

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

- після компенсації реактивної потужності навантаження підприємства:

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

Втрати електроенергії у трансформаторах складають:

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

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

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

$$W'_{TP} = 2 \cdot \Delta P_K \cdot T_{MAX} = 2 \cdot 2,0 \cdot 4550 = 1820 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Витрати електроенергії на освітлення складають:

- для ламп розжарювання:

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

- 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 [4, Дод. 5], $q' = 0,035 \dots 0,06$.

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:

$$\Delta S_0 = d_0 \cdot \Delta W = 1,34 \cdot 65717 = 8806078 \text{ грн.},$$

що складає:

$$\Delta S\% = \frac{\Delta S_0}{S_0} \cdot 100\% = \frac{8806078}{8483904} \cdot 100 = 1,38\%$$

від річної вартості електроенергії $S_0 = 8483904$ грн.

РОЗДІЛ 7

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

Розділ включає такі підрозділи.

7.1. Програма виробничої діяльності.

7.2. Інвестиційні витрати .

7.3. Чисельність працівників та фонд оплати праці.

7.4. Собівартість продукції (витрати по переробці зерна), прибуток і рентабельність.

7.5. Фінансова та економічна оцінка проекту.

7.6 Оцінка ризиків

7.1 Висновки

7.1 Програма виробничої діяльності

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

7.2 Інвестиційні витрати

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

7.3 “Чисельність працівників та фонд оплати праці”

При проектуванні будівництва нового підприємства **чисельність працюючих** визначається таким чином.

Чисельність робітників основного виробництва визначається на підставі нормативів їх чисельності з урахуванням кількості змін на добу – 12 чол.

Розрахунок загальної чисельності працюючих виконується, виходячи з того, що питома вага робітників основного виробництва становить 50 % від

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.І.1.4			
Зм.	7 Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив					Розділ 7	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Мельник І.В.						97	
Консультант	Басюркіна Н.Й.				ОНТУ,			
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.							

загальної чисельності персоналу підприємства, тобто – 12 чол. При цьому, у чисельність працівників основного виробництва не входять робітники відділення розфасовки. На підприємстві передбачається відділення розфасовки, його чисельність дорівнює – 1 чол. і додається до загальної чисельності працюючих після її визначення.

$$\text{Чзаг} = 25 \text{ чол}$$

Фонд оплати праці при будівництві нового підприємства за формулою

$$\text{ФОП} = \text{Змін} * \text{Кспів,сер} * \text{Кпідв} * \text{Ч} (1 + \text{Кдоп}) * \text{N} ,$$

де **Змін** - мінімальна гарантована місячна ставка некваліфікованого робітника у поточному році; 8550 грн

Кспів,сер - середній по підприємству коефіцієнт співвідношення ставок працюючих різних категорій до Змін (приймається на рівні 1,5 - 1,8);

Кпідв - коефіцієнт підвищення тарифних ставок і окладів проти мінімально гарантованих (приймається на рівні 1,2 - 1,5);

Кдоп - коефіцієнт, що враховує доплати (10 - 20 %) та премії (30 - 40 %), приймається на рівні 1,4 - 1,7;

Ч - чисельність працюючих;

N- число місяців праці;

$$\text{ФОП} = 8550 * 1,3 * 1,2 * 1,3 * 25 * 12 : 1000 = 5201,8 \text{ тис грн}$$

Середньомісячну заробітну плату визначають за формулою

$$\text{Зсер} = \frac{\text{ФОП}}{\text{Ч} \times \text{Тміс}} ,$$

де **Ч** – чисельність працюючих, люд.;

Тміс – кількість місяців праці за рік, прийнято 12 місяців.

$$\text{Зсер} = 5201800 / 25 / 12 = 17339,3 \text{ грн}$$

Продуктивність праці визначають діленням обсягів реалізації продукції та послуг на чисельність працівників підприємства.

$$\text{ПП} = 123633870 / 25 = 49453,6 \text{ тис грн/чол.}$$

7.4 Собівартість продукції (витрати на переробку зерна), прибуток і рентабельність

В даному підрозділі визначають: собівартість продукції (зведені витрати на виробництво продукції та послуги по переробці зерна клієнтів), прибуток та рентабельність продукції і виробництва. Для подальших розрахунків показників економічної ефективності також визначають експлуатаційні витрати, які використовують у наступному підрозділі 5 “Фінансова та економічна оцінка проекту”.

Розрахунки собівартості продукції

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

- сировина і основні матеріали;
- допоміжні матеріали;
- паливо;
- енергія;
- основна і додаткова заробітна плата;
- відрахування на соціальні заходи;
- амортизація обладнання;
- інші прямі витрати;
- загальновиробничі витрати;

виробнича собівартість

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

повна собівартість

Повна собівартість переробки зерна клієнтів включає усі вище перелічені статті витрат, крім витрат на сировину та основні матеріали, витрат на збут та проценти за кредит.

Методика визначення витрат за калькуляційними статтями

Витрати на сировину і основні матеріали

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

Вартість зерна (Вз) визначається множенням середньозваженої оптової ціни зерна помольної партії (Цз,с) і витрат на доставку 1 т зерна на підприємство (Тр) на річний обсяг переробки зерна власних ресурсів (Qз,вл), за формулою:

$$Вз = \frac{Цз,с + Тр}{1 + ПДВ} \times Qз,вл$$

$$Вз = \frac{1.02 * 9900 + 100}{1 + 0.2} * 11664 / 1000 = 116667,3 \text{ тис грн}$$

Оптові ціни на зерно, що включається у помольну партію, беруться за даними поточного моніторингу цін товаровиробників.

Витрати на отримання зерна складають 100 – 150 грн за тону зерна.

Допоміжні матеріали

Витрати на допоміжні матеріали визначають, виходячи з того, що на 1 тону переробки зерна витрачається 800,0 грн.

$$Вм = 0,8 * 11664 = 9331,2 \text{ тис грн.}$$

Паливо

Витрати на паливо визначають, виходячи з норм витрат палива, обсягів переробки зерна і ціни палива (газа) за формулою

$$Впал = Цпал \times Нпал,ум \times Кум \times Qз ,$$

де Цпал - ціна натурального палива, грн/т (грн/м³); Ц газ = 10687 грн за 1000м³

Qз - обсяги переробки зерна, т;

Нпал,ум - норма витрат умовного палива, кг/т; = 3 кг

Кум – коефіцієнт переведення умовного палива у натуральне.

Для визначення технологічних потреб Нпал,ум беруть з розрахунків у технологічній частині проекту.

$$В \text{ пал} = 3 * 16200 * 0,88 * 10687 : 1000^2 = 457,1 \text{ тис грн.}$$

Енергія

У дану статтю включають **сумарні витрати на електроенергію та воду**, які використовуються на технологічні потреби.

Витрати на електроенергію визначають за формулою

$$Вел = Тел \times Нел \times Qз \times Кб ,$$

де Тел - тариф за електроенергію, грн/тис квт.год; Тел = 9540 грн

Нел - норма витрат електроенергії на виробництво муки ; 70 квтгод

Qз - обсяг переробки зерна за рік, т;

Кб - загальний вихід борошна, відн. од.

$$Вел = 9,54 * 70 * 11664 * 0,75 / 1000 = 5841,9 \text{ тис грн}$$

Витрати на воду розраховують за формулою

$$Вв = (Тв + Тк \times Кк) \times Нв \times Qз ,$$

де Тв, Тк - тарифи, відповідно, на отримання води та водовідведення її до каналізації, грн/м³;

Кк - коефіцієнт, який визначає співвідношення між обсягами водовідведення і отримання води, відн. один.; дорівнює - 0,9;

Нв - норма витрат води на тонну зерна, яке переробляється, 0,73 м³/т;

Qз - обсяг переробки зерна за рік, т.

Тарифи на електроенергію та воду приймають на рівні, що мають місце у місцевості, відносно якої проводиться проектування нового виробництва.

$$Вв = (9 + 3 * 0,9) * 0,73 * 11664 = 996,3 \text{ тис грн}$$

Витрати енергії (Вен) визначають за формулою

$$Вен = Вел + Вв \quad Вен = 5841,9 + 996,3 = 6838,2 \text{ тис грн}$$

Основна і додаткова заробітна плата

У дану статтю включається фонд основної і додаткової заробітної плати виробничих робітників, які безпосередньо пов'язані з виготовленням продукції (ФОП). Він приймається на рівні 60 - 70% від загального ФОП підприємства (ФОПзаг), який визначають у п. 9.3. Решта ФОП включається у

комплексні статті непрямих витрат (загальновиробничі, адміністративні витрати, витрати на збут).

$$Взп = 0,6 * 5201,8 = 3121 \text{ тис грн}$$

Відрахування на соціальні заходи

Відрахування на соціальні заходи (Єдиний соціальний внесок) визначають за встановленими процентами від величини фонду оплати праці – 22 %

$$Ввідр = 3121 * 0,22 = 686,6 \text{ тис грн}$$

Амортизація обладнання

Амортизаційні відрахування розраховують за формулою

$$A = \text{ОПВФ} \times \frac{Na}{100},$$

де ОПВФ - вартість виробничого обладнання основних промислово – виробничих фондів 4-ої групи— машини та обладнання.

Na - норма амортизаційних відрахувань 4-ої групи фондів (виробничого обладнання), - 20%.

Вартість виробничого обладнання основних промислово – виробничих фондів (4-ої групи) приймається на рівні, який визначають за встановленими відсотками від усієї вартості ОПВФ (Іовф), яку визначають у відповідності до п.2.3 даних методичних вказівок.

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

$$A = 9360 * 0,5 * 0,20 = 936 \text{ тис грн.}$$

Інші прямі витрати – Він,пр

Інші прямі витрати визначають у розмірі 5% від усіх попередніх витрат за виключенням витрат на сировину.

$$\begin{aligned} \text{Вінш} &= 0,05 * (9331,2 + 457,1 + 6838,2 + 3121 + 686,6 + 936) = 0,05 * 21370,1 = \\ &1068,5 \text{ тис грн} \end{aligned}$$

Загальновиробничі витрати

Загальновиробничі витрати визначають у розмірі 10-25% від усіх попередніх витрат за виключенням витрат на сировину.

$$\text{Взаг} = 0,1 * (21370,1 + 1068,5) = 2243,9 \text{ тис грн}$$

Виробнича собівартість

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

Адміністративні витрати, витрати на збут, інші витрати основної діяльності, проценти за кредит

Адміністративні витрати, витрати на збут, інші витрати основної діяльності, проценти за кредит визначають у розмірі, відповідно, 15%, 13%, 2%, 1% від величини виробничої собівартості за виключенням витрат на сировину.

$$\text{Вадм} = 0,15 * 24682,5 = 3702,4 \text{ тис грн}$$

$$\text{Взб} = 0,13 * 24682,5 = 3208,7 \text{ тис грн}$$

$$\text{Вінш} = 0,02 * 24682,5 = 493,7 \text{ тис грн}$$

$$\text{Вкр} = 0,01 * 24682,5 = 246,9 \text{ тис грн}$$

Повна собівартість

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

Результати розрахунків за статтями зводять у таблиці 7.1

Таблиця 7.1 – Розрахунок зведених витрат на виробництво продукції і послуги з переробки зерна клієнтів

Статті витрат	Сума витрат, тис.грн
Сировина і основні матеріали	116667,3
Допоміжні матеріали	9331,2
Паливо	457,1
Енергія	6838,2
Основна і додаткова заробітна плата	3121
Відрахування на соціальні заходи	686,6
Амортизація обладнання	936
Інші прями витрати 5%	1068,5
Загальновиробничі витрати 15%	2243,9
Виробнича собівартість	141349,8
<i>Адміністративні витрати 20%</i>	3702,4
Витрати на збут	3208,7
Інші витрати основної діяльності	493,7
Проценти за кредит	246,9
Повна собівартість	149001,5
у т.ч. експлуатаційні витрати	147711

$$A_{заг} = A_{обл} + A_{ін} = 936 + 355 = 1291 \text{ тис грн.}$$

Розрахунок інших амортизаційних відрахувань здійснюють за формулою

$$A_{ін} = \sum_i \text{ОПВФі} \times \frac{Na,i}{100},$$

де **ОПВФі** - вартість основних промислово-виробничих фондів і-ої групи;

Na,i – норма амортизаційних відрахувань і-ої групи фондів: третьої групи (будівлі) - 5 %,

$$A_{соор} = 9\,360 * 0,3 * 0,05 = 140 \text{ тис грн}$$

п'ятої групи (швидкозношуване устаткування – автомобілі) – 20%,

$$A_2 = 9360 * 0,07 * 0,2 = 131 \text{ тис грн}$$

четвертої групи (основне технологічне устаткування) - 20 %,

$$A_3 = 9360 * 0,02 * 0,20 = 37 \text{ тис грн}$$

четвертої групи (в т.ч. електронні пристрої) – 50%.

$$A4 = 9360 * 0,01 * 0,5 = 47 \text{ тис грн.}$$

$$A_{\text{інш}} = 140 + 131 + 37 + 47 = 355 \text{ тис грн}$$

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

$$\text{Векс} = \text{Спов} - \text{Азаг}$$

$$\text{Векс} = 149001,5 - 1291 = 147711 \text{ тис грн}$$

Прибуток визначають як різницю між обсягами реалізації продукції та послуг.

$$\Pi = \text{РП} - \text{Спов}; \Pi = 123633870 - 149001,5 = 123484869 \text{ тис грн.}$$

Рентабельність продукції та послуг по переробці зерна клієнтів визначають діленням прибутку на повну собівартість продукції та послуг (повну собівартість).

$$R_{\text{пр}} = (\Pi / C) * 100$$

$$R_{\text{пр}} = (123484869 / 1490015000) * 100 = 8,2 \%$$

Рентабельність виробництва визначають діленням прибутку на суму вартості ОПВФ та оборотних коштів.

$$R_{\text{пр-ва}} = [\Pi / (\text{ОПФ} + \text{ОС})] * 100$$

$$R_{\text{пр-ва}} = (123484869 * 100 / (9300 + 3000)) = 34 \%$$

7.5 Фінансова та економічна оцінка проекту

Загальні положення

В цьому підрозділі проводять розрахунки: прибутку від впровадження заходів інвестиційного проекту, податку на прибуток, вільних грошових коштів підприємства, графіка повернення кредитів і сплати процентів по кредитах, строків повернення кредитів, строків окупності інвестицій та чистої приведеної вартості 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, яку використовують при розрахунках ЧПВ, приймають на рівні 0,20 (така ставка рекомендується Британським інвестиційним банком “Вега Інтернейшнл Кепітал” для первинної оцінки проектів в Україні).

2) Акциз і експортне мито відсутні.

3) Продаж проекту не передбачається.

4) Для економічної оцінки проекту приймають період (Т) до 6 років (в залежності від співвідношення – І/П), починаючи з року початку реалізації заходів проекту. Період Т визначають за допомогою емпіричної формули

$$T = \frac{I}{P} \times 1,5 + 1 = (13083387 / 123484869) \times 1,5 + 1 = 1,5 \text{ роки}$$

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

Для кредитування інвестицій приймають такі умови.

1) Процентна ставка по кредиту 20 % за рік.

2) Усі вільні кошти прибутку йдуть на погашення кредиту.

Розрахунок прибутку, податків і вільних грошових коштів проводять у таб.7.2

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

Показники	Роки		
	1	2	3
Надходження коштів	98787895	123484869	123484869
Експлуатаційні витрати	125554,4	147711	147711
Амортизаційні відрахування	1291	1291	1291
Проценти за кредит	1046671	886583,38	-
Балансовий прибуток	97614379	122449284	123335867
Податок на прибуток 18 %	17570588	22040871,1	22200456
Чистий прибуток	8004379,1	100408413	101135411
Чистий прибуток, що залишається на підприємстві	-	95975496,11	101135411
Вільні грошові кошти	80045082	100409704	101136702

В перший рік обсяг надходження коштів беруть на рівні 80% від максимального рівня 98787895 (**123484869*0.8**) тис грн., експлуатаційні витрати - на рівні 80% від максимального рівня 125554,4 (**147711*0,85**) тис грн.

Сплату процентів за кредит визначають за прийнятим процентом від суми боргу на початок відповідного року.

$$\text{Пк1} = 5233354,8 * 0,20 = 1046671 \text{ тис грн.}$$

Балансовий прибуток визначають як різницю між надходженням коштів і сумою експлуатаційних витрат, амортизаційних відрахувань та процентів за кредит.

$$\text{Пб1} = 98787895 - 125554,4 - 1291 - 1046671 = 97614379 \text{ тис грн.}$$

Податок на прибуток беруть у розмірі 18 % від балансового прибутку.

$$\text{Пп1} = 97614379 * 0,18 = 17570588 \text{ тис грн.}$$

Чистий прибуток визначають як різницю між балансовим прибутком і сумою податку на прибуток за формулою

$$\text{Пч1} = \text{Пб1} - \text{Пп1}$$

$$\text{Пч1} = 97614379 - 17570588 = 800437,91 \text{ тис грн.}$$

і він піде на погашення кредиту у першому році.

Залишок кредиту на другий рік дорівнює

$$\text{Кзал,2} = 5233354,8 - 800437,91 = 4432916,89 \text{ тис грн.}$$

Вільні грошові кошти визначають як суму чистого прибутку та амортизаційних відрахувань.

$$\text{ВКГ,1} = 80043791 + 1291 = 80045082 \text{ тис грн.}$$

2 рік

Сплату процентів за кредит визначають за прийнятим процентом від суми боргу на початок відповідного року.

$$\text{Пк2} = 4432916,89 * 0,20 = 886583,38 \text{ тис грн.}$$

Балансовий прибуток визначають як різницю між надходженням коштів і сумою експлуатаційних витрат, амортизаційних відрахувань та процентів за кредит.

$$\text{Пб2} = 123484869 - 147711 - 1291 - 886583,38 = 122449284 \text{ тис грн.}$$

Податок на прибуток беруть у розмірі 18 % від балансового прибутку.

$$\text{Пп1} = 122449284 * 0,18 = 22040871,1 \text{ тис грн.}$$

Чистий прибуток визначають як різницю між балансовим прибутком і сумою податку на прибуток за формулою

$$\text{Пч1} = \text{Пб1} - \text{Пп1}$$

$$\text{Пч1} = 122449284 - 22040871,1 = 100408413 \text{ тис грн.}$$

і він піде на погашення кредиту у першому році.

Залишок кредиту на другий рік дорівнює

$$\text{Кзал,2} = 4432916,89 - 100408413 = +95975496,11 \text{ тис грн.}$$

Вільні грошові кошти визначають як суму чистого прибутку та амортизаційних відрахувань.

$$\text{ВКГ,1} = 100408413 + 1291 = 100409704 \text{ тис грн.}$$

3 рік

Балансовий прибуток визначають як різницю між надходженням коштів і сумою експлуатаційних витрат, амортизаційних відрахувань та процентів за кредит.

$$\text{Пб1} = 123484869 - 147711 - 1291 = 123335867 \text{ тис грн.}$$

Податок на прибуток беруть у розмірі 18 % від балансового прибутку.

$$\text{Пп1} = 123335867 * 0,18 = 22200456 \text{ тис грн.}$$

Чистий прибуток визначають як різницю між балансовим прибутком і сумою податку на прибуток за формулою

$$\text{Пч1} = \text{Пб1} - \text{Пп1}$$

$$\text{Пч1} = 123335867 - 22200456 = 101135411 \text{ тис грн.}$$

і він піде на погашення кредиту у першому році.

Вільні грошові кошти визначають як суму чистого прибутку та амортизаційних відрахувань.

$$\text{ВКГ,1} = 101135411 + 1291 = 101136702 \text{ тис грн.}$$

Складання графіка повернення кредиту і процентів по кредиту

Графік повернення кредиту і сплати процентів по кредиту складають у вигляді таблиці на підставі розрахунків, наведених у таблиці 7.3

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

Показники	Роки	
	1	2
Борг на початок року	5233354,8	4432916,89
Погашення кредиту	800437,91	4432916,89
Борг на кінець року	-	-
Проценти за кредит	1046671	886583,38

Строк повернення кредиту дорівнює

$$T_{п.к} = 1 + 4432916,89 / 8004379,1 = 1,55 \text{ року}$$

Розрахунок чистої приведеної вартості та строку окупності інвестиційного проекту

здійснюється за допомогою таблиці 7.4

Таблиця 7.4 – Розрахунок чистої приведеної вартості та строку окупності проекту

Показники	Роки		
	1	2	3
i	1,2	1,44	1,73
$(1 + 0,2)^i$			
Вільні грошові кошти, тис грн	80045082	100409704	101136702
Дисконтована величина вільних грошових коштів, тис грн	66704235	69728961,1	58460521,4
Чиста приведена вартість проекту, тис грн	-124163446,5	-23753742,5	+347067,7

Дисконтовану величину вільних грошових коштів ($K_{дис,i}$) визначають діленням суми вільних грошових коштів на відповідний показник дисконтування - $(1 + 0,2)^i$.

Чисту приведену вартість проекту (накопичену суму дисконтованих величин вільних грошових коштів за вирахуванням інвестицій) розраховують за формулою

$$ЧПVi = K_{дис,i} - ЧПVi-1,$$

де $ЧПVi-1$, $ЧПVi$ - накопичена чиста приведена вартість проекту, відповідно, у попередньому і поточному (i-ому) році, тис.грн; на початок першого року $ЧПVi-1$ дорівнює сумі інвестицій (- I);

$K_{дис,i}$ - дисконтована величина вільних грошових коштів у поточному (i-ому) році, тис.грн.

Наведена формула є модернізацією відомої класичної формули визначення чистої приведеної вартості проекту

$$ЧПВ = \sum_{i=1}^T \frac{Ki}{(1+d)^i} - I,$$

де i - поточний рік з моменту початку здійснення інвестицій;
 T - термін, за який проводиться фінансова оцінка проекту, роки;

K_i - вільні грошові кошти у i -ому році;

I - сума інвестицій проекту;

d - ставка дисконтування.

1-й рік $ЧПВ1 = 667042350 - 13083387 = -124163446,5$ тис грн

2-й рік $ЧПВ2 = 69728961,1 - 124163446,5 = -23753742,5$ тис грн

3-й рік $ЧПВ3 = 58460521,4 - 23753742,5 = +347067,7$ тис грн

Строк окупності інвестицій – 3,4 року

$Ток = 3 + (23753742,5 / 58460521,4) = 3,4$ року

7.6 Оцінка і профілактика ризиків.

Усі ризики можна розподілити на такі групи:

- * ризики, що пов'язані із загальною політичною та економічною ситуацією в країні (політична нестабільність, діюча та майбутня правова база для інвестицій, перспективи економіки в цілому, фінансова нестабільність);
- * ризики періоду проектування та будівництва, які пов'язані із зростанням строків проектування і будівництва, несвоєчасним введенням у дію виробничих потужностей, невідповідністю проектного кошторису і вартості будівництва розрахунковій сумі інвестицій;
- * ризики експлуатаційного періоду - виробничі та ринкові (виробничі ризики пов'язані з підвищенням поточних витрат та зривом графіку постачання сировини; ринкові ризики пов'язані з втратою позицій на ринку та погіршенням якості продукції

Висновки

Основні економічні показники діяльності підприємства представлені у табл. 7.5

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

Показники	Розмірність	Значення показників
1	2	3
1. Добова потужність підприємства	тонн	72
2. Обсяги переробки зерна, в т.ч.	тонн	19440
власних ресурсів		11664
ресурсів клієнтів		7776
3. Обсяг продаж (реалізації)	тис грн	123633870
4. Виробництво продукції з власних ресурсів	% тонн	75 8748
5. Повна собівартість	тис грн	149001,5
6. Прибуток	тис грн	123484869
7. Чисельність працівників	люди	25
8. Фонд оплати праці	тис грн	5201,8
9. Середньомісячна заробітна плата	грн	17339,3
10. Продуктивність праці	тис грн/люди	49453,6
13. Рентабельність продукції та послуг	%	8,2
14. Рентабельність виробництва	%	34
15. Інвестиції	тис грн	13083387
16. Кредит на будівництво підприємства	тис грн	5233354,8
17. Термін повернення кредиту	років	1,55
18. Термін окупності інвестицій	років	3,4
19. Чиста приведена вартість проекту на кінець 3... року	тис грн	347067,7

Висновки: Будівництво борошномельного заводу малої потужністю 72 т/добу у Одеській області технічно можливо та економічно ефективно. Інвестиції у розмірі 13 083,387 тис грн окупаються 3,4 роки. Кредит у розмірі 5233354,8 грн буде повернутий за 1,55 років. Чиста приведена вартість проекту на кінець 4-го року складе 347067,7 грн.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Розробка проекту борошномельного заводу з метою випуску борошна для конкретних технологічних потреб в Україні обумовлена необхідністю забезпечення промислових виробництв високоякісною сировиною з стабільними показниками якості, що відповідають заданим технологічним параметрам. Сучасні харчові і переробні підприємства висувають підвищені вимоги до характеристик борошняної продукції, таких як крупність, вміст білка, кількість та якість клейковини, зольність, реологічні властивості, які безпосередньо впливають на технологічний процес подальшого використання борошна. В Україні спостерігається зростання попиту на борошно спеціального призначення для хлібопекарського, кондитерського і іншого технологічного застосування, що зумовлено розвитком харчової промисловості та зростанням вимог до якості продукції. Виробництво такої продукції на базі сучасного борошномельного підприємства з використанням високопродуктивного обладнання і контролю якості відкриває можливості стабільного забезпечення технологічних циклів підприємств. Наявність в Україні підприємства з виробництва борошна з регламентованими якісними параметрами дозволяє зменшити залежність від імпорту аналогічної продукції з відмінними технічними характеристиками, створює передумови для вдосконалення системи управління якістю на всіх етапах ланцюга постачання зерна і виробництва борошна.

У кваліфікаційній роботі проведено техніко-економічне обґрунтування проекту, яке включає розрахунок економічної ефективності та оцінку витрат на реалізацію підприємства, визначення основних фінансових показників і обґрунтування доцільності інвестицій. Надано загальну характеристику генерального плану підприємства, зокрема

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.І.1.4					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ					
Розробив	Грамастик А.О.							Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Мельник І.В.								113	
Консультант								ОНТУ, ТЗХ-41		
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.									

організацію території, розміщення виробничих і допоміжних приміщень, а також архітектурно-будівельні рішення щодо облаштування будівель і споруд підприємства для забезпечення ефективної роботи виробництва. Визначено асортимент борошна, яке виробляється в країнах Європейського Союзу, з акцентом на основні види борошна, що використовуються для виробництва хліба, кондитерських виробів та інших продуктів харчування. Проаналізовано та визначено відмінності між українським хлібопекарним борошном вищого та першого ґатунків і борошном цільового призначення, зокрема за їх технологічними властивостями та сферою застосування в харчовій промисловості. Проведено аналіз та обґрунтування схеми технологічного процесу для виробництва хлібопекарського борошна вищого та першого ґатунків, а також відбору борошна для кондитерських виробів і печива, враховуючи специфіку кожного виду борошна. Здійснено вибір, розрахунок і підбір технологічного обладнання, необхідного для реалізації технологічного процесу. Зроблено розрахунок енергетичного та матеріально-ресурсного забезпечення для реалізації проєкту, зокрема потреби в електроенергії, воді, газі та інших ресурсах, необхідних для стабільної роботи підприємства. Крім того, проведено техніко-економічні розрахунки, які включають оцінку вартості виробництва, термінів окупності проєкту, а також інших показників ефективності підприємства.

Будівництво борошномельного заводу малої потужністю 72 т/добу у Одеській області технічно можливо та економічно ефективно. Інвестиції у розмірі 13 083,387 тис грн окупаються 3,4 роки. Кредит у розмірі 5233354,8 грн буде повернутий за 1,55 років. Чиста приведена вартість проєкту на кінець 4-го року складе 347067,7 грн.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Правила організації і ведення технологічного процесу на борошномельних заводах. – К., 1998. 145с.
2. Zhygunov, D. Application of the Mixolab as a tool for the flour assortment expansion [Текст] / D. Zhygunov, O. Voloshenko, I. Broslavtseva // Proceeding of The Second North and East European Congress on Food «NEEFood – 2013», 26-29 May 2013г. – Kyiv: 2013. – P.148.
3. Huebner, F.R. Some rheological properties of crude gluten mixed in the farinograph [Текст] / F.R. Huebner, I.S. Wall // Cereal Chemistry. – 1976. – vol.53, №2. – P.258-269.
4. Wrigley, C.W. Association of glutenin subunits with gliadin composition [Текст] / C.W. Wrigley, G.J. Lawrence, K.W. Shepherd // Australian Journal of Plant Physiology. – 1982. – vol.9, №1. – P.15-30.
5. Popineau, X. A study of the relationship between viscoelastic properties and the chemical nature of wheat gluten and glutenin [Текст] / X. Popineau, F.J. Pineau // Cereal Science. – 1987. – vol.5, №2. – P.215-231.
6. Baik, B. Characteristics of noodles and bread prepared from double-null partial waxy wheat [Текст] / B. Baik [et al.] // Cereal Chemistry. – 2003. – vol.80, №5. – P.627-633.
7. Noda, T. Relationship between physicochemical properties of starches and white salted noodle quality in Japanese wheat flours [Текст] / T. Noda // Cereal Chemistry. – 2001. – vol.78, №4. – P.395-399.
8. Maghirang, E.B. Comparison of Quality Characteristics and Breadmaking Functionality of Hard Red Winter and Hard Red Spring Wheat [Текст] / E.B. Maghirang, G.L. Lookhart, S.R. Bean // Cereal Chemistry. – 2008. – vol.83, №5. – P.520-528.
9. Жигунов, Д. О., Ковальова, В. П., & Жиронкіна, Д. С. (2017). Аналіз якості борошна з різних регіонів України. Наукові праці [Одеської національної академії харчових технологій], (81, Вип. 2), 35-43.

10. Жигунов, Д. О., Волошенко, О. С., & Хоренжий, Н. В. (2018). Порівняльне дослідження показників якості цільнозернового пшеничного та спельтового борошна вітчизняного виробництва. *Зернові продукти і комбікорми*, (18, № 3), 15-20.

11. Жигунов, Д. О., Волошенко, О. С., & Хоренжий, Н. В. (2018). Коригування пшеничного борошна із незадовільними хлібопекарськими властивостями. *Наукові праці [Одеської національної академії харчових технологій]*, (82, Вип. 2), 23-29.

12. Жигунов, Д. О., & Барковська, Ю. С. (2022). ОЦІНКА ПОТЕНЦІАЛУ ПШЕНИЦІ З ГЕНОМ GPC-V1 ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЗАМОРОЖЕНИХ БОРОШНЯНИХ ВИРОБІВ. *ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ*, 61.

13. Ковальчук, А. О., Бельцова, Я. С., Жигунов, Д. О., & Волошенко, О. С. (2022, October). Сучасні методи експертизи якості зерна і борошна. In *The 10 th International scientific and practical conference “Eurasian scientific discussions”*(October 23-25, 2022) Barca Academy Publishing, Barcelona, Spain. 2022. 474 p. (p. 136).

14. Ковтун, А. В., Жигунов, Д. О., & Волошенко, О. С. (2022, November). СТАБІЛІЗАЦІЯ ЯКОСТІ ПШЕНИЧНОГО СОРТОВОГО БОРОШНА. In *The 2 nd International scientific and practical conference “Progressive research in the modern world”*(November 2-4, 2022) VoScience Publisher, Boston, USA. 2022. 666 p. (p. 126).

15. Михонік, Л. А., Черкас, І. О., Ситниченко, Т. О., Лебеденко, Т. Є., & Хомич, Г. П. (2024). Дослідження технологічних властивостей різних видів пшеничного цільнозернового борошна.

16. Гетьман, І. А., Михонік, Л. А., & Кухаренко, І. О. (2020). Дослідження вуглеводно-амілазного комплексу борошна круп'яних культур і його сумішей з пшеничним.

17. Моргун, В. О., Жигунов, Д. О., & Давидов, Р. С. (2010). 48415 Спосіб виробництва сортового пшеничного борошна.

18. Жигунов, Д. О., & Ковальов, М. О. (2012). 74627 Спосіб виробництва сортового борошна пшеничного.

19. Науменко, О., Богдан, Г., Бела, Н., Полонська, Т., & Гетьман, І. (2020). Шляхи покращення хлібопекарських властивостей борошна. Продовольчі ресурси, 8(15), 151-157.

20. Жигунов, Д. О., Ковальова, В. П., & Жиронкіна, Д. С. (2017). Використання α -амілази для покращення хлібопекарських властивостей борошна.

21. Іоргачова, К.Г. Обґрунтування вибору груп борошняних кондитерських виробів для використання борошна з м'якозерної пшениці [Текст] / К.Г. Іоргачова Вовченко О.М. // Зернові продукти і комбікорми. – 2012. – №3. – С.25-30.

22. Рибалка, О. М'якозерні пшениці як сировина для кондитерської промисловості [Текст] / О. Рибалка Блажнівська В. // Пропозиція. – 2001. – №. – С.38-39.

23. Рибалка, О. У цивілізованому світі добре розуміють харчову цінність натуральних продуктів здорового харчування [Текст] / О. Рибалка // Зерно і хліб. – 2011. – №1. – С.13-19.

24. Дробот, В.І. Поліпшення якості борошна із слабкою клейковиною на борошномельних підприємствах [Текст] / В.І. Дробот, Н.І. Савчук, О.В. Чагаров. – : 2001. – 49-50с.

25. Гунько, С.М. Використання поліпшувачів для пшеничного борошна при виготовленні хліба [Текст] / С.М. Гунько // Науковий вісник НУБіП України. – 2010. – 149, №3. – С.1-4.

26. Мерко, І.Т. Наукові основи і технологія переробки зерна [Текст] / І.Т. Мерко, В.О. Моргун. – Одеса: Друк, 2001. – 348с.

27. Dubat, A. Le mixolab Profiler: un outil complet pour le controle qualite des bles et des farines [Текст] / A. Dubat // Industries des Cereales. – 2009. – vol.161, №11. – P.1-26.

28. Рибалка, О.І. МІКСОЛАБ - інноваційний інструмент для комплексної оцінки хлібопекарської якості борошна [Текст] / О.І. Рибалка, О.О. Плевс // Хранение и переработка зерна. – 2010. – №1. – С.33-35.

29. Cauvian, S. Technology of breadmaking [Текст] / S. Cauvian, L. Young. – Padstow: Thomson Publishing, 1998. – 398p.

30. Рибалка, О. Привертаємо ще раз увагу до реального співвідношення між індексом деформації клейковини ІДК та показником седиментації SDS-30 [Текст] / О. Рибалка, М. Червоніс, Л. Лифенко // Зерно і хліб. – 2008. – №3. – С.26-29.