

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 підприємств з переробки жита у борошно продуктивністю 60 т/доб»
(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)

Здобувача Скопи О.С.
(прізвище, ініціали)

Керівник: ст.викл. Ковальов М.О.
(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 ПРІЗВИЩЕ)

Одеса – 2026 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

Кафедра Технології зернових продуктів, хліба і кондитерських виробів

Ступінь вищої освіти «Бакалавр»

Спеціальність 181 «Харчові Технології»

Освітня програма Технології зберігання і переробки зерна

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ТЗПХіКВ

Дмитро ЖИГУНОВ

«_____» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Скопи Олександра Сергійовича

1.Тема роботи _____Проект підприємств з переробки жита у борошно
продуктивністю 60 т/доб _____

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

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи «01» 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 очищення і підготовки зерна жита, схема
технологічного процесу здрібнювання, баланс помелу, 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 _____ Ковальов М.О.

Завдання прийняв до виконання _____ Скопа О.С.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач вищої освіти _____ Скопа О.С.

Керівник _____ Ковальов М.О.

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

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

Здобувач-вищої освіти Скопа О.С.
(ПІБ)

(підпис)

АНОТАЦІЯ

на кваліфікаційну роботу на тему
«Проект підприємств з переробки жита у борошно продуктивністю 60 т/доб»

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

Актуальність теми: Актуальність проектування підприємства з переробки жита у борошно продуктивністю 60 т/добу зумовлена необхідністю стабільного забезпечення харчової промисловості сировиною з високими споживчими та технологічними властивостями. Жито характеризується підвищеним вмістом харчових волокон, мінеральних речовин і біологічно активних компонентів, що визначає його значення у виробництві продуктів функціонального призначення та формує сталий попит на житнє борошно.

У сучасних умовах спостерігається тенденція до розширення асортименту житніх хлібобулочних виробів, що потребує вдосконалення технологій переробки зерна та створення підприємств середньої продуктивності, здатних ефективно працювати в регіональних виробничих системах. Потужність 60 т/добу забезпечує оптимальне поєднання економічної доцільності та гнучкості виробництва, що дозволяє адаптуватися до коливань сировинної бази та ринкового попиту.

Основні особливості роботи: У кваліфікаційній роботі виконано комплексне проектування підприємства з переробки жита у борошно продуктивністю 60 т/добу з урахуванням сучасних вимог до технологічної ефективності, ресурсозбереження та організації виробничих процесів. У межах техніко-економічного обґрунтування підтверджено доцільність створення підприємства заданої продуктивності з позицій раціонального використання сировини, енергетичних ресурсів і виробничих площ.

Надано характеристику генерального плану та розроблено архітектурно-будівельні рішення, що забезпечують логічну послідовність виробничих потоків, санітарно-гігієнічні вимоги та ефективну експлуатацію будівель і споруд. Проаналізовано хімічний склад жита та житнього борошна з позицій їх впливу на перебіг технологічних операцій та формування якості готової продукції.

Обґрунтовано вибір технологічної схеми переробки жита у борошно, яка забезпечує стабільність технологічного процесу, високий вихід продукції та необхідні показники якості. Проведено підбір і розрахунок технологічного обладнання з урахуванням заданої продуктивності, що

дозволяє забезпечити безперервність виробництва та оптимальні режими роботи машин і апаратів.

Виконано обґрунтування систем аспірації, спрямованих на зниження запиленості виробничих приміщень, підвищення вибухопожежної безпеки та покращення умов праці. Розраховано енергетичне та матеріально-ресурсне забезпечення підприємства, що підтверджує збалансованість витрат та ефективність використання ресурсів.

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 103 сторінках. Графічна частина включає 5 листів.

Висновок: Будівництво заводу з переробки жита в борошно потужністю 60 т/добу є технічно можливо та економічно ефективним. Інвестиції у розмірі 13315177,5 грн окупаються за 2,3 роки. Кредит у розмірі 62581334 грн буде повернутий за 1,8 років. Чиста приведена вартість проекту на кінець 3-го року складе 409029483,96 грн.

Ключові слова: жито, металоконструкція, технологічний процес, борошно.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	4
ЗМІСТ	6
ВСТУП	7
1. РОЗДІЛ 1 СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ	9
2. РОЗДІЛ 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ	14
3. РОЗДІЛ 3 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ’ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА.....	22
3.1 Загальна характеристика генерального плану підприємства.....	22
3.2 . Архітектурно-будівельні рішення	29
4. РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	36
4.1 Наукове обґрунтування.....	36
4.2 Вимоги до показників якості сировини та розрахунок помельної партії	42
4.3 Обґрунтування схеми технологічного процесу	45
4.4 Розрахунок балансу помелу зерна	47
4.5 Підбір та розрахунок технологічного обладнання	50
4.6 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва. Застосування системи НАССР	55
4.7 Охорона праці.....	62
5. РОЗДІЛ 5 СПЕЦІАЛЬНІ РОЗРАХУНКИ.....	70
6. РОЗДІЛ 6 ЕНЕРГЕТИЧНЕ ТА МАТЕРІАЛЬНО-РЕСУРСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	73
7. РОЗДІЛ 7 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	86
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	98
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	100

ВСТУП

Борошномельна промисловість України є важливим елементом агропромислового комплексу країни, який забезпечує виробництво продуктів харчування на національному рівні та є складовою частиною ланцюга переробки зерна. За останні десятиліття вона пройшла значні структурні трансформації, пов'язані зі змінами у сировинній базі, модернізацією обладнання та інтеграцією нових технологічних підходів у виробничі процеси. Структура борошномельних підприємств включає як великі промислові комплекси, так і середні та дрібні підприємства, що функціонують на регіональному рівні. Незважаючи на загальну тенденцію до зменшення кількості великих державних підприємств, відбувається зростання кількості приватних виробників з відносно невеликою потужністю, що забезпечує гнучкість системи та здатність реагувати на попит.

Структура борошномельної промисловості характеризується значною концентрацією виробничих потужностей у кількох ключових регіонах країни, що визначає географічні центри виробництва та переробки зерна. Ця концентрація зумовлює спеціалізацію окремих підприємств, які забезпечують стабільне постачання продукту до внутрішніх і зовнішніх споживачів.

В умовах глобалізації ринку борошномельна промисловість України залишається стратегічно важливим сектором, що забезпечує внутрішню продовольчу безпеку та підтримку суміжних галузей, таких як хлібопекарська та кондитерська промисловість. Система підприємств демонструє здатність до адаптації, інтеграції сучасних технологій управління виробництвом, а також до масштабування потужностей відповідно до ринкових потреб.

Необхідність створення підприємств з переробки жита продуктивністю 60 т/доб визначається сучасним станом зернопереробної промисловості та структурними потребами внутрішнього ринку. Жито, як культура, що відрізняється високою адаптивністю до регіональних умов вирощування, продовжує відігравати значну роль у виробництві борошна,

яке використовується у хлібопекарській промисловості. З огляду на специфіку галузі, забезпечення стабільного постачання жита на промислові підприємства стає критично важливим завданням для підтримки рівня національного продовольчого забезпечення.

Проект підприємств на 60 т/доб відповідає сучасним тенденціям розвитку середніх за потужністю виробництв, здатних оперативно інтегруватися в регіональні ланцюги переробки зерна. Його введення дозволяє забезпечити рівень переробки, який оптимально поєднує масштаб продукції та ефективність логістичних процесів. Актуальність такого підприємства проявляється через здатність задовольняти локальні потреби у борошні з жита, мінімізуючи втрати при транспортуванні та підвищуючи стабільність постачання для суміжних секторів промисловості.

Крім того, підприємство продуктивністю 60 т/доб забезпечує можливість гнучкого управління виробничими потоками, що є необхідним для адаптації до змін попиту на борошно та для підтримки безперервності виробничих процесів. Його інтеграція у систему переробки зерна дозволяє збільшити загальну потужність галузі, що є особливо важливим у регіонах із високим рівнем виробництва жита.

Важливим фактором є також роль проєкту у диверсифікації переробних потужностей. Розподіл підприємств середньої потужності сприяє зниженню концентраційних ризиків, підвищенню адаптивності системи та можливості своєчасного реагування на регіональні зміни в обсягах поставок сировини.

Проект сприяє підвищенню стабільності виробничого ланцюга на загальнодержавному рівні. Продуктивність 60 т/доб дозволяє забезпечувати безперервний потік борошна з жита до промислових споживачів, що зменшує залежність від сезонних коливань обсягів зерна та забезпечує постійний рівень виробництва борошняної продукції.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

Борошномельна промисловість України, як складова агропромислового комплексу, залишається важливою для забезпечення продовольчої безпеки країни та стабільного функціонування суміжних секторів. Протягом останніх десятиліть галузь зазнала значних змін, пов'язаних зі структурними трансформаціями, модернізацією підприємств та інтеграцією нових технологій виробництва. Незважаючи на позитивні тенденції, на рівень стабільності та ефективності виробництва продовжують впливати численні проблемні чинники, що потребують системного наукового аналізу.

Однією з ключових проблем є концентрація виробничих потужностей у певних регіонах, що обмежує рівномірність постачання продукції та збільшує логістичні витрати у віддалених зонах. Це створює ризики для безперервності виробничих процесів та знижує загальну стабільність ланцюгів постачання борошна. Аналіз структури галузі показує, що регіональна диспропорція у потужностях підприємств супроводжується неоднорідністю доступу до сировини та потребує обґрунтованих підходів до оптимізації розташування і потужності виробничих одиниць.

Додатковою проблемою є недостатня інтеграція середніх і малих підприємств у загальну структуру переробки зерна. Велика частина продукції зосереджена на великих промислових підприємствах, що підвищує концентраційні ризики та зменшує адаптивність галузі до сезонних та регіональних коливань. Відсутність оптимальної структури потужностей сприяє виникненню критичних вузлів у виробничих потоках, що негативно відображається на рівні стабільності та ефективності системи.

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.ІІ.2.6			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Скопа О.С.			Розділ 1	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник		Ковальов М.О.					9	
						ОНТУ, ЗТЗ-41а		
Консультант								
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.						

Ще одним проблемним чинником є застаріле обладнання та часткове використання сучасних технологічних рішень на ряді підприємств. Хоча значна частина промислових комплексів пройшла модернізацію, залишається обмежена кількість підприємств, здатних ефективно впроваджувати сучасні підходи управління виробництвом. Це призводить до зниження продуктивності, нестабільності обсягів виробництва та підвищеного рівня втрат продукції.

Перспективи вирішення зазначених проблем у борошномельній галузі України передбачають комплексний підхід, заснований на впровадженні середніх і малих підприємств в єдину виробничу систему та оптимізації їх розташування з урахуванням регіональних особливостей. Створення середніх підприємств продуктивністю близько 60 т/доб дозволяє забезпечити баланс між масштабом виробництва та здатністю оперативно реагувати на зміни у постачанні сировини. Такий підхід забезпечує більш рівномірний розподіл продукції та підвищує гнучкість галузі.

Впровадження середніх за потужністю борошномельних підприємств в загальну систему дозволяє підвищити адаптивність галузі, мінімізуючи ризики, пов'язані з сезонними коливаннями обсягів зерна та концентрацією виробництва. Це створює умови для стабільного функціонування підприємств, зниження логістичних навантажень та оптимізації розподілу продукції між регіонами. Така стратегія є ефективним інструментом стабілізації виробничих потоків на загальнодержавному рівні.

Важливим напрямом є впровадження науково обґрунтованих моделей оптимізації виробничих процесів та логістичних потоків. Це передбачає системну оцінку взаємодії великих, середніх і малих підприємств, визначення критичних точок у ланцюгах переробки та розробку рекомендацій щодо балансування потужностей.

Крім того, перспективним є підвищення рівня адаптивності підприємств до змінних умов постачання зерна. Використання середніх підприємств у структурі галузі забезпечує можливість своєчасного

перенаправлення потоків продукції, зменшення концентраційних ризиків і підтримку стабільності виробничих процесів.

Стратегічне вирішення проблем у борошномельній промисловості передбачає формування багаторівневої системи підприємств, у якій середні одиниці продуктивністю близько 60 т/доб виступають стабілізуючими елементами. Така структура дозволяє досягти рівноваги між масштабом виробництва та здатністю оперативного реагування на зміни обсягів сировини, що надходить із аграрного сектору. Вона забезпечує більш рівномірний розподіл продукції, підвищує стабільність ланцюгів постачання та зменшує логістичні витрати у віддалених регіонах.

1.1. Характеристика об'єкта

Борошномельна промисловість України в період воєнного стану зберігає критичну роль у забезпеченні продовольчої безпеки та стабільності харчової системи. Підприємства галузі продовжують функціонувати попри обмеження у логістиці, ризики руйнувань та нестабільність постачання сировини. Центральне значення зберігають підприємств середніх і великих потужностей, які забезпечують виробництво борошна для внутрішнього споживання та стабілізацію постачання на регіональному рівні.

Структура галузі у цей період демонструє підвищену чутливість до географічного розташування підприємств. Об'єкти, що розміщені у відносно безпечних регіонах, виконують функцію стабілізаторів виробничих потоків, забезпечуючи постачання борошна у віддалені або постраждалі регіони. Підтримка безперервності виробничих процесів стає ключовим завданням, оскільки будь-який логістичний збій чи пошкодження обладнання призводить до різкого скорочення обсягів продукції.

В умовах воєнного стану особливого значення набуває здатність середніх за потужністю підприємств оперативно реагувати на зміни у постачанні зерна. Вони забезпечують баланс між обсягом виробництва та здатністю адаптуватися до непередбачуваних ситуацій. Системна інтеграція

таких одиниць дозволяє розподілити навантаження між підприємствами і підтримати безперервність виробництва в країні.

Основною проблемою галузі у воєнний період є нестабільність постачання сировини. Пошкодження транспортної інфраструктури, блокування логістичних маршрутів і тимчасова відсутність зерна у деяких регіонах створюють ризики зупинки виробництва. Ефективне функціонування середніх за потужністю підприємств дозволяє частково компенсувати ці ризики, забезпечуючи перенаправлення потоків продукції і стабілізацію постачання.

Додатковим викликом є безпекова загроза для підприємств і персоналу. В умовах воєнного стану управління виробництвом ускладнене, і виробничі одиниці змушені оперативно адаптувати організаційні та технологічні процеси. Підприємства з невеликими і середніми потужностями більш гнучкі у прийнятті рішень і здатні підтримувати стабільність виробничих потоків навіть у критичних ситуаціях.

Ще одним проблемним чинником є порушення регіональної рівноваги у виробництві борошна. Підприємства, що залишилися у безпечних зонах, несуть додаткове навантаження на забезпечення постачання всіх регіонів. Системне впровадження середніх за потужністю борошномельних підприємств в загальну мережу забезпечує оптимальний розподіл продукції та знижує ризики.

Перспективи розвитку борошномельної промисловості в умовах воєнного стану пов'язані з підвищенням ролі середніх за потужністю підприємств в забезпеченні стабільності. Підприємства продуктивністю близько 60 т/доб здатні виконувати роль стабілізаторів виробничих потоків і забезпечувати рівномірний розподіл борошна між регіонами. Це дозволяє підтримати безперервність виробництва і зменшити ризики критичних перебоїв у постачанні.

Обґрунтованим напрямом є інтеграція середніх і великих підприємств у єдину систему управління потоками продукції. Така структура дозволяє

оперативно перенаправляти ресурси у разі порушень логістики або загроз безпеці підприємств. Це підвищує гнучкість і адаптивність системи, що є ключовими чинниками стійкості галузі у кризових умовах.

1.2. Мета і завдання проекту

Метою проекту є проєкт підприємств з переробки жита у борошно продуктивністю 60 т/доб»

Завданням проекту є:

- зробити техніко-економічне обґрунтування;
- надати загальну характеристику генерального плану підприємства та архітектурно-будівельні рішення;
- провести аналіз хімічного складу жита та житнього борошна;
- зробити аналіз та обґрунтувати схему технологічного процесу виробництва переробки жита у борошно продуктивністю 60 т/доб;
- вибрати, розрахувати та підібрати технологічне обладнання;
- обґрунтувати аспірацію;
- розрахувати енергетичне та матеріально-ресурсне забезпечення
- зробити техніко-економічні розрахунки.

РОЗДІЛ 2

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Розміщення підприємства з переробки жита в борошно продуктивністю 60 т/доб в місті Чорноморськ Одеської області має об'єктивне ринкове та економічне підґрунтя, що визначається сучасною конфігурацією зернопереробної галузі, територіальною організацією сировинних і товарних потоків, характером попиту на житнє борошно та логікою просторової концентрації переробних потужностей. Доцільність такого проєкту впливає з поєднання виробничих, збутових і логістичних параметрів, за яких підприємство середньої потужності здатне функціонувати в режимі стабільного навантаження, забезпечувати керовану собівартість продукції та утримувати конкурентну позицію на внутрішньому ринку.

Житнє борошно займає окрему позицію в структурі борошномельної продукції та відрізняється від пшеничного не лише масштабом споживання, а й механізмом ринкового відтворення попиту. Якщо попит на масові види пшеничного борошна значною мірою підпорядкований широкому споживчому обороту, то попит на житнє борошно значно жорсткіше пов'язаний із виробничими потребами хлібопекарського сектору. Його використання зосереджене у конкретних рецептурних групах, асортиментних лінійках та стабільних напрямках харчового виробництва, що зумовлює меншу випадковість попиту та вищу передбачуваність реалізації. Для виробника це означає можливість працювати в середовищі, де потреба у продукті відтворюється через саму структуру харчового виробництва.

Ринкова позиція житнього борошна в Україні не визначається масовістю, але характеризується високою функціональною закріпленістю.

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.П.2.6			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Скопа О.С.				Розділ 2	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Ковальов М.О.						14	
Консультант	Басюркіна Н.Й.					ОНТУ, ЗТЗ-41а		
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.							

Споживання забезпечується традиційним хлібопекарським виробництвом, спеціалізованими сортами хліба, житньо-пшеничними рецептурами, частиною нішевої харчової продукції. Саме така структура попиту створює для підприємств з переробки жита відносно стабільне поле реалізації, де конкурентоспроможність підприємства залежить не лише від ціни, а й від здатності підтримувати безперервність постачання, однорідність продукції тощо. Для підприємств продуктивністю 60 т/доб це має визначальне значення, оскільки підприємство такого масштабу не орієнтується на випадкові товарні надлишки, а потребує постійного ринку споживання з прогнозованою динамікою.

Стан внутрішнього ринку жита в Україні підтверджує доцільність розширення переробних потужностей у цьому напрямі. Галузеві аналітичні матеріали, оприлюднені у 2025 році, фіксували дефіцит жита на внутрішньому ринку, суттєве зростання закупівельних цін та підвищення вартості житнього борошна, що супроводжувалося частковим використанням імпортової сировини або імпортової готової продукції для покриття потреб внутрішнього ринку. Це означає, що наявний попит не забезпечується повною мірою за рахунок внутрішньої переробки. За таких умов введення в дію підприємства, спеціалізованого на переробці жита, не створює надлишкової пропозиції, а працює в напрямі вирівнювання дисбалансу між наявною потребою та фактичною пропускну здатністю внутрішньої переробної ланки.

У цьому контексті просторове розміщення підприємства набуває принципового значення. Місто Чорноморськ належить до найважливіших транспортно-логістичних вузлів Південного регіону України, де поєднуються портова інфраструктура, залізничне сполучення, автомобільні магістралі та складські потужності, орієнтовані на обслуговування зернових вантажів. Для борошномельного підприємства це означає можливість інтеграції в уже сформовану інфраструктурну систему, а не необхідність створення ізольованої логістичної моделі з нуля.

Фактична активність порту Чорноморськ у зерновому напрямі підтверджує релевантність цієї локації для підприємств зернопереробного профілю. У 2025 році через порт Чорноморськ було відвантажено понад 800 тис. т зерна, що свідчить про збереження його ролі як функціонального зернового вузла навіть за умов воєнного часу. Для проекту підприємств це має пряме значення, оскільки забезпечує не лише фізичну можливість доступу до сировини, а й входження у територію з уже сформованою логікою зернового руху. У борошномельному виробництві це означає скорочення невиробничих втрат часу, спрощення транспортної координації та зниження ризику порушення виробничого ритму внаслідок логістичних затримок.

Маркетингова доцільність розміщення підприємства у м. Чорноморськ визначається також характером його потенційного ринку збуту. Просторове положення міста забезпечує доступ до ринку самої Одеської області, включно з Одеською агломерацією, а також до міжрегіонального напрямку у бік Миколаївської, Кіровоградської, Вінницької та частково центральної частини України. Для житнього борошна така конфігурація є раціональною, оскільки забезпечує поєднання локальної концентрації попиту з можливістю міжрегіонального перерозподілу продукції. Для середнього підприємства це означає наявність не вузького локального, а територіально диверсифікованого ринку збуту, що знижує залежність підприємства від одного каналу реалізації та підвищує стійкість господарської моделі.

Економічне обґрунтування будівництва підприємств базується на оцінці раціональності обраної потужності у співвідношенні з характером витрат і можливостями їх компенсації за рахунок реалізації продукції. Продуктивність 60 т/доб забезпечує той масштаб виробництва, за якого досягається прийнятний рівень розподілу умовно-постійних витрат на одиницю продукції. У борошномельному виробництві це має принципове значення, оскільки частка постійних витрат – енергетичного забезпечення, обслуговування обладнання, виробничої інфраструктури, лабораторного супроводу, персоналу та організації матеріального потоку – є достатньо

високою. При недостатньому завантаженні виробничої системи ці витрати різко підвищують собівартість 1 т продукції. Натомість середній підприємство, що працює в режимі стабільного навантаження, має можливість підтримувати економічно доцільну структуру витрат без потреби у надмірному нарощуванні обсягів.

Вибір саме середньої потужності має ще одну суттєву перевагу. Такий підприємство не потребує тієї глибини сировинної концентрації, яка є критичною для великих комбінатів. Для його стабільного функціонування достатньо регіонально або міжрегіонально організованого потоку жита, що значно реалістичніше в умовах сучасного українського ринку. У випадку великих підприємств ризик недозавантаження є значно вищим, оскільки будь-які перебої у постачанні сировини або зміни у збуті одразу впливають на масштаб простою. Для підприємства продуктивністю 60 т/доб ця проблема є значно менш вираженою.

Жито як сировина є товаром первинного аграрного обігу. Після переробки на борошно воно переходить до вищого рівня товарної підготовки, де ринкова цінність визначається не лише масою продукту, а його функціональним призначенням у харчовому виробництві. Саме тому переробка жита в борошно має значно вищий ефект, ніж проста участь регіону в перевезенні зернових потоків. Для Чорноморська, який історично пов'язаний із логістикою, створення переробного підприємства означає зміщення частини економічної активності з транспортного обслуговування у сферу виробництва товару з вищою ринковою цінністю.

Це має принципове значення і в контексті регіональної організації зернової галузі. Одеська область виступає не лише як територія споживання, а і як транзитно-перевалочна зона для аграрної сировини. За таких умов розміщення борошномельного підприємства дозволяє частину зернового потоку переводити з транзитної у переробну фазу без виведення сировини за межі регіону. Така схема забезпечує вищу віддачу від функціонування зернової інфраструктури, оскільки сировина проходить не лише через

логістичний, а й через виробничий цикл. Для економіки регіону це означає більшу глибину переробки та вищу локалізацію вартості.

Для борошномельного виробництва транспортні витрати мають подвійний характер: вони пов'язані як із доставкою зерна, так і з відвантаженням готового борошна. Розміщення підприємства у м. Чорноморськ знижує обидва типи витрат, оскільки підприємство вбудовується у вже функціонуючий вузол із високою транспортною проникністю. Це означає скорочення питомих витрат на перевезення в розрахунку на одиницю продукції, що безпосередньо впливає на конкурентоспроможність. У борошномельній галузі саме транспортна складова часто визначає межу між економічно життєздатним і економічно вразливим підприємством.

В умовах воєнного стану економічне обґрунтування проєкту потребує окремого врахування стійкості логістичної моделі. Південний транспортний вузол України функціонує під підвищеним навантаженням і в умовах ризику для інфраструктури, однак саме багатоканальність логістики робить його більш стійким порівняно з територіями, де постачання залежить від одного маршруту або одного виду транспорту. Для підприємств це означає більшу ймовірність збереження ритмічності виробничого циклу навіть за наявності зовнішніх збурень. Саме стійкість, а не лише номінальна географічна зручність, є вирішальним критерієм економічної доцільності в сучасних умовах.

Окремого значення набуває потенціал зовнішнього відвантаження. Українська борошномельна галузь навіть в умовах воєнного часу зберігає експортну присутність, а частина борошна у сезоні 2024/25 спрямовувалася до країн Європейського Союзу. Для підприємства з переробки жита у борошно це не означає автоматичної орієнтації на зовнішній ринок, але створює значущу опцію. Підприємство, розташоване у м. Чорноморськ, за сприятливих умов має значно вищий потенціал інтеграції у зовнішні канали збуту, ніж аналогічне виробництво, локалізоване у внутрішній частині країни

без доступу до портової логістики. Наявність такого резервного або додаткового каналу реалізації підвищує економічну стійкість підприємства та розширює межі його функціональної життєздатності.

Очікується збільшення попиту на продукцію, за рахунок розширення сфери збуту борошна (хлібозаводи, мініпекарні та роздрібний продаж борошна заданої якості). Борошно сортове житнє буде дорожче від оббивного за рахунок покращеної якості. В результаті покращення якості борошна покращується і якість хлібопекарських виробів.

Таблиця 2.1 – Розрахунок обсягів виробництва і реалізації продукції та послуг

Показники	Значення показника	Оптові ціни і тарифи підприємства грн/т	Обсяги реалізації продукції, грн
1. Річний обсяг переробки зерна, тонн	21900	-	-
2. Обсяги переробки зерна власних ресурсів, тонн	21900	-	-
3. Виробництво продукції з власних ресурсів, %	91	-	-
т	19929		
борошно %	91		179361000
т	19929	9000	
висівки, %	9		2956500
т	1971	1500	
Всього			182317500

Для технічного обслуговування борошномельного заводу буде потрібно 20 людей.

Обсяг переробки пропонується на рівні 21900 тонн зерна

Режим роботи підприємства приймаємо переривний (з двома загальними вихідними днями – за рік – 102 дня) в дві зміни по 12 годин, зупинкою на капітальний ремонт (13 діб) і проведення поточного обслуговування у вихідні дні.

Робочий період (Р) підприємства складає;

$$P = 365 - 102 - 13 = 250 \text{ діб.}$$

Обсяг виробництва та реалізації продукції і послуг наведений у табл.2.1.

Прибуток (П) визначається за формулою

$$П = РП \times \frac{p}{100 + p},$$

де РП – обсяг реалізації продукції та послуг,

Рпр – рентабельність продукції та послуг, яку задають шляхом прогнозування, приймаємо Рпр = 15%

$$П = 182317500 \times 15 / (100 + 15) = 23780543,48 \text{ грн}$$

2.2. Визначення потреби в інвестиціях і оцінка економічної доцільності реконструкції.

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

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

де I_{овф}, I_{ок} – інвестиції, відповідно, у основні виробничі фонди та на утворення додаткових оборотних коштів - ΔОК (I_{ок} = ΔОК).

I_{овф} визначають виходячи з питомих капітальних вкладень (I_{пит}) та добової потужності підприємства (виробництва) – П_{доб} за формулою

$$I_{\text{овф}} = I_{\text{пит}} \times П_{\text{доб}}$$

Питомі капітальні вкладення приймаємо на рівні 100 тис грн за одну тону виробничої потужності.(При умові, що витрати на будівництво відсутні.)

$$I_{\text{овф}} = 100 \cdot 60 = 6000 \text{ тис грн}$$

У нормативах питомих капітальних вкладень встановлення сучасного обладнання для переробки жита.

Сума оборотних коштів визначається у розмірі 7,3 % розміру виручки від реалізації продукції і послуг по переробці зерна власного за формулою:

$$I_{\text{ок}} = 0,073 \times \text{РП}$$

$$I_{\text{ок}} = 0,073 \cdot 182317500 = 13309177,5 \text{ грн}$$

$$\text{Тоді } I = 6000 + 13309177,5 = 13315177,5 \text{ грн.}$$

Висновки: Будівництво заводу з переробки жита в борошно технічно можливо та економічно доцільно, оскільки співвідношення суми інвестицій до прогнозованого прибутку дорівнює: $I/P = 13315177,5 / 2378054,4 = 5,5$ У цьому випадку можна очікувати строк окупності інвестицій (порахований з урахуванням дисконтування грошових потоків) до 4-6 років. При визначенні джерел інвестування приймають, що 53 % інвестицій здійснюється за рахунок інвестора – 7057044,1 грн, решта - за рахунок кредиту. Тобто, сума кредиту (К) дорівнює $K = 13315177,5 - 7057044,075 = 6258133,4$ грн

РОЗДІЛ 3

ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА

3.1 Загальна характеристика генерального плану підприємства

Генеральний план борошномельного підприємства є просторовим відображенням виробничої логіки об'єкта, його транспортної організації, санітарно-гігієнічної надійності, пожежної безпеки, інженерної керованості та експлуатаційної стійкості. Для підприємств з переробки жита у борошно продуктивністю 60 т/доб генеральний план не може розглядатися як допоміжна або другорядна частина проектування, оскільки саме на рівні генерального плану закладається реальна ефективність подальшого функціонування всього підприємства. Просторове рішення виробничої території визначає напрям руху сировини, взаємне розположення основних і допоміжних будівель, характер транспортних потоків, умови накопичення та зберігання зерна, режим відвантаження готової продукції, зручність технічного обслуговування, можливість безпечної експлуатації обладнання та резерв просторового розвитку підприємства в майбутньому.

Для борошномельного підприємства середньої продуктивності генеральний план має вирішувати не лише задачу компактного розміщення споруд, а насамперед задачу технологічно виправданої просторової послідовності всіх виробничих операцій. У межах такої виробничої системи територія повинна працювати як впорядкована інженерно-транспортна структура, де кожна функціональна зона розташована не випадково, а відповідно до характеру виробничих потоків. Саме тому генеральний план підприємств з переробки жита повинен будуватися на принципі лінійно-послідовної організації сировинного, виробничого та товарного руху, за якої надходження зерна, його приймання, накопичення, внутрішнє переміщення,

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.ІІ.2.6			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Скопа О.С.				Розділ 3	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Ковальов М.О.						22	
Консультант						ОНТУ, 3ТЗ-41а		
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.							

переробка, короткочасне зберігання готової продукції та її відвантаження утворюють логічно завершений безперервний просторовий ланцюг.

Територіальна організація такого підприємства визначається насамперед його виробничим профілем. На відміну від багатопрофільних зернопереробних комплексів, підприємство із переробки жита у борошно продуктивністю 60 т/доб належить до спеціалізованих об'єктів, для яких генеральний план має бути орієнтований не на надмірну універсалізацію території, а на чіткість, компактність і функціональну підпорядкованість усіх елементів єдиному виробничому процесу. За таких умов планувальна структура підприємства повинна забезпечувати мінімізацію зустрічних і перехресних транспортних потоків, виключення дублюючих внутрішніх переміщень, скорочення невиробничих ділянок території та просторове зближення взаємопов'язаних виробничих вузлів.

Генеральний план такого підприємства доцільно розглядати як систему кількох взаємопов'язаних функціональних зон, кожна з яких виконує чітко визначену виробничу роль. Просторова структура підприємств повинна включати зону приймання зерна, зону його зберігання і підготовки до переробки, основну виробничу зону, зону готової продукції, транспортно-складську зону, адміністративно-побутову частину, а також інженерно-допоміжний блок. Ефективність генерального плану визначається не самим фактом наявності цих зон, а характером їх взаємного розміщення. Правильне компонування забезпечує безперервність роботи підприємства, зменшує довжину внутрішніх маршрутів, спрощує обслуговування інженерних мереж і знижує експлуатаційне навантаження на транспортну інфраструктуру підприємства.

Початковою ланкою просторової структури підприємства є зона приймання зерна. Її розташування повинно забезпечувати прямий доступ автотранспорту до приймального вузла без проходження через внутрішню виробничу територію. Для підприємства продуктивністю 60 т/доб така вимога є принциповою, оскільки ритмічність роботи підприємств

безпосередньо залежить від безперервності надходження сировини. Саме тому приймальний вузол необхідно розміщувати у прифронтальній частині виробничої території поблизу в'їзду, з можливістю зручного маневрування транспортних засобів, організації вагового контролю, оперативного відбору проб і контролю якості зерна. Таке розташування усуває потребу у глибокому проникненні вантажного транспорту в центральну частину підприємства, що позитивно впливає як на безпеку руху, так і на загальну впорядкованість внутрішньої логістики.

Безпосередньо за зоною приймання зерна повинна розміщуватися зона його накопичення та зберігання. Для підприємств з переробки жита середньої потужності така зона є одним із ключових елементів генерального плану, оскільки вона забезпечує виробничу автономність підприємства в умовах нерівномірного надходження сировини. Просторове рішення цієї ділянки повинно бути підпорядковане не лише місткості зерносховищ, а й зручності їх технологічного зв'язку з приймальним і виробничим вузлами. Зернова зона має бути розташована таким чином, щоб переміщення зерна до підготовчого та розмельного відділень здійснювалося за найкоротшим маршрутом, без перетину з потоками готової продукції, пакувальних матеріалів або службового транспорту. Саме така схема виключає функціональне змішування різноспрямованих потоків і підвищує організаційну чіткість виробничої території.

Основне виробниче ядро підприємств повинно займати центральне положення у структурі генерального плану. Таке рішення зумовлене тим, що головний виробничий корпус є просторовим і функціональним центром усього підприємства. Саме в ньому зосереджуються ключові операції з підготовки зерна до помелу, його подальшої переробки та формування готового борошна. Центральне розміщення виробничого корпусу забезпечує оптимальний зв'язок як із сировинною зоною, так і з ділянкою готової продукції, що знижує довжину транспортних маршрутів і забезпечує прямолінійність внутрішньозаводського потоку. Для підприємства

продуктивністю 60 т/доб це має принципове значення, оскільки за такого масштабу виробництва будь-яке ускладнення внутрішньої логістики швидко переходить у додаткові експлуатаційні витрати, перевантаження транспортних проходів та підвищення ризику виробничих затримок.

Планувальна характеристика головного виробничого корпусу повинна відповідати вимогам вертикально та горизонтально узгодженого виробничого процесу. Це означає, що сам генеральний план повинен передбачати достатній простір не лише для розміщення корпусу, а й для його повноцінного інженерного обслуговування, санітарного розриву, доступу ремонтного транспорту та можливості безпечного виконання технічних операцій. У борошномельному виробництві будівля основного корпусу не функціонує ізольовано, а постійно взаємодіє з приймальними пристроями, транспортними комунікаціями, аспіраційними мережами, енергетичними підводами та допоміжними приміщеннями. Саме тому генеральний план повинен забезпечувати навколо виробничого ядра достатній технологічний резерв, без якого експлуатація підприємства неминуче ускладнюється.

Важливе місце у структурі генерального плану займає зона готової продукції. Її просторове розположення повинно бути функціонально пов'язане з головним виробничим корпусом, але при цьому чітко відокремлене від зони надходження зерна. Такий підхід має не лише організаційне, а й санітарно-виробниче значення. Готова продукція не повинна переміщуватися тими самими транспортними маршрутами, якими здійснюється приймання сировини. Просторове розділення цих потоків є однією з базових вимог раціонального генерального плану для підприємств харчового профілю. Для підприємств з переробки жита це означає, що склад борошна, фасувальна або експедиційна ділянка, а також вузол відвантаження повинні бути орієнтовані на окрему логістичну лінію з власною схемою під'їзду і виїзду транспорту.

Експедиційно-складська частина підприємства повинна бути спроектована таким чином, щоб забезпечувати оперативне накопичення,

тимчасове зберігання та відвантаження борошна без створення внутрішніх транспортних конфліктів. Для підприємства продуктивністю 60 т/доб це означає необхідність формування окремої функціональної ділянки, де вантажний транспорт може виконувати завантажувально-розвантажувальні операції без втручання у виробничий ритм основного корпусу. Така організація простору знижує ризик перевантаження внутрішньозаводських проїздів, підвищує безпечність транспортного обслуговування та забезпечує більш стабільний режим відвантаження готової продукції. Генеральний план повинен забезпечувати не лише можливість такого функціонування, а й його інженерну зручність у довготривалій експлуатації.

Транспортна організація генерального плану є одним із головних критеріїв його виробничої спроможності. Для підприємств з переробки жита у борошно транспортна схема повинна забезпечувати розділення сировинного, товарного, службового та допоміжного руху. Внутрішньозаводські проїзди повинні бути спроектовані таким чином, щоб транспортні засоби, що доставляють зерно, не перетиналися з транспортом, який здійснює відвантаження борошна, а рух службового та ремонтного транспорту не створював перешкод основним виробничим маршрутам. Саме транспортна дисципліна генерального плану визначає не лише зручність руху по території, а й рівень її реальної виробничої працездатності.

Для підприємств борошномельного профілю особливого значення набуває організація внутрішніх проїздів і майданчиків для маневрування транспорту. Оскільки підприємство працює в умовах регулярного надходження сировини та ритмічного відвантаження продукції, транспортне навантаження на територію має повторюваний і прогнозований характер. Це дає змогу закладати у генеральний план не надлишкові, а функціонально достатні параметри проїздів і розворотних майданчиків, однак лише за умови, що просторове рішення території побудоване на принципі прямолінійності та розділення потоків. У разі хаотичного або ущільненого розміщення споруд транспортна ефективність території різко знижується, що

ускладнює експлуатацію підприємства навіть при відносно невеликій його продуктивності.

Окремої уваги у генеральному плані потребує розміщення адміністративно-побутової зони. Для підприємств продуктивністю 60 т/доб така зона не є структурно визначальною для виробничого процесу, однак вона має бути просторово інтегрована в загальну систему підприємства без порушення технологічної логіки. Її доцільно розташовувати поблизу вхідної частини території, у межах зручного доступу для персоналу, але поза зоною інтенсивного вантажного руху. Таке планувальне рішення забезпечує розділення виробничих і службово-побутових потоків, покращує організацію праці та знижує експлуатаційне навантаження на центральну частину території. Для підприємств харчового профілю така схема є найбільш раціональною, оскільки дозволяє чітко розмежувати виробничий простір і зону перебування персоналу.

Суттєвою складовою генерального плану є інженерно-допоміжна зона, до якої належать енергетичні, вентиляційні, аспіраційні, ремонтні та інші технічні вузли, необхідні для забезпечення безперервної роботи підприємства. Для підприємств з переробки жита ця частина території не може бути випадковим додатком до основної забудови. Її просторове розміщення повинно визначатися інженерною логікою: мінімізацією довжини комунікацій, зручністю технічного доступу, ізоляцією шумових і пилових джерел, а також пожежною безпекою. Саме тому інженерно-допоміжні об'єкти повинні бути включені до генерального плану як повноцінна функціональна зона, а не як залишковий простір між основними спорудами.

Важливою характеристикою генерального плану є його санітарно-виробнича впорядкованість. Для підприємств борошномельного профілю це означає необхідність просторового розмежування зон із різним рівнем пилового навантаження, транспортної активності, санітарної чистоти та інтенсивності перебування персоналу. Зона приймання і зберігання зерна,

основний виробничий корпус, складські приміщення готової продукції та адміністративно-побутова частина повинні бути організовані так, щоб не виникало перетину санітарно несумісних потоків. У межах генерального плану це досягається не окремими локальними заходами, а саме правильною просторовою композицією всієї території.

Не менш важливим є забезпечення пожежної та експлуатаційної безпеки. Борошномельні підприємства належать до об'єктів з підвищеними вимогами до контролю пилоповітряного середовища, технічного стану обладнання та доступності аварійного обслуговування. З цієї причини генеральний план повинен передбачати безперешкодний доступ до основних будівель і споруд з боку внутрішньозаводських проїздів, можливість об'їзду ключових об'єктів, просторову достатність для аварійного реагування та відсутність ущільненої забудови, яка ускладнює експлуатацію. У практиці проєктування саме надмірна компактність без урахування технічного доступу часто стає джерелом майбутніх виробничих ускладнень.

Для підприємств продуктивністю 60 т/доб особливого значення набуває коефіцієнт використання території. Оскільки підприємство належить до середніх за потужністю, його генеральний план повинен виключати як надмірну розтягнутість забудови, що ускладнює внутрішню логістику, так і надмірне ущільнення, яке створює труднощі в транспортному обслуговуванні, ремонті та санітарному контролі. Рациональність генерального плану у цьому випадку визначається не абсолютною мінімізацією площі, а оптимізацією функціональних відстаней між взаємопов'язаними об'єктами.

Окремою вимогою до генерального плану є наявність резерву просторового розвитку. Навіть якщо на початковому етапі підприємство проєктується як підприємство сталої потужності 60 т/доб, генеральний план повинен допускати можливість функціонального розширення окремих ділянок без порушення базової логіки території. Це стосується насамперед складської частини, допоміжних технічних вузлів, транспортної

інфраструктури та ділянок готової продукції. Наявність такого резерву не означає надлишкове розосередження забудови, але свідчить про професійну завершеність планувального рішення.

3.2 . Архітектурно-будівельні рішення

Архітектурно-будівельні рішення борошномельного підприємства визначають не лише зовнішню організацію виробничого об'єкта, а передусім його конструктивну придатність до безперервного функціонування в умовах інтенсивного технологічного навантаження, підвищених вимог до санітарної надійності, значної концентрації транспортного обладнання, вертикальних і горизонтальних потоків продукту, а також необхідності забезпечення експлуатаційної безпеки протягом тривалого строку служби. Для підприємств з переробки жита у борошно продуктивністю 60 т/доб архітектурно-будівельна частина проєкту не може зводитися до простого розміщення обладнання в межах певного об'єму будівлі. У цьому випадку будівля повинна бути просторово, конструктивно й інженерно підпорядкована специфіці борошномельного виробництва, оскільки саме архітектурно-будівельна схема формує умови, в яких технологічний процес може реалізовуватися без втрат ритмічності, збоїв у внутрішньому транспортуванні, перевантаження несучих елементів, порушення санітарного режиму та обмеження доступу до обслуговування обладнання.

Для підприємства продуктивністю 60 т/доб архітектурно-будівельна концепція повинна виходити з того, що підприємство є багаторівневим виробничим об'єктом із високою концентрацією технологічного обладнання, транспортних систем, комунікацій та обслуговувальних елементів у межах обмеженого будівельного об'єму. Це означає, що конструктивна схема будівель і споруд має бути не лише міцною, а й функціонально узгодженою з характером розміщення обладнання, його масою, динамічними впливами, вимогами до вертикального компонування виробничих ліній і особливостями внутрішнього пилового середовища. Саме тому архітектурно-будівельні

рішення такого підприємства повинні базуватися на принципі конструктивно-технологічної відповідності, за якого будівля не пристосовується до виробництва, а від початку проєктується як його просторове продовження.

Просторова організація підприємств з переробки жита у борошно має відповідати логіці послідовного проходження продукту через усі стадії виробничого циклу. Це означає, що архітектурна структура основного виробничого корпусу повинна забезпечувати вертикально-горизонтальне компонування обладнання з урахуванням необхідності багаторазового переміщення продукту між окремими технологічними рівнями. У борошномельному виробництві будівля не виконує огорожувальної функції, а фактично бере участь у формуванні технологічної схеми, оскільки поверховість, висотні параметри, сітка колон, розташування перекриттів, монтажних прорізів, транспортних шахт і допоміжних майданчиків безпосередньо визначають можливість правильного розміщення обладнання.

Головним об'єктом архітектурно-будівельного проєктування такого підприємства є виробничий корпус підприємства. Саме він концентрує основні навантаження, інженерні комунікації, транспортні системи та функціональні зв'язки між окремими елементами виробничої схеми. Для підприємств продуктивністю 60 т/доб доцільним є багатоповерхове або комбіноване об'ємно-планувальне рішення, за якого вертикальна організація простору використовується для раціонального розміщення транспортних і технологічних вузлів. Таке рішення дозволяє скоротити протяжність горизонтальних транспортних ліній, зменшити кількість допоміжних механізмів переміщення продукту та підвищити компактність виробничого ядра. Водночас надмірна поверховість без належного конструктивного обґрунтування є недоцільною, оскільки ускладнює обслуговування, підвищує навантаження на перекриття та погіршує ремонтну доступність окремого технологічного обладнання.

Архітектурна форма виробничого корпусу повинна бути підпорядкована вимогам раціонального внутрішнього компонування. Для борошномельного підприємства недоцільними є складні в плані, ламані або композиційно перевантажені будівельні форми, оскільки вони погіршують розміщення технологічного обладнання, ускладнюють трасування комунікацій, знижують ефективність використання внутрішнього об'єму та створюють труднощі під час експлуатації. Найбільш доцільним є чіткий, геометрично впорядкований будівельний об'єм, у межах якого конструктивна сітка, поверхова структура і вертикальні комунікації утворюють просторово дисципліновану систему.

Конструктивна система основного виробничого корпусу повинна забезпечувати сприйняття значних статичних і локально динамічних навантажень, зумовлених масою обладнання, накопиченням продукту в окремих технологічних вузлах, роботою транспортних систем, вібраційними впливами машин та експлуатаційним навантаженням від обслуговувального персоналу. Для таких умов найбільш раціональними є каркасні конструктивні схеми із застосуванням збірних або монолітних залізобетонних елементів, здатних забезпечити достатню жорсткість, просторову стабільність і тривалу експлуатаційну надійність. Вибір каркасної системи обумовлений не лише її конструктивною універсальністю, а й можливістю адаптації до внутрішнього розміщення технологічного обладнання, монтажу транспортних систем, улаштування отворів у перекриттях та формування вертикально інтегрованого виробничого середовища.

Для борошномельного виробництва принципове значення має узгодження конструктивної сітки будівлі з параметрами розміщення технологічного обладнання і транспортних комунікацій. Якщо конструктивна схема розробляється без урахування реальної конфігурації виробничого обладнання, у межах будівлі неминуче виникають «конструктивні конфлікти», коли колони, ригелі, перемички або перекриття перешкоджають

правильному компонуванню машин, самопливних трубопроводів, норій, аспіраційних каналів чи оглядових проходів. Саме тому архітектурно-будівельне рішення підприємств повинно розроблятися у тісній координації з технологічною частиною, а конструктивна схема будівлі – від початку враховувати логіку розміщення виробничого обладнання. Для підприємства продуктивністю 60 т/доб така координація є критичною, оскільки при середньому масштабі виробництва внутрішній об'єм будівлі повинен використовуватися максимально раціонально, без втрати площі та висоти на конструктивно невиправдані елементи.

Однією з визначальних вимог до архітектурно-будівельного рішення підприємств є забезпечення достатньої висоти виробничих приміщень. Це пов'язано не лише з габаритами обладнання, а насамперед із необхідністю вертикального компонування транспортних і технологічних ліній, проходження самопливних комунікацій, улаштування аспіраційних каналів, монтажу та обслуговування машин, а також безпечного доступу до верхніх рівнів виробничої системи. Недостатня висота приміщень у борошномельному виробництві призводить до різкого зниження гнучкості внутрішнього компонування, ускладнює монтаж і ремонт обладнання, обмежує можливість раціонального прокладання комунікацій та створює додаткові ризики експлуатаційних порушень.

Планувальна організація внутрішнього простору повинна забезпечувати чітке розділення основних виробничих, допоміжних, транспортних і сервісних зон у межах будівлі. Для підприємств з переробки жита це означає, що розміщення машин, транспортних систем, робочих майданчиків, площадок обслуговування, сходових кліток, монтажних зон, вентиляційних вузлів та інженерних комунікацій повинно підпорядковуватися не лише принципу компактності, а й принципу експлуатаційної доступності. У практиці промислового проєктування однією з типових помилок є надмірне ущільнення обладнання у внутрішньому просторі, коли будівля формально вміщує необхідний виробничий комплекс,

але не забезпечує можливості його повноцінного обслуговування. Для борошномельного підприємства така помилка є особливо критичною, оскільки доступ до обладнання, транспортних шахт, аспіраційних мереж і зон очищення повинен бути безперервно забезпечений протягом усього періоду експлуатації.

Архітектурно-будівельне рішення підприємств повинно враховувати також специфіку пилового середовища, характерного для борошномельних виробництв. Це означає, що внутрішні оздоблювальні матеріали, конфігурація огорожувальних конструкцій, стикування стін, перекриттів, колон і технологічних прорізів мають бути підпорядковані вимогам санітарної очищуваності, мінімізації пилонакопичення та спрощення регулярного прибирання. У борошномельному виробництві архітектурна якість внутрішнього простору визначається не естетичними параметрами, а його експлуатаційною санітарністю. Саме тому у виробничих приміщеннях повинні виключатися конструктивно зайві ніші, виступи, глухі зони, надмірно складні стики та важкодоступні порожнини, в яких може накопичуватися пил.

Не менш жорсткі вимоги висуваються до конструкцій перекриттів і підлог. У підприємстві з переробки жита вони повинні забезпечувати достатню несучу здатність, вібростійкість, зносостійкість і стійкість до інтенсивного механічного навантаження. У виробничих приміщеннях підлоги повинні бути рівними, міцними, технологічно придатними до очищення та стійкими до дії пилу, вібрації, локальних ударних навантажень і переміщення допоміжного обладнання. Конструкція перекриттів, у свою чергу, повинна враховувати не лише масу розміщених на них машин, а й додаткові навантаження від монтажних і ремонтних операцій, тимчасового розміщення вузлів, а також можливого накопичення продукту в окремих технологічних точках. Для підприємства середньої потужності ці умови є особливо актуальними, оскільки просторове ущільнення обладнання

підвищує локальну концентрацію навантажень на окремі конструктивні ділянки.

У структурі архітектурно-будівельних рішень підприємств особливе місце займає зерноприймальна та зернозберігальна частина. Її будівельне вирішення повинно забезпечувати міцність, захищеність сировини від атмосферних впливів, технологічну інтеграцію з виробничим корпусом та надійність транспортних переходів між окремими об'єктами. Архітектурна логіка цієї зони повинна бути підпорядкована безперервності руху зерна від моменту приймання до подачі у виробничий цикл. Саме тому будівлі та споруди зернової частини мають проєктуватися як структурно пов'язані з основним підприємством елементи єдиного виробничого середовища, а не як ізольовані допоміжні об'єкти. Для підприємств продуктивністю 60 т/доб це дозволяє забезпечити стабільність сировинного забезпечення без надмірного ускладнення просторової структури підприємства.

Архітектурно-будівельні рішення складської та експедиційної частини також повинні відповідати характеру готової продукції та режиму її відвантаження. Будівлі або приміщення для тимчасового зберігання борошна повинні бути просторово відокремлені від зони приймання зерна, мати чітко організований режим внутрішнього доступу, забезпечувати зручність пакування, накопичення, короткочасного складування і відвантаження продукції. Їхня конструктивна та планувальна схема повинна виходити з високої інтенсивності вантажно-розвантажувальних операцій, потреби в оперативному обслуговуванні транспорту та необхідності підтримання санітарно стабільного середовища.

Суттєве значення має архітектурна організація адміністративно-побутового блоку. Для підприємства з переробки жита у борошно продуктивністю 60 т/доб цей блок повинен забезпечувати належні умови для персоналу, але водночас бути чітко відокремленим від виробничої частини підприємства. Його об'ємно-планувальна структура має забезпечувати розмежування чистих і виробничих потоків, контроль доступу, санітарну

впорядкованість і раціональну повсякденну експлуатацію. Архітектурно-планувальне рішення цієї частини повинно підпорядковуватися принципу функціональної доцільності, а не надмірного побутового розширення.

Одним із ключових критеріїв якості архітектурно-будівельного рішення є пожежна та експлуатаційна безпека. Для борошномельного підприємства ця вимога має системний характер і стосується не окремих елементів, а всієї просторово-конструктивної організації об'єкта. Будівлі повинні забезпечувати безпечну евакуацію персоналу, доступність технологічних і технічних вузлів, можливість обслуговування систем пиловидалення, вентиляції, електропостачання та механічного транспорту, а також ізоляцію потенційно небезпечних зон. У борошномельному виробництві архітектурна безпека нерозривно пов'язана з конструктивною логікою: будь-яке ускладнення доступу до критичних вузлів, надмірна щільність внутрішнього компонування або невиправдане поєднання несумісних функцій у межах одного простору призводять до зростання виробничого ризику.

Не менш важливою є довговічність архітектурно-будівельних рішень. Для підприємства, яке проектується як стаціонарне промислове підприємство, будівлі та споруди повинні забезпечувати тривалу експлуатацію без системного зниження конструктивної надійності. Це означає, що всі елементи несучої, огорожувальної та допоміжної систем повинні бути орієнтовані на промисловий режим роботи з урахуванням пилового навантаження, вібраційних впливів, циклічної інтенсивності експлуатації та регулярного технічного обслуговування. Для підприємства продуктивністю 60 т/доб архітектурно-будівельні рішення повинні забезпечувати не тимчасову адаптацію до технологічного процесу, а довгострокову інженерну стабільність у межах повного життєвого циклу об'єкта.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Наукове обґрунтування

Хімічний склад жита визначає харчову цінність зерна, його біохімічну повноцінність, придатність до помелу та якість борошна. Для борошномельної галузі жито є сировиною з виразно специфічною структурою хімічного складу, у якій кількісне співвідношення білків, вуглеводів, ліпідів, мінеральних речовин, вітамінів зумовлює відмінність цієї культури від пшениці та інших хлібних злаків.

Білкові речовини належать до найважливіших складових зерна жита, оскільки саме вони значною мірою відображають біологічну цінність сировини, інтенсивність обмінних процесів у зернівці, а також беруть участь у формуванні властивостей борошна. Вміст білка в зерні жита найчастіше перебуває в межах 8,0–13,5 %, хоча за окремих умов вирощування та сортових відмінностей може бути як нижчим, так і вищим.

Білковий комплекс жита є неоднорідним як за фракційним складом, так і за локалізацією в зернівці. Основна частина білкових речовин зосереджена в ендоспермі, алеїроновому шарі та зародку, причому їхній вміст у периферійних частинах зерна є вищим, ніж у центральних ділянках ендосперму. За підвищення виходу борошна в ньому закономірно зростає частка периферійних анатомічних елементів, а разом із нею – вміст білка, зольних речовин, вітамінів та інших концентрованих компонентів оболонкових частин.

На відміну від пшениці, білковий комплекс жита не забезпечує утворення міцної клейковинної системи, здатної визначати структурний каркас тіста. Саме тому для жита вміст білка не має того визначального технологічного значення, яке він має для хлібопекарської пшениці. Однак це

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.ІІ.2.6			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Скопа О.С.				Розділ 4	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Ковальов М.О.						36	
Консультант						ОНТУ, ЗТЗ-41а		
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.							

не зменшує його ролі для борошномельної оцінки сировини. Білкові речовини жита беруть активну участь у зв'язуванні води, взаємодії з полісахаридами клітинних оболонок, розподілі вологи в борошні та формуванні колоїдного стану борошняних систем.

Фракційний склад білків жита представлений альбумінами, глобулінами, проламинами та глютелінами. Значну наукову цінність має те, що в житі частка водо- та солерозчинних білків зазвичай є вищою, ніж у пшениці. Це зумовлює інший рівень їхньої біохімічної активності та іншу участь у технологічних процесах. Альбуміни і глобуліни містять значну частину ферментативно активних та фізіологічно повноцінних білків, тоді як запасні білкові фракції ендосперму виконують переважно резервну функцію. Така структурна організація білкового комплексу жита пояснює, чому навіть за близького загального вмісту білка зерно різних партій може істотно відрізнятися за виробничою придатністю.

Білки жита характеризуються достатньо високою біологічною цінністю, оскільки містять широкий набір незамінних амінокислот. Особливе значення має наявність лізину, треоніну, валіну, лейцину, ізолейцину, фенілаланіну та інших амінокислот, які визначають повноцінність білкового комплексу. Хоча за амінокислотною збалансованістю жито не є абсолютним еталоном серед харчових культур, його білки мають вищу фізіологічну цінність, ніж це часто прийнято вважати у спрощених технологічних характеристиках.

Після білкових речовин центральне місце в аналізі хімічного складу жита займає вуглеводний комплекс, який становить основну масу сухої речовини зерна. Саме вуглеводи визначають масу ендосперму, вихід борошна, ступінь виповненості зернівки та енергетичну цінність зерна. У структурі цієї групи сполук переважає крохмаль, вміст якого зазвичай становить 55–63 % сухої речовини. Це основний запасний полісахарид ендосперму, який формує більшу частину центральної борошнистої частини зернівки та є головним носієм сухих речовин у борошні.

Крохмаль жита представлений гранулами різного розміру, розміщеними в білковій структурі ендосперму. Саме він визначає основну масу борошна і безпосередньо впливає на його сипкість, білизну, водопоглинальну здатність та перебіг теплової обробки.

Особливу роль у хімічному складі жита відіграють некрахмальні полісахариди, насамперед арабіноксилани, які є основною частиною геміцелюлозного комплексу. Їхній вміст у зерні жита зазвичай становить 6–10 %, а в окремих зразках може бути ще вищим. Саме арабіноксилани визначають одну з найхарактерніших ознак жита – високу здатність до зв'язування води.

Важливо, що арабіноксилани жита розподілені в зернівці нерівномірно. Їх найбільше міститься в оболонках, алеїроновому шарі та периферійних частинах ендосперму. Через це зі збільшенням виходу борошна в ньому зростає не лише вміст клітковини та зольних речовин, а й частка водозв'язувальних полісахаридів.

Крім арабіноксиланів, у зерні жита значну роль відіграють β -глюкани. Їхній вміст зазвичай перебуває в межах 1,5–3,0 % сухої речовини. Хоча кількісно ця фракція поступається арабіноксиланам, її значення не можна недооцінювати. β -глюкани підвищують в'язкість водних витяжок, беруть участь у зв'язуванні вологи та впливають на фізичний стан борошняних систем.

Суттєвою складовою вуглеводного комплексу жита є також фруктани – запасні вуглеводи, які належать до водорозчинних поліфруктозидів. У житі їхній вміст є вищим, ніж у більшості інших зернових культур, і зазвичай становить 4–6 % сухої речовини. Саме фруктани надають житу додаткової біохімічної своєрідності, оскільки вони істотно впливають на розчинну частину сухих речовин зерна.

У складі вуглеводного комплексу жита також присутні цукри, серед яких виявляють сахарозу, глюкозу, фруктозу, мальтозу та інші низькомолекулярні сполуки. Їхній загальний вміст є відносно невисоким,

однак для біохімічного стану зерна ці речовини мають значення як рухомі форми вуглеводів, що відображають фізіологічну активність зернівки.

Однією з найбільш характерних ознак жита є підвищений вміст харчових волокон. Саме за цим показником жито суттєво відрізняється від багатьох інших зернових культур, що й визначає його окреме місце в борошномельній і харчовій науці. Загальний вміст харчових волокон у зерні жита зазвичай перебуває в межах 13–20 % сухої речовини, причому істотну частку цієї групи речовин становлять не лише нерозчинні, а й водорозчинні полісахариди.

Вміст жиру в зерні жита зазвичай становить 1,7–2,5 % сухої речовини. Кількісно ця група речовин поступається білкам і вуглеводам, однак її значення для повноцінної характеристики сировини є безперечним. Основна частина ліпідів зосереджена в зародку, алейроновому шарі та прилеглих периферійних шарів ах.

Ліпідний комплекс жита включає нейтральні жири, фосфоліпіди, гліколіпіди, вільні жирні кислоти та інші жироподібні сполуки. Для борошномельного виробництва значення цієї фракції пов'язане не лише з харчовою цінністю. Ліпіди беруть участь у формуванні колоїдного стану борошняних систем, впливають на стан крохмалю та білкових речовин, а також визначають частину смакових і ароматичних властивостей продуктів переробки. Окреме значення має те, що саме ліпідна фракція є однією з найбільш чутливих до окиснювальних змін під час зберігання борошна.

Мінеральний склад жита має важливе значення як для харчової оцінки зерна, так і для характеристики його анатомічної повноцінності. Загальний вміст мінеральних речовин у цілому зерні, який у виробничій практиці виражають через зольність, зазвичай становить 1,7–2,1 % сухої речовини.

Основна частина мінеральних речовин зосереджена в оболонках, алейроновому шарі та зародку. Саме тому зольність є одним із найбільш чутливих показників, що характеризують ступінь участі периферійних шарів у складі борошна.

У складі мінеральних речовин жита найбільше значення мають фосфор, калій, магній, кальцій, залізо, цинк, марганець і мідь. Важливо, що значна частина цих елементів перебуває у зв'язаній формі, насамперед у складі фітинових сполук. Це має безпосереднє значення для біологічної цінності зерна, а також для оцінки повноцінності борошна різних виходів. Зі зменшенням ступеня очищення ендосперму вміст мінеральних речовин закономірно зростає, що підтверджує нерівномірний розподіл цієї групи сполук у зернівці.

Жито є цінним джерелом вітамінів, передусім групи В, а також токоферольних сполук. Найбільше значення для характеристики зерна мають тіамін, рибофлавін, ніацин, піридоксин, фолієва кислота та інші водорозчинні вітаміни, пов'язані переважно з периферійними шарів ами зернівки. Вони локалізуються переважно в зародку, алеїроновому шарі та прилеглих оболонкових частинах, тому вміст цих речовин у борошні безпосередньо залежить від ступеня вилучення зовнішніх шарів зерна.

Для правильної оцінки хімічного складу жита принципове значення має не лише загальний вміст окремих речовин, а й їхній розподіл у межах зернівки. Ендосперм містить переважно крохмаль і частину запасних білків, тому саме він є головним джерелом борошнистої маси. Алеїроновий шар характеризується підвищеним вмістом білків, мінеральних речовин, вітамінів і клітинностінних полісахаридів. Зародок вирізняється високим вмістом ліпідів, вітамінів і фізіологічно активних речовин. Оболонки містять основну частину клітковини, лігніну, фенольних сполук і значну частину зольних елементів.

Саме ця хімічна неоднорідність зернівки лежить в основі всіх борошномельних закономірностей. Будь-який помел жита є не лише процесом механічного подрібнення зерна, а й процесом розділення його анатомічних частин, що різко відрізняються за хімічним складом. Через це вихід і якість борошна визначаються не тільки ступенем подрібнення, а й глибиною анатомічного розмежування ендосперму та периферійних шарів .

Житнє борошно є кінцевим продуктом помелу зерна жита і визначається комплексом анатомо-хімічних показників зерна, а також технологічними параметрами виробничого процесу. Склад борошна визначає його водопоглинальну здатність, структурні властивості при формуванні тіста, біологічну цінність і придатність до подальшого виробництва хлібобулочних виробів. Аналіз хімічного складу житнього борошна дозволяє оцінити якість сировини, ефективність помельних процесів та технологічні характеристики продукту. Білки житнього борошна є ключовими у формуванні водноколоїдної системи, стабілізації тіста та взаємодії з крохмалем. Вміст білка залежить від виходу борошна та ступеня участі периферійних шарів і коливається від 7,0 до 12,5 % сухої речовини. Борошно вищого ґатунку містить 7,0–8,0 %, 1-го ґатунку – 8,5–10,0 %, 2-го ґатунку – 10,5–12,5 %. Білковий комплекс складається з альбумінів, глобулінів, проламінів та глютелінів, серед яких переважають водо- та солерозчинні фракції. Відсутність здатності білків житнього борошна формувати клейковинний каркас компенсується їх здатністю до набухання та стабілізації колоїдної системи, взаємодії з полісахаридами та участі у ферментативних процесах. Підвищена частка білків алеїронового шару та оболонки підвищує вміст амінокислот та ферментативно активних компонентів, що впливає на біологічну цінність продукту.

Вуглеводи є основною складовою сухої речовини житнього борошна і визначають його енергетичну цінність та технологічні властивості. Крохмаль складає 55–65 % сухої речовини, концентрується переважно в ендоспермі. Фракції з великою часткою периферійних шарів містять 55–58 % крохмалю, а світліші – 62–65 %. Не менш важливу роль відіграють некрахмальні полісахариди. Арабіноксилани становлять 4,5–8,0 %, визначають водопоглинальну здатність, формування в'язкої суспензії та стабілізацію тестової маси. β -глюкани присутні у концентрації 1,0–2,5 %, підвищують в'язкість і стабільність колоїдної системи, а фруктани (3,0–5,0 %) сприяють водозв'язуванню і формуванню однорідної структури тесту.

Низькомолекулярні цукри (глюкоза, фруктоза, мальтоза) присутні у кількості 0,5–1,2 %, беручи участь у ферментативних перетвореннях і впливаючи на смакові властивості продукту.

Харчові волокна складають 6,0–16,0 % сухої речовини залежно від виходу борошна. Борошно вищого ґатунку містить 6,0–8,0 %, 1-го ґатунку – 9,0–12,0 %, 2-го ґатунку – 13,0–16,0 %. Основу волокон складають арабіноксилани, β -глюкани, геміцелюлози та целюлоза. Висока частка водорозчинних волокон забезпечує водопоглинальну здатність і стабільність колоїдної системи, що впливає на оброблюваність і формування тіста.

Ліпіди житнього борошна становлять 1,0–2,2 % сухої речовини, концентруються в зародку та алейроновому шарі. Основні компоненти – триацилгліцероли, фосфоліпіди та вільні жирні кислоти. Ліпіди впливають на структурну організацію частинок борошна, взаємодію з крохмалем і білками, стабілізацію колоїдної системи та формування органолептичних властивостей.

Мінеральний склад житнього борошна представлений фосфором, калієм, кальцієм, магнієм, залізом, цинком, марганцем та іншими мікроелементами. Основна частка локалізується в оболонках та алейроновому шарі, тому зольність відображає ступінь очищення ендосперму. Для борошна вищого ґатунку зольність становить 0,55–0,65 %, 1-го ґатунку – 0,75–0,85 %, 2-го ґатунку – 0,90–1,10 %.

4.2 Вимоги до показників якості сировини та розрахунок помельної партії

Якість жита, що надходить у переробку, визначає не лише вихід продуктів, а й структурну стабільність усієї технологічної системи, відтворюваність показників готової продукції, рівень питомих втрат, енергетичну ефективність виробництва та керованість режимів подрібнення, сортування і фракціонування. Тому вхідний контроль зерна має виконувати функцію відбору сировини з прогнозованою технологічною поведінкою.

Саме на стадії приймання формується сировинний контур майбутнього виробничого результату: якщо зерно характеризується нестабільною вологістю, низькою виповненістю, підвищеною засміченістю, неоднорідною крупністю, дефектами ферментативного стану або мікробіологічною неблагополучністю, жодне подальше технологічне регулювання не забезпечує повної компенсації цих відхилень.

Жито повинно оцінюватися як багатокомпонентна сировинна система, у якій фізичні, хімічні, структурні та санітарні показники перебувають у прямому функціональному взаємозв'язку. Кожна окрема ознака має значення лише в межах її впливу на інтегральну технологічну придатність зерна.

Вологість належить до базових показників якості, оскільки саме вона формує первинний рівень технологічної стабільності зернової маси. Для жита, що приймається в переробку, оптимальним слід вважати інтервал 13,0–14,5 %. Саме в цих межах зерно зберігає належну сипкість, структурну міцність, рівномірність механічної відповіді на навантаження та відносну мікробіологічну стабільність. За вологості нижче 13,0 % зернівка часто набуває підвищеної крихкості, що погіршує контрольованість подрібнення і збільшує вихід надмірно дисперсних фракцій. За вологості вище 14,5 % зростає ризик інтенсифікації дихання зерна, локального самозігрівання, активізації грибно-ї мікрофлори, ущільнення маси та втрати її технологічної однорідності.

Натура жита відображає не лише масу одиниці об'єму зернової маси, а передусім щільність її анатомічної структури, ступінь виповненості зернівки, частку щуплих і недорозвинених зерен. Для жита, призначеного до стабільного перероблення, бажаним є рівень натури понад 700 г/л. Значення 680–700 г/л слід розглядати як допустимі для стандартного виробничого використання за умови доброї вирівняності та обмеженої частки дефектного зерна. Інтервал 650–679 г/л уже характеризує сировину з ослабленим структурним профілем, а натура нижче 650 г/л свідчить про виражену технологічну нестабільність.

Зниження натури має не лише товарознавче, а безпосередньо технологічне значення. Воно зазвичай супроводжується зростанням частки щуплих зерен, зниженням маси ендосперму, збільшенням відносної частки периферійних шарів, погіршенням однорідності подрібненого матеріалу та нестабільністю фракційного складу продукту. За таких умов у виробництві ускладнюється підтримання стабільного виходу, а показники зольності, кольору і кулінарних властивостей продукції набувають підвищеної мінливості.

Маса 1000 зерен характеризує індивідуальну виповненість зернівки, рівень розвитку ендосперму та ступінь морфологічної зрілості партії. Для жита продовольчого призначення технологічно доцільним є інтервал 30–36 г. Значення 28–30 г свідчать про відносно послаблену виповненість, а рівень нижче 28 г вказує на переважання щуплого або недорозвиненого зерна, що неминуче погіршує стабільність подрібнення та знижує питому продуктивність перероблення. Значення понад 36 г зазвичай відповідають високій анатомічній повноцінності зерна і є сприятливими для формування стабільної сировинної основи.

Масова частка домішок у житі безпосередньо визначає фактичний вміст придатного зерна в партії, навантаження на системи очищення, рівень зношування обладнання, санітарний стан виробництва та стабільність якості кінцевого продукту. Для зерна, що приймається в переробку, смітна домішка повинна перебувати в межах до 2,0 % для сировини високої якості та до 3,0 % для сировини, що допускається до виробничого використання за умови ефективного попереднього очищення. Перевищення рівня 3,0 % означає не лише зниження товарної якості, а й технологічне ускладнення всього виробничого потоку.

Окремо повинна контролюватися зернова домішка, що включає щупле, бите, деформоване, пошкоджене, проросле, морозобійне або іншим чином дефектне зерно. Для технологічно стабільної партії її вміст бажано обмежувати рівнем до 5,0 %. Перевищення 7,0–8,0 % вказує на суттєве

зниження однорідності зернової маси та прямо пов'язане зі зростанням нестабільності фракційного складу подрібненого матеріалу.

Кислотність зерна є інформативним показником його біохімічної свіжості. Її підвищення свідчить про накопичення продуктів обміну, активізацію мікрофлори, порушення умов зберігання або приховані процеси самозігрівання. У технологічному сенсі підвищена кислотність означає не лише санітарний ризик, а й зміну структурно-функціонального стану зерна, що знижує передбачуваність його поведінки в умовах перероблення.

Зольність жита виступає індикатором співвідношення анатомічних шарів зернівки та опосередковано характеризує мінеральне навантаження сировини. Її значення має принципове технологічне значення, оскільки пов'язане з кольором, структурою, мінеральним складом і потенційною стабільністю асортиментних характеристик продукту. Підвищена зольність зазвичай відображає або більшу частку периферійних шарів, або недостатній ступінь очищення від мінеральних домішок, а отже, є небажаною для стабільного виробництва.

Помельна партія являє собою розрахунково сформовану композицію окремих партій, призначену для одержання сировинної маси із заданими параметрами якості. Її призначення полягає в усуненні міжпартійної варіабельності та створенні стабільного вхідного потоку з вирівняною вологістю, натурою, засміченістю, зольністю та іншими технологічно значущими характеристиками.

Помельна партія не може формуватися за принципом випадкового змішування. Її розрахунок повинен базуватися на середньозважених значеннях показників і враховувати лише ті партії, які є санітарно безпечними та технологічно допустимими до спільного використання.

4.3 Обґрунтування схеми технологічного процесу

Відповідно до завдання кваліфікаційної роботи розроблено технологічну схему, яка включає такі операції: очистку від домішок, очистку

поверхні зерна, складання помельної партії, кондиціювання зерна жита, попереднє здрібнювання, поетапне здрібнювання на чотирьох драних і двох розмельних системах, сортування продуктів і контроль борошна.

Зерно жита надходить у бункери неочищеного зерна. Відповідно до продуктивності підприємства передбачено два бункери місткістю по 30 т кожний, що забезпечує сумарний запас зернової маси 60 т. Із нижньої частини бункерів зерно подається на горизонтальний шнек MEVK-180, який формує зведений потік продукту та подає його до вертикального транспортного обладнання. Підйом зернової маси на верхній рівень технологічної лінії здійснюється норією №1.

Після магнітного контролю зернова маса надходить у ситоповітряний сепаратор MESM-100/200, де відбувається первинне відділення домішок за розмірами та аеродинамічними властивостями. На цій стадії видаляються крупні органічні включення, рослинні рештки, уламки стебел, сторонні грубі частинки, а також дрібні домішки у вигляді насіння бур'янів, пилюватих фракцій, дрібних уламків та інших компонентів, що погіршують чистоту сировини. Аспіраційний канал сепаратора МЕНК-100 забезпечує відокремлення легких органічних частинок, полови та пилю.

Далі зерно спрямовується в трієр MTR-75/2400, призначений для виділення домішок за довжиною. Внаслідок роботи трієра з потоку видаляються укорочені, подовжені та морфологічно неоднорідні компоненти, що порушують однорідність сировини. Після очищення в трієрі зерно надходить у каменевідбірник METM-120/12D, де вилучаються мінеральні домішки, близькі до зерна за геометричними параметрами, але відмінні за густиною, зокрема камінці, грудочки ґрунту, щільні мінеральні включення та інші тверді частинки.

Після каменевідбірника зерно надходить в оббивну машину MAO для очищення поверхні зернівки від пилових, ґрунтових та органічних частинок. Ця операція забезпечує інтенсивне механічне очищення зовнішньої поверхні зерна, зменшує кількість зовнішніх забруднювачів, знижує мікробне

обсіменіння та покращує чистоту зернової маси перед вологісним кондиціонуванням. Оскільки під час роботи оббивальної машини від зерна відокремлюється значна кількість дрібнодисперсних частинок, передбачено повторне очищення в аспіраторі МЕНК-100G.

Після завершення основного очищення зерно за допомогою норій №2 і №3 та горизонтальних шнеків MEVK-180 подається на етап воднотеплової обробки. Зволоження здійснюється в зволожуючій машині типу БШУ для доведення вологості жита до заданого технологічного рівня. Завершальним елементом технологічної схеми є бункери для відволоження зерна, де здійснюється вирівнювання вологості після зволоження. Конструктивно передбачено два бункери місткістю по 10 т кожний, що формує загальний запас 20 т, а тривалість витримування зерна в цій секції становить 2 год. Вивантаження зерна з бункерів здійснюється на горизонтальний шнек MEVK-180, який транспортує продукт далі за технологічним маршрутом.

Зерно жита з вологістю 13,5–14,0 % направляють на систему попереднього здрібнювання загальне вилучення (прохід через сито №1,0) не повинно перевищувати 3 %. Режим здрібнювання на першій драній системі становить 45–50 % (прохід сита №080). При сортуванні продуктів здрібнювання першої драної системи отримують крупки та сходовий продукт, який направляють на другу драну систему, загальне вилучення якої становить 60–65 %. Сходовий продукт другої драної системи надходить на третю драну систему, вилучення якої також становить 60–65 %, а крупки та дунсти першої і другої драної системи об'єднують і подають на першу розмельну систему. Режим на першій і другій розмельних системах характеризується частковим вилученням борошна 60–65 %. Житнє борошно одержують у розсійниках усіх систем проходом сит № 17, 18, 19, 20, 21.

4.4 Розрахунок балансу помелу зерна

Кількісно-якісний баланс застосовують для оцінювання та характеристики потоків борошна, висівок і проміжних продуктів, що

утворюються в процесі помелу. Його розробляють за одним або кількома показниками якості, серед яких найчастіше використовують зольність, вміст білка, кількість і якість клейковини, білість та інші технологічно значущі характеристики. Побудову такого балансу здійснюють з урахуванням вихідної якості зерна, що надходить на перероблення, оскільки саме вона визначає особливості формування окремих продуктів і рівень переходу анатомічних частин зернівки в ті чи інші фракції. Під час проектування якісного балансу використовують відомості, наявні в науково-технічній літературі, щодо показників якості різних потоків борошна, висівок і проміжних продуктів стосовно зерна з певними технологічними властивостями. Кількісно-якісні баланси доцільно складати як для помелу в цілому, так і для окремих технологічних процесів, стадій або систем, охоплюючи при цьому або всі одержувані продукти, або лише готову продукцію.

Режим здрібнювання на системі попереднього здрібнювання було прийнято – 1...3 %. Таке значення свідчить про обмежене руйнування продукту на початковому етапі та орієнтацію процесу на попереднє послаблення структури зернівки перед подальшим механічним впливом на наступних системах. Для решти систем були встановлені жорсткі параметри здрібнювання, характерні для низьких режимів. За цих умов на першій драній системі кількість проходового продукту через сито № 085 становила 51 %, а на другій драній системі – 62 %. Отримані значення вказують на достатньо інтенсивне вивільнення ендоспермової частини зернопродукту вже на ранніх стадіях процесу, що є важливим для формування подальших потоків крупок, дунстів і борошнистих фракцій. На 1-й розмельній системі вилучення борошна становило 64 % відносно навантаження на систему, що свідчить про її суттєву роль у виробленні борошняного продукту та достатньо високу ефективність розмелювання підготовлених проміжних фракцій.

Кінематичні та геометричні параметри процесу здрібнювання зерна і зернопродуктів були прийняті з урахуванням технологічного призначення окремих систем. На всіх системах, за винятком 1-ї розмельної, взаємне розташування рифлів було встановлено за схемою «гострий по гострому». Такий варіант забезпечує переважно різальний характер дії робочих поверхонь і є доцільним для систем, на яких необхідно здійснювати розкриття зернівки та послідовне відокремлення ендосперму від оболонкових частин. На 1-й розмельній системі застосовано взаємне розташування рифлів «тупий по тупому», що спрямоване на інтенсифікацію вилучення тонкодисперсної фракції обдирного борошна. Такий підхід сприяє посиленню стирально-роздавлювальної дії на продукт і, відповідно, підвищує ефективність формування дрібних борошнистих частинок.

Щільність рифлення робочої поверхні вальців також була диференційована залежно від місця системи у технологічній схемі. Кількість рифлів на 1 см довжини вальця становила: на I драній системі – 5, на II драній – 7, на III драній – 8, на IV драній – 9, тоді як на 1-й і 2-й розмелених системах – 12. Такий розподіл є технологічно обґрунтованим, оскільки на початкових стадіях помелу доцільно використовувати менш густе рифлення для розкриття зернівки без надмірного подрібнення оболонок, а на подальших стадіях – густіше рифлення для інтенсивнішого подрібнення очищених проміжних продуктів. Нахил рифлів було прийнято на рівні **10...12 %**, що забезпечує належне поєднання захоплення продукту, його переміщення в робочій зоні та достатньої інтенсивності механічної дії.

Колова швидкість поверхні вальців на основних системах становила 7...8 м/с, а співвідношення колових швидкостей вальців – 2,5. Такі параметри є характерними для ефективного здрібнювання зерна та зернопродуктів у сортових помелах, оскільки забезпечують необхідну різницю швидкостей для реалізації зсувної дії та руйнування структури продукту з одночасним вивільненням ендосперму. Для системи попереднього здрібнювання були прийняті інші умови роботи: встановлено мікрошорсткуваті вальці, колова

швидкість поверхні яких становила 6 м/с, а співвідношення колових швидкостей вальців дорівнювало 1. Таке поєднання параметрів забезпечує більш м'який характер механічного впливу, за якого продукт зазнає лише попереднього структурного послаблення без інтенсивного руйнування оболонкових шарів і надмірного утворення тонкодисперсних частинок на початковому етапі помелу.

4.5 Підбір та розрахунок технологічного обладнання

Число бункерів n визначають за формулою

$$n = Q * \tau \setminus 24 * \gamma * \eta * a * b * h,$$

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

τ – час перебування зерна в бункерах, год.;

γ – об'ємна маса зерна: для жита 0,7 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_b (т) визначають діленням загального запасу в бункерах на їх число

$$E_b = Q * \tau \setminus 24 * n$$

Розрахунок бункерів для неочищеного зерна:

$$n = 60 * 24 / 24 * 3 * 3 * 8,0 * 0,9 * 0,7 = 1,3 \text{ приймаємо } 2 \text{ шт}$$

Ємність одного бункера буде:

$$E_{б.н.з.} = 60 * 24 / 24 * 2 = 30 \text{ тонн}$$

При цьому загальна ємність бункерів буде:

$$\Sigma E_{б.н.з.} = 30 * 2 = 60 \text{ тонн}$$

Розрахунок бункерів для відволоження:

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

$$E_6 = Q * \tau \setminus 24 * n$$

Розрахунок бункерів для відволоження зерна:

$$n = 60 * 8 / 24 * 2 * 2 * 5 * 0,9 * 0,7 = 1,5 \text{ приймаємо } 2 \text{ шт}$$

Ємність одного бункера буде:

$$E_{6.н.з.} = 60 * 8 / 24 * 2 = 10 \text{ тонн}$$

При цьому загальна ємність бункерів буде:

$$\Sigma E_{6.н.з.} = 10 * 2 = 20 \text{ тонн}$$

Кількість технологічного обладнання, передбаченого технологічною схемою очищення і підготовки зерна, при підготовці зерна одним потоком визначають використовуючи формулу:

$$n = q_{зоч} \setminus q_m$$

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

q_m – продуктивність конкретної машини, т/год

Розрахунок обладнання підготовчого відділення представлено у (табл. 4.2)

Таблиця 4.2. Розрахунок обладнання зерноочисного відділення

Обладнання	Назва	Продуктивність обладнання, т/год	Розрахункова кількість, шт.	Прийнята кількість, шт.
Ваги	МЕТК- 058	10	0,6	1
Норія	МЕКЕ 300-150	10	0,6	1
Ситоповітряний сепаратор	MESM 100/200	10	0,6	1
Аспіраційний канал	МЕНК 100G	10	0,6	1
Камневідбірник	METM 120/12D	10	0,6	1
Оббивна машина	МАО	10	0,6	1

Аспіраційний канал	МЕНК 100G	10	0,6	1
Трієр	METR 75/2400	10	0,6	1
Зволожувальна машина	БШУ	10	0,6	1

Підбір і розрахунок обладнання розмельного відділення проводимо після складання схеми і кількісного балансу помелу. Визначаємо кількість вальцових верстатів, розсійників, жернових поставів і вимельних машин [15].

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 вальцової лінії, площу просіючої поверхні по кожній системі окремо.

Необхідну кількість основного технологічного обладнання розмельного відділення (вальцові верстати, розсійники, жернові постави) визначаємо по системах на основі даних розрахованого кількісного балансу і нормативних питомих навантажень на зазначене технологічне обладнання по системах. При цьому розраховуємо довжину вальцової лінії, площу просіючої поверхні по кожній системі окремо.

Розрахункову довжину вальцової лінії li по кожній системі визначаємо за формулою:

$$li = q_i \setminus q_{lin}$$

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

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

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

$$f_{ip} = f_i \setminus f_{in}$$

де $q_{\text{фін}}$ – нормативне навантаження на просіючу поверхню, кг/м²·доб.

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

$$q_{\text{фін}} = 1000 * ((q_{\text{фін}} * (m \setminus \text{секц} * \text{доб})) \setminus S_{1\text{секц}}.$$

де $S_{1\text{секц}}$ – площа однієї секції розсійника. Для розсійників РЗ-БРБ і РЗ-БРВ $S_{1\text{секц}}$ дорівнює 4,7м².

Розрахункову кількість секцій $n_{\text{ір}}$ визначаємо за формулою:

$$n_{\text{ір}} = q_i \setminus (f_{\text{ін}} * 1000)$$

де $q_{\text{фін}}$ – нормативне навантаження на просіючу поверхню, т/секц.·доб.

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

$$b_{\text{ір}} = q_i \setminus q_{\text{бін}}$$

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

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

$$q_i = (Q * 1000 * a_i) \setminus 100$$

де Q – продуктивність заводу, т/доб;

a_i – навантаження на систему, %.

1) Розрахунок довжини вальцової лінії на системі попереднього здрібнення

$$li = q_i \setminus q_{\text{ліи}} = 57960 \setminus 960 = 60,38 = 100 \text{ см}$$

2) Розрахунок довжини вальцової лінії на Ідраній системі.

$$li = q_i \setminus q_{\text{ліи}} = 57960 \setminus 800 = 72,41 = 100 \text{ см}$$

3) Розрахунок довжини вальцової лінії на II драній системі.

$$li = q_i \setminus q_{lin} = 29280 / 500 = 58,56 = 100 \text{ см}$$

4) Розрахунок довжини вальцової лінії на III драній системі.

$$li = q_i \setminus q_{lin} = 10860 / 200 = 54,3 = 100 \text{ см}$$

5) Розрахунок довжини вальцової лінії на IV драній системі.

$$li = q_i \setminus q_{lin} = 8640 / 200 = 43,2 = 100 \text{ см}$$

6) Розрахунок довжини вальцової лінії на 1-й розмельній системі.

$$li = q_i \setminus q_{lin} = 21720 \setminus 300 = 72,4 = 100 \text{ см}$$

7) Розрахунок довжини вальцової лінії на 2-й розмельній системі.

Таблиця 4.3 Розрахунок вальцової лінії

Система	Балансове навантаження на систему		Нормативне навантаження на 1 см вальцової лінії кг/доб	Довжина вальцової лінії, см		Прийнята кількість верстатів	Типорозмір верстата, см	Фактичне навантаження на 1 см вальцової лінії кг/доб
	a_i	q_i кг/доб		Розрахунок	Фактична			
Попереднє здрібнення	96,6	57960	960	60,38	100	0,5	100x25	579,6
I др.с.	96,6	57960	800	72,41	100	0,5	100x25	579,6
II др.с.	48,8	29280	500	58,56	100	0,5	100x25	292,8
III др.с.	18,1	10860	200	54,3	100	0,5	100x25	108,6
IV др.с.	14,4	8640	200	43,2	100	0,5	100x25	86,4
1 р.с.	32,6	21720	300	72,4	100	0,5	100x25	217,2
2р.с.	16,0	9600	300	32,0	100	0,5	100x25	96
Всього					700	3,5		

Таблиця 4.4. Розрахунок просіючої поверхні

Система	Балансове навантаження на систему		Нормативне навантаження на 1см ширини сита	Кількість секцій		Марка розсійника	Фактичне навантаження на 1 секцію розсійника
	a_i	q_i кг/доб		Розрахункова	Фактична		
I др.с.	96,6	57960	85	0,68	1	MESP-824	57,96
II др.с.	48,8	29280	63	0,46	1	MESP-824	29,28
III др.с.	18,1	10860	30	0,36	1	MESP-824	10,86
IV др.с.	14,4	8640	32	0,27	1	MESP-824	8,64
1 р.с.	32,6	21720	52	0,42	1	MESP-824	21,72
2р.с.	16,0	9600	35	0,27	1	MESP-824	9,6
Контроль	92,3	55380	95	0,58	1	MESP-824	55,38
Всього					7		

Так, для розрахунку вальцьової лінії вибраний типорозмір вальцьових верстатів 1000х250 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 просіювальна поверхня кратна поверхні однієї секції розсійника (4,5 м²). Так, у розсійниках ЗРШ-4 – 4 секцій.

4.6 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва. Застосування системи НАССР

Сучасне виробництво зернопродуктів із жита функціонує в умовах жорстко регламентованих вимог до безпечності, стабільності якості та відтворюваності технологічного результату. Для цієї сировини характерна специфічна сукупність хімічних, фізико-хімічних, санітарно-гігієнічних і мікробіологічних ознак, що безпосередньо визначають перебіг перероблення,

збереженість поживних компонентів, вихід готової продукції та її споживні властивості.

Технохімічний контроль у виробництві зернопродуктів із жита ґрунтується на систематичному визначенні комплексу показників, що характеризують сировину, проміжні продукти та готову продукцію. Його зміст полягає не лише у фіксації числових значень, а в інтерпретації їх технологічного значення. Кожний показник має бути пов'язаний із ризиком втрати харчової цінності, зниження виходу, порушення структурно-механічних властивостей або погіршення мікробіологічної безпечності. Саме такий підхід відповідає вимогам сучасної системи НАССР, де контрольні дії повинні бути обґрунтовані небезпеками, а не зведені до формального лабораторного супроводу.

Початковою ланкою контролю є оцінювання прийнятої партії жита. Для виробничого використання неприйнятною є практика, за якої рішення про допуск зерна до перероблення ґрунтується лише на зовнішніх ознаках або одному-двох базових показниках. Жито повинно характеризуватися як єдина біологічна й технологічна система, в якій вологість, натура, маса 1000 зерен, смітна й зернова домішка, зараженість, запах, колір, кислотність і ферментативний стан перебувають у функціональному взаємозв'язку. Наприклад, навіть задовільна натура зерна не компенсує підвищеної вологості, якщо остання супроводжується зростанням кислотності та мікробного обсіменіння. Аналогічно, зовнішньо вирівняна партія може виявитися технологічно нестабільною через приховані зміни крохмального та білково-полісахаридного комплексу.

Вологість жита є одним із визначальних показників технохімічного контролю, оскільки саме вона найбільш чітко пов'язана з інтенсивністю біохімічних і мікробіологічних процесів у зерновій масі. Підвищення вологості активізує дихання зерна, сприяє самозігріванню, створює умови для розвитку пліснявих грибів, дріжджів і бактерій, а також прискорює гідролітичні перетворення запасних речовин. У технологічному аспекті це

означає втрату стабільності сировини, погіршення сипкості, зниження стійкості під час зберігання та зростання ризику мікотоксикологічного забруднення. Саме тому в системі НАССР вологість належить до показників, що мають оцінюватися не епізодично, а з визначеною періодичністю та з обов'язковим документуванням.

Не менш значущим показником є натура жита, яка відображає ступінь виповненості зерна, щільність укладання зернової маси й опосередковано характеризує співвідношення анатомічних частин зернівки. Для виробництва високоякісних зернопродуктів натура має не лише товарознавче, а й безпосередньо технологічне значення, оскільки пов'язана з потенційним виходом анатомічно повноцінних фракцій, рівнем оболонкових включень і стабільністю структурного складу подрібненого матеріалу. Зниження натури нерідко супроводжується підвищенням частки щуплого, недорозвиненого або пошкодженого зерна, яке в умовах виробництва проявляє підвищену схильність до руйнування, нерівномірного зволоження та нестабільної поведінки під час подальшого механічного впливу.

Важливою складовою технохімічного контролю є визначення засміченості зерна. Домішки у житі повинні оцінюватися не лише за масовою часткою, а й за їх природою та технологічною небезпечністю. Мінеральні домішки збільшують зношування обладнання і погіршують санітарний стан виробництва. Органічні домішки, насіння інших культур і бур'янів змінюють однорідність сировини та здатні формувати сторонній смак, запах або колір. Особливо небезпечними є домішки, пов'язані з ураженням грибною мікрофлорою, які становлять не лише технологічну, а й пряму токсикологічну небезпеку. Для жита ця проблема має підвищену актуальність, оскільки культура є чутливою до такого виду ураження, а наслідки його потрапляння у виробничий потік виходять за межі звичайного погіршення якості.

Зольність як інтегральний показник мінерального складу також займає важливе місце в системі технохімічного контролю. Її значення визначає не

тільки харчову характеристику, а й анатомічне походження частинок, що переважають у матеріалі. Підвищення зольності в зернопродуктах із жита вказує на збільшення частки периферійних шарів, тоді як зниження свідчить про відносне збагачення ендоспермовими компонентами. У практиці виробництва це дає змогу об'єктивно оцінювати стабільність асортиментного складу, відтворюваність якості та відповідність готового продукту встановленим вимогам. Особливе значення має не абсолютне значення зольності, а її коливання між партіями, оскільки саме варіабельність цього показника найчастіше свідчить про нестійкість виробничого режиму або неоднорідність вихідної сировини.

Кислотність жита і продуктів його перероблення є інформативним показником свіжості, санітарного стану та глибини біохімічних змін. Її зростання нерідко є наслідком активізації мікрофлори, ферментативного розщеплення органічних сполук і накопичення продуктів обміну. Для виробництва зернопродуктів контроль кислотності має подвійну функцію. З одного боку, він дає змогу виявити початкові ознаки псування, які ще не супроводжуються різко вираженими органолептичними змінами. З іншого – виступає непрямим індикатором порушення умов зберігання або недостатнього санітарного контролю. У межах системи НАССР цей показник доцільно використовувати як верифікаційний критерій для підтвердження ефективності попереджувальних заходів.

Окремий блок технохімічного контролю пов'язаний із ферментативними властивостями жита. Для цієї культури особливого значення набуває амілолітична активність, оскільки вона безпосередньо впливає на стан крохмального комплексу, в'язкість водних суспензій, структурну цілісність продукту та стабільність кулінарних властивостей. Підвищена активність гідролітичних ферментів призводить до надмірного розщеплення полісахаридів, зниження структурної стійкості, зміни водоутримувальної здатності й нестабільності споживних характеристик.

Мікробіологічний контроль виробництва зернопродуктів із жита має не менш фундаментальне значення, ніж технохімічний. Він спрямований на оцінювання санітарного стану сировини, виробничого середовища, обладнання, допоміжних матеріалів, повітря робочих зон, поверхонь контакту та готової продукції. Його основна мета полягає не лише у виявленні вже наявного забруднення, а в попередженні формування умов, за яких мікробіологічні ризики стають некерованими. У системі НАССР мікробіологічний контроль повинен бути логічно пов'язаний із картою небезпек, а не існувати у відриві від реальних виробничих чинників.

Жито як біологічний матеріал природно несе на поверхні зернівки різноманітну мікрофлору, склад якої залежить від ґрунтового-кліматичних умов, рівня стиглості, погодних умов збирання, тривалості післязбирального зберігання та санітарного стану складських приміщень. У типовому випадку поверхнева мікрофлора представлена бактеріями, дріжджами та пліснявими грибами. За порушення режиму зберігання їх чисельність зростає, а структура мікробіоценозу зміщується в бік видів, здатних викликати псування, утворення токсичних метаболітів і погіршення санітарної безпечності продукції. Тому вхідний мікробіологічний контроль жита повинен мати обов'язковий характер для партій, що надходять на тривале зберігання або призначені для виробництва продукції з підвищеними вимогами до безпечності.

У межах мікробіологічного контролю особливе значення має визначення загальної кількості мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, кількості дріжджів і пліснявих грибів, а також виявлення санітарно-показових і потенційно патогенних форм. Проте сама по собі наявність лабораторних результатів ще не забезпечує керованості виробництва. Вирішальне значення має їх інтерпретація в контексті технологічного середовища. Якщо, наприклад, підвищене мікробне обсіменіння повторюється у продукції з різних партій сировини, це свідчить не лише про якість зерна, а й про можливу наявність сталого джерела

вторинного забруднення на виробництві. Саме такий причинно-наслідковий підхід і становить практичну сутність системи НАССР.

Найбільш небезпечним мікробіологічним чинником у зернопереробному виробництві є розвиток пліснявих грибів і накопичення мікотоксинів. Для жита це питання є критично важливим через ризик контамінації як у полі, так і в період зберігання. Наявність навіть незначного ураження окремих зерен не повинна недооцінюватися, оскільки токсигенні метаболіти характеризуються високою біологічною активністю, стійкістю та здатністю зберігатися в продукції навіть після видалення явно пошкоджених частинок.

Система НАССР у виробництві зернопродуктів із жита є науково обґрунтованою моделлю попереджувального керування небезпеками. Її принципова відмінність від традиційного контролю полягає в перенесенні акценту з виявлення браку на етапі готової продукції на раннє запобігання небажаним змінам. Це означає, що всі технохімічні та мікробіологічні показники повинні бути включені до системи аналізу небезпек, а контрольні дії – прив'язані до конкретних ризиків, які можуть виникнути у виробничому середовищі.

Під час впровадження НАССР у виробництві зернопродуктів із жита доцільно виділяти три основні групи небезпек: біологічні, хімічні та фізичні. Біологічні охоплюють бактеріальне, грибне та мікотоксикологічне забруднення. Хімічні пов'язані з можливими залишками засобів захисту рослин, токсичних елементів, продуктів окиснювального псування та міграційних домішок із матеріалів контакту. Фізичні включають сторонні тверді включення, мінеральні частинки, уламки скла, металу та інші небезпечні домішки. Ефективність системи НАССР визначається точністю ідентифікації джерел цих небезпек та адекватністю встановлених запобіжних дій.

Для жита критично важливим є те, що значна частина небезпек формується ще до початку виробничого використання зерна. Саме тому

система НАССР повинна починатися не в лабораторії готової продукції, а на рівні приймання сировини, оцінювання її походження, умов транспортування, санітарного стану транспортних засобів і документального підтвердження безпечності. Якщо вхідний контроль не забезпечує відсікання небезпечних партій, жодні подальші виробничі заходи не гарантуватимуть повної стабільності системи. Це особливо актуально для мікробіологічно нестійкого зерна, у якому вже на момент надходження можуть бути активовані процеси самозігрівання, мікробного росту та накопичення токсичних метаболітів.

Практична результативність НАССР безпосередньо залежить від якості виробничого моніторингу. Моніторинг являє собою безперервне спостереження за станом контрольованих параметрів із чітко встановленою періодичністю, межами допустимих коливань, відповідальними особами та процедурами реагування. Для зернопереробного виробництва це означає обов'язкову реєстрацію показників вологості, температурного стану зернової маси, санітарного стану виробничих поверхонь, мікробного обсіменіння критичних зон, наявності сторонніх домішок, а також стабільності фізико-хімічних характеристик продукції.

Надзвичайно важливо, що система НАССР не може бути ефективною без функціонування належних передумовних програм. До них належать санітарна обробка виробничих приміщень, контроль шкідників, дотримання гігієни персоналу, очищення транспортних комунікацій, запобігання перехресному забрудненню, підтримання належного стану вентиляції та контроль складських умов. Якщо ці елементи не працюють належним чином, критичні точки втрачають реальну керованість, а лабораторний контроль перетворюється на фіксацію наслідків уже допущених порушень. Саме тому технохімічний і мікробіологічний контроль повинні бути інтегровані з виробничою санітарією в єдину систему забезпечення безпечності.

Окремої уваги потребує документування результатів контролю. У обґрунтованій системі керування безпечністю документ є інструментом

простежуваності, аналітики та верифікації. Записи щодо якості жита, мікробіологічного стану, санітарних перевірок, коригувальних дій і результатів внутрішнього аудиту дозволяють виявити повторювані відхилення, оцінити їх причинність і встановити слабкі місця виробничої системи. Без такого масиву даних неможливо побудувати справді дієву модель профілактичного контролю.

У сучасних умовах особливого значення набуває аналітичний підхід до інтерпретації результатів технохімічного і мікробіологічного контролю. Одноразове відхилення може бути випадковим, проте систематичне зміщення показника навіть у межах допустимих значень нерідко вказує на приховану нестабільність процесу. Наприклад, поступове підвищення кислотності або збільшення чисельності грибно́ї мікрофлори ще до перевищення нормативів може свідчити про накопичення ризику, який у подальшому реалізується як зниження якості або мікробіологічна небезпечність продукції.

Для виробництва зернопродуктів із жита науково обґрунтована система технохімічного і мікробіологічного контролю в поєднанні з принципами НАССР забезпечує не лише відповідність нормативним вимогам, а й стабільність технологічного результату, відтворюваність асортиментних характеристик, підвищення ресурсної ефективності та зниження виробничих втрат. Її практична цінність полягає в тому, що вона переводить управління якістю з рівня реакції на дефект на рівень попередження причин його виникнення.

4.7 Охорона праці

Охорона праці на підприємстві з перероблення жита повинна розглядатися як структурований виробничий механізм, спрямований на збереження життя, здоров'я і працездатності персоналу в умовах дії комплексу фізичних, хімічних, біологічних, механічних, пилових, шумових, мікрокліматичних, вибухопожежних і психофізіологічних чинників. Для

зернопереробного виробництва саме така постановка питання є принципово необхідною, оскільки в межах одного підприємства поєднуються операційні середовища з різною природою небезпек, різним ступенем контакту працівника з обладнанням, різною інтенсивністю аерозольного навантаження та різною імовірністю формування аварійних ситуацій. Унаслідок цього охорона праці не може бути обмежена формальним інструктажем або локальним усуненням окремих виробничих недоліків; вона повинна функціонувати як безперервна система ідентифікації, оцінювання, попередження та мінімізації професійних ризиків.

Специфіка підприємств, що працюють із житом, визначається передусім фізичною природою зернової сировини, сипких продуктів її подрібнення, супутнього пилу та вторинних домішок, які в сукупності виробляють складне виробниче середовище з високою кількістю небезпечних факторів. У таких умовах працівник взаємодіє не лише з технологічними машинами, транспортними системами, приводами, валами, редукторами, обладнанням, а й з повітряним середовищем, яке за неналежної організації виробництва може містити підвищені концентрації органічного пилу, мікроорганізмів, спор грибів, аерозольних частинок продукту та механічних домішок.

Система охорони праці в зернопереробній галузі повинна спиратися на ризик-орієнтований підхід, за якого всі потенційно небезпечні фактори виробничого середовища і трудового процесу підлягають не тільки опису, а кількісному й якісному оцінюванню за показниками імовірності виникнення, тяжкості наслідків, частоти впливу, тривалості контакту та можливості запобігання. Такий підхід дозволяє перевести охорону праці з площини формального нормативного забезпечення в площину керованої виробничої безпеки. Для підприємства з перероблення жита це має особливу вагу, оскільки тут ризики формуються не епізодично, а мають сталий, фоновий і накопичувальний характер: пилове навантаження зростає поступово, шумове навантаження є хронічним, травмонебезпечність обладнання пов'язана з

повторюваними контактами, а несприятливий мікроклімат і фізичне перевантаження здатні тривало впливати на функціональний стан організму працівника.

Провідним елементом системи охорони праці є організаційне керування безпекою виробництва. Його сутність полягає в тому, що безпечні умови праці не виникають спонтанно як наслідок технічної справності окремої машини чи наявності попереджувального знака. Вони виробляються в межах керованої виробничої системи, де кожне робоче місце, кожна виробнича ділянка, кожна одиниця обладнання та кожен працівник включені в єдиний механізм попередження небезпек. Саме тому на підприємстві повинна бути побудована чітка вертикаль відповідальності за стан охорони праці – від керівника підприємства і головних спеціалістів до начальників змін, майстрів, механіків, енергетиків, лабораторного персоналу й безпосередніх виконавців робіт. За відсутності такої вертикалі будь-яка система безпеки втрачає керованість, а ризики накопичуються в прихованій формі до моменту їх реалізації у вигляді нещасного випадку, аварії або професійного захворювання.

Одним із найбільш характерних небезпечних факторів на підприємстві з перероблення жита є зерновий пил. Його виробниче значення виходить далеко за межі звичайного санітарного забруднення повітря. Зерновий пил є багатокомпонентним аерозолем органічного походження, що може містити фрагменти оболонкових шарів зернівки, частинки ендосперму, мінеральні включення, мікробіологічні домішки, спори мікроскопічних грибів, кліщів, залишки рослинних домішок та інші аеродисперсні компоненти. Такий склад зумовлює його поліетіологічну шкідливість. По-перше, пил подразнює слизові оболонки очей і дихальних шляхів. По-друге, за тривалого впливу він здатний спричиняти хронічні запальні зміни, алергічні реакції, та функціональні порушення з боку дихальної системи. По-третє, високі концентрації органічного пилу у виробничому повітрі створюють реальну

вибухопожежну небезпеку, що переводить це питання з категорії санітарної гігієни до категорії критичної виробничої безпеки.

Саме пиловий фактор повинен посідати центральне місце в системі охорони праці зернопереробного підприємства. Його небезпека полягає не лише у величині разової концентрації, а й у тривалості щоденного інгаляційного навантаження. Для працівників виробничих ділянок, де відбувається переміщення, очищення, подрібнення, просіювання і фасування зернопродуктів, навіть відносно помірне перевищення нормативних концентрацій у повітрі робочої зони здатне перетворюватися на хронічний професійний чинник. У цьому зв'язку пріоритетного значення набувають не епізодичні вимірювання, а системне керування пиловим режимом, яке повинно включати локальне аспіраційне виловлення пилу, герметизацію джерел пилоутворення, запобігання вторинному пиленню, регулярне очищення обладнання та поверхонь, раціональну організацію повітрообміну і контроль фактичної запиленості повітря.

Виробничий шум є другим за значенням хронічним фактором ризику на підприємствах такого типу. Його джерелами виступають транспортні системи, вентилятори, обладнання, приводи, редуктори, пневмотранспортні лінії та допоміжні механізми. Небезпека шумового навантаження полягає у формуванні системного несприятливого впливу на центральну нервову систему, серцево-судинну регуляцію, емоційний стан, швидкість сенсомоторних реакцій та загальну виробничу працездатність. Для зернопереробного підприємства ця обставина має особливу вагу, оскільки навіть помірне, але тривале шумове навантаження знижує концентрацію уваги працівника в умовах постійного контакту з механізмами, що обертаються, рухомими елементами обладнання та транспортними комунікаціями.

Не менш суттєвим є вібраційний вплив, який формується внаслідок роботи приводних систем, устаткування, пневмотранспортних вузлів, електродвигунів та допоміжних механізмів. Якщо обладнання має порушене

центрування, зношені підшипникові вузли, дисбаланс обертових частин або дефекти кріплення, вібраційне навантаження різко зростає і переходить із технічної несправності у фактор професійного ризику. Тривалий вплив вібрації здатний зумовлювати функціональні порушення опорно-рухового апарату, периферичного кровообігу, нервово-м'язової координації та загального самопочуття працівника.

Суттєве місце в системі охорони праці посідають механічні небезпеки, пов'язані з конструкцією і режимом роботи обладнання. На підприємстві з перероблення жита травмонебезпечними є всі вузли з обертовими, поступально-рухомими, транспортуючими або притискними елементами: привідні ремені, шківи, ланцюгові передачі, вали, муфти, живильники, шнеки, транспортери, норії, розподільні механізми, вентиляційні крильчатки та інші рухомі системи. Небезпека цих елементів полягає в тому, що контакт працівника з ними може відбутися не лише під час виконання основних трудових дій, а й під час очищення, огляду, відбору проб, регулювання, технічного обслуговування, усунення локальних забивань або дрібних несправностей. Саме тому виробнича безпека на такому підприємстві повинна будуватися не на припущенні про уважність працівника, а на принципі конструктивного унеможливлення доступу до небезпечної зони.

Інженерне забезпечення охорони праці в цій частині повинно включати суцільне огороження рухомих вузлів, блокувальні пристрої, кінцеві вимикачі, системи аварійної зупинки, сигнальні засоби, візуальне маркування небезпечних зон та чітко регламентовану процедуру безпечного доступу до обладнання для огляду і технічного втручання. Вирішальне значення має застосування принципу енергетичної ізоляції, коли будь-які роботи з відкритим доступом до механізму виконуються лише після гарантованого відключення джерела енергії, виключення можливості самовільного пуску та перевірки фактичної зупинки всіх рухомих частин. За відсутності такого підходу травматизм на зернопереробних підприємствах найчастіше виникає в

моменти короткочасного втручання, які працівник помилково сприймає як технічно безпечні.

Особливу групу небезпек формують роботи на висоті, характерні для дільниць зберігання і внутрішнього транспортування зерна, а також для обслуговування верхніх ярусів обладнання, бункерних ємностей, галерей, майданчиків, комунікацій та вентиляційних систем. Падіння з висоти на підприємствах такого типу мають особливо тяжкі наслідки через поєднання значної висоти, металевих конструкцій, вузьких проходів, пилового забруднення та нерідко обмеженої оглядовості. Додатковий ризик створює наявність слизьких поверхонь, осідання пилу на металевих елементах, недостатнє освітлення, а також виконання робіт у незручних позах.

Не менш небезпечними є замкнені та напівзамкнені простори – бункери, силосні ємності, підбункерні порожнини, технологічні камери, аспіраційні системи, комунікаційні шахти та інші обмежені об'єми, де можуть накопичуватися пил, гази, дефіцит кисню або виникати небезпека раптового засипання сипким матеріалом. Роботи в таких просторах є одними з найризикованіших у зернопереробній галузі, оскільки небезпека часто має прихований характер і не сприймається працівником візуально. Підвищена концентрація пилу, нестача кисню, локальні газові накопичення, нестійкість сипкого середовища та відсутність можливості швидкої евакуації створюють умови, за яких навіть короткочасне перебування без належної підготовки може становити пряму загрозу життю.

Суттєве місце в системі охорони праці займає електробезпека. Підприємство з перероблення жита є насиченим електроприводами, силовими мережами, пускорегулювальною апаратурою, вентиляційними системами, системами автоматизації, датчиками, освітлювальними мережами та допоміжним електротехнічним обладнанням. У поєднанні з підвищеною запиленістю, наявністю металевих конструкцій, можливими локальними підвищеннями вологості й значною протяжністю комунікацій це формує середовище з підвищеними вимогами до електрозахисту. Ризик ураження

електричним струмом у таких умовах не обмежується прямим дотиком до струмопровідних частин. Не менш небезпечними є пошкодження ізоляції, пробої на корпус, статичні заряди, несанкціоновані підключення, незадовільне заземлення, несправність захисної автоматики та самовільне втручання в електротехнічні вузли.

Вибухопожежна безпека на підприємствах зернопереробної галузі належить до категорії критичних напрямів охорони праці. Її значення зумовлене тим, що зерновий пил за певної дисперсності, концентрації в повітрі, наявності джерела запалювання та замкненого об'єму здатний виробляти вибухонебезпечне середовище. Саме органічний пил у підвішеному стані становить одну з найбільш недооцінених загроз на підприємствах такого профілю. При цьому вибухопожежна небезпека пов'язана не лише з основними виробничими дільницями, а й з аспіраційними каналами, фільтрами, циклонами, транспортними комунікаціями, бункерами, норійними баштами, прихованими порожнинами обладнання та місцями накопичення вторинних пилових відкладень. Якщо пил осідає на горизонтальних поверхнях, балках, кабельних лотках, кожухах машин і металоконструкціях, підприємство фактично виробляє резерв потенційного вторинного вибуху, який у разі первинного запалювання здатний багаторазово посилити масштаби аварії.

У зв'язку з цим вибухопожежна безпека повинна забезпечуватися не окремими заборонами, а сукупністю технічних, організаційних і санітарних рішень. До них належать ефективне пиловидалення, попередження накопичення пилових відкладень, контроль стану підшипникових вузлів і тертя, справність електрообладнання, усунення джерел іскроутворення, запобігання перегріванню механізмів, контроль статичної електрики, обмеження доступу відкритого полум'я, застосування іскробезпечних інструментів у небезпечних зонах та систематичний огляд важкодоступних ділянок.

Серйозним чинником професійного ризику є мікроклімат виробничих приміщень. Для підприємств такого типу характерна просторова нерівномірність температури, руху повітря і відносної вологості, що формується внаслідок поєднання тепловиділення від обладнання, дії вентиляційних потоків, сезонних змін зовнішнього повітря, локальних джерел нагрівання та архітектурних особливостей будівель. Неприятливий мікроклімат впливає не лише на фізіологічний комфорт працівника, а й на його увагу, швидкість реакції, витривалість, ризик перевтоми та загальну безпеку виконання робіт. Переохолодження або перегрівання організму, особливо за тривалої зміни, підвищують імовірність помилкових дій, порушення координації та виробничого травматизму.

Освітлення виробничих приміщень також має безпосередній зв'язок із безпекою праці. Недостатня освітленість, контрастні тіні, осліплювальна дія світильників, нерівномірність освітлення та локальні затемнені зони створюють умови для підвищення травматизму, помилок під час обслуговування обладнання, неправильного зчитування показників приладів, неякісного контролю стану робочих поверхонь і несвоєчасного виявлення витоків, забруднень чи технічних дефектів. Для підприємства, де працівник значну частину часу перебуває в оточенні металевих конструкцій, обертових механізмів, вузьких проходів, сходових маршів, майданчиків і комунікацій, якісне освітлення є базовим засобом профілактики виробничого травматизму.

РОЗДІЛ 5 СПЕЦІАЛЬНІ РОЗРАХУНКИ

5.1. Аспірація

У проєкті підприємств з переробки жита у борошно продуктивністю 60 т/добу система аспірації є обов'язковою складовою технологічного та санітарно-технічного забезпечення виробництва, оскільки всі основні стадії підготовки зерна та його подальшого подрібнення супроводжуються утворенням значної кількості пилоподібних, легких органічних і дрібнодисперсних частинок. Найбільш інтенсивне пиловиділення спостерігається під час очищення зерна. За відсутності організованого відсмоктування повітря пил і легкі домішки не лише повторно осідають на зернову масу та проміжні продукти, а й істотно погіршують санітарний стан виробничих приміщень, ускладнюють роботу обладнання, знижують стабільність технологічного процесу та підвищують вибухопожежну небезпеку борошняного виробництва.

Функціонально аспірація в технологічній схемі переробки жита виконує одночасно технологічну, санітарно-гігієнічну, експлуатаційну та безпекову функції.

На етапі очистки зерна від домішок аспірація забезпечує відокремлення легких органічних включень, пилу, полови, частинок оболонок та інших фракцій з низькою аеродинамічною стійкістю. У ситоповітряному сепараторі ця операція є принципово важливою, оскільки повітряний режим формує умови для розділення суміші не лише за розміром, а й за аеродинамічними властивостями компонентів. За рахунок цього знижується навантаження на наступні машини зерноочисного відділення, зменшується циркуляція непотрібних домішок у системі та підвищується однорідність зернової маси, яка надходить на подальшу обробку.

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.П.2.6			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Скопа О.С.				Розділ 5	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Ковальов М.О.						70	
Консультант								
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.					ОНТУ, 3ТЗ-41а		

Під час роботи трієра аспірація необхідна для локального вилучення пилу та дрібних частинок, що утворюються внаслідок тертя зерна та домішок об робочі поверхні. Хоча основною функцією трієра є поділ суміші за довжиною частинок, без аспіраційного супроводу в зоні його роботи накопичується дрібнодисперсний пил, який знижує чистоту робочого середовища і може потрапляти назад у продукт.

У каменевідбірнику аспірація має технологічно визначальне значення, оскільки робота машини базується на поєднанні вібраційного впливу та повітряного потоку. Саме регульований висхідний потік повітря забезпечує псевдозрідження зернового шару, завдяки чому мінеральні домішки відокремлюються від основного продукту за густиною.

Особливо важливе значення аспірація має після оббивної машини, де відбувається інтенсивне очищення поверхні зернівки від пилу, частинок ґрунту, оболонкових фрагментів та поверхневих органічних забруднювачів. У цій машині механічний вплив на зерно супроводжується відокремленням значної кількості дрібнодисперсних частинок, тому без негайного їх відведення очищення поверхні зерна буде неповним. Повторне осідання пилу на зволожене або підготовлене до кондиціонування зерно знижує ефективність воднотеплової обробки та погіршує подальший помел. Саме тому встановлення аспіратора після оббивної машини є конструктивно необхідним.

З погляду виробничої безпеки аспірація є критично необхідною, оскільки зерновий та борошняний пил є вибухонебезпечним аерозолем. За накопичення завислого пилу в замкненому об'ємі та наявності джерела запалювання утворюється високий ризик пилоповітряного вибуху. Організоване відсмоктування пилу в місцях його утворення знижує концентрацію пилу в повітрі, зменшує накопичення відкладень на обладнанні, металоконструкціях і кабельних трасах, а отже безпосередньо впливає на промислову безпеку підприємств .

Для аспіраційних систем зернопереробних підприємств доцільно приймати радіальні пилові вентилятори середнього тиску.

Розрахунок аспірації

Продуктивність підприємств становить 60 т/добу. За безперервної роботи протягом 24 годин годинна продуктивність становить:
 $Q = 60 / 24 = 2,5$ т/год.

Для зерноочисного відділення прийнято такі витрати повітря:

- ситоповітряний сепаратор MESM-100/200 – 3000 м³/год;
- трієр MTR-75/2400 – 500 м³/год;
- каменевідбірник METM-120/12D – 1200 м³/год;
- оббивна машина MEKS-30/150 – 1000 м³/год;
- аспіратор МЕНК-100G – 1500 м³/год;
- норії, шнеки, тощо – 1200 м³/год.

Сумарна витрата повітря для зерноочисного відділення:
 $L = 3000 + 500 + 1200 + 1000 + 1500 + 1200 = 8400$ м³/год.

З урахуванням 10 % резерву:

$$L = 8400 \times 1,1 = 9240 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Приймаємо 9300 м³/год.

Підбір вентиляторів і фільтрів

Для зерноочисного відділення доцільно прийняти вентилятор продуктивністю 9500–10000 м³/год при повному тиску близько 2000 Па, орієнтовною потужністю електродвигуна 7,5 кВт. Для очищення повітря доцільно встановити рукавний фільтр площею фільтрації 100–110 м².

РОЗДІЛ 6

ЕНЕРГЕТИЧНЕ ТА МАТЕРІАЛЬНО-РЕСУРСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Електропостачання підприємства буде здійснюватися від районної енергосистеми з напругою 10 кВ з частотою змінного струму 50 Гц. Мережа живлення електрообладнання цеху здійснюватися від окремої електричної трансформаторної підстанції.

Компенсація реактивної потужності підприємства буде здійснюватися конденсаторною установкою.

У відповідності з проектом електропостачання підприємства здійснюється з двох незалежних джерел енергії за основної та резервної кабельної лінії з напругою 10 кВ, а електрична підстанція підприємства містить два силових трансформатора.

Живлення силових установок та електроприводів робочих машин в цехах підприємства здійснюється трифазною системою напруг з номінальним значенням напруги 380/220 В 50 Гц, а мережа освітлення однофазною напругою 220 В 50 Гц.

Задачею теперішнього розрахунку є визначення розрахункової потужності трансформаторної підстанції, вибір потужності силових трансформаторів та установок для компенсації реактивної потужності, а також переріз і тип кабелів системи внутрішнього електропостачання підприємства.

6.2 Визначення розрахункової активної потужності підприємства

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

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

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.П.2.6					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розробив		Скопа О.С.			Розділ 6		Літ	Аркуш	Аркушів	
Керівник		Ковальов М.О.							73	
							ОНТУ, ЗТЗ-41а			
Консультант										
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.								

де P_P – розрахункова активна потужність підприємства, кВт

$W_{ПИТ}$ – питома витрата електроенергії для вироблення 1 т крупи та муки,

$W_{ПИТ} = 52 \dots 66$ кВт год/т, приймаємо $W_{ПИТ} = 60$ кВт год/т;

$M_{ДОБ}$ – добова продуктивність підприємства, $M_{ДОБ} = 80$ т;

$T_{ДОБ}$ – кількість годин роботи підприємства за добу, $T_{ДОБ} = 8$ год.

Визначимо розрахункову активну потужність для підприємства:

$$P_P = \frac{W_{ПИТ} \cdot M_{ДОБ}}{T_{ДОБ}} = \frac{60 \cdot 240}{24} = 600 \text{ кВт.} \quad (6.2)$$

Визначимо розрахункову активну потужність на освітлення приміщень лампами накаливання:

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

Тоді $P_{ОСВ} = 0,1 \cdot P_P = 0,1 \cdot 600 = 60$ кВт.

6.3 Розрахунок повної потужності трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності

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

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

де Q_P – розрахункова реактивна потужність приймачів:

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

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

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

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

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

$$Q_P = P_P \cdot tg\varphi = 600 \cdot 0,62 = 372 \text{ квар.}$$

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:

$$Q_E = 0,3 \cdot (P_P + P_{OCB}). \quad (6.8)$$

Тоді для проектуваного підприємства:

$$Q_{\Sigma} = 0,3 \cdot (600 + 60) = 198 \text{ квар,}$$

$$Q_K = Q_P - Q_{\Sigma} = 372 - 198 = 174 \text{ квар.}$$

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

Таблиця 6.1 – Технічні дані конденсаторних компенсуючих установок

Тип	Номінальна напруга $U_{НОМ}$, кВ	Номінальна потужність $Q_{НОМ}$, квар	Номінальна ємність $C_{НОМ}$, мкФ	Число ступенів регулювання	Маса, кг
КК-0,38-216- 150УЗ	0,38	216	1570	2	610

Сумарна потужність компенсуючих пристроїв складе:

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

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

$Q_{НОМ}$ – номінальна потужність компенсуючого пристрою, $Q_{НОМ} = 216$ квар.

Тоді:

$$Q_{KHOM} = n \cdot Q_{HOM} = 1 \cdot 216 = 216 \text{ квар},$$

а повна потужність трансформаторної підстанції складе:

$$S_{ТП} = \sqrt{(P_P + P_{OCB})^2 + (Q_P - Q_{KHOM})^2} = \sqrt{(620 + 60)^2 + (372 - 216)^2} = 701 \text{ кВ А.}$$

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

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

Тоді:

$$S_{ТР} = 0,7 \cdot 701 = 491 \text{ кВ А.}$$

Вибираємо тип силового трансформатора $S_{ТР}$ [4, Дод. 3] з умоги:

$$S_{НОМ} = 630 \text{ кВ А} \geq S_{ТР} = 491 \text{ кВ А.}$$

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, $U_{1НОМ}$	Вторинне, $U_{2НОМ}$		холостого ходу, P_x	короткого замикання, P_K	
ТМ630/10-0,4	630	10	0,4	2,0	1,6	7,6	5,5

6.4 Перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності

Перевірку потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності зробимо за допомогою графіка добового навантаження борошномельного заводу (рис. 4.1).

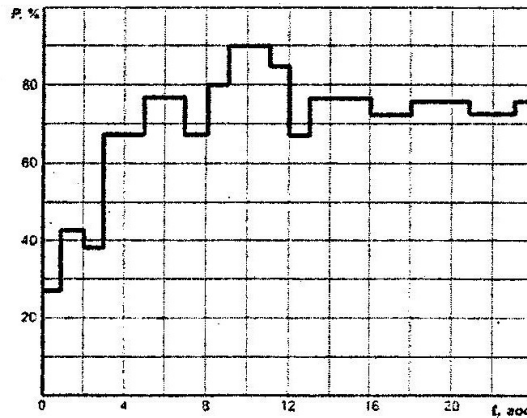


Рис. 6.1. Графік добового навантаження борошномельного заводу.

За графіком добового навантаження заводу [4, Дод. 5], визначимо коефіцієнт завантаження трансформаторів:

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

де K_{3T} – коефіцієнт завантаження трансформаторів;

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

t_i – тривалість i -тої ділянки часу, год.

Тоді:

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

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

$$t_M = t_{M1} = 3 \text{ год.}$$

По графіку допустимих силових перевантажень силового трансформатора, визначаємо коефіцієнт допустимих перевантажень трансформатора:

$$K_{ДП} = 1,15 \text{ при } K_{ЗГ} = 0,70 \text{ та } t_M = 3 \text{ год.}$$

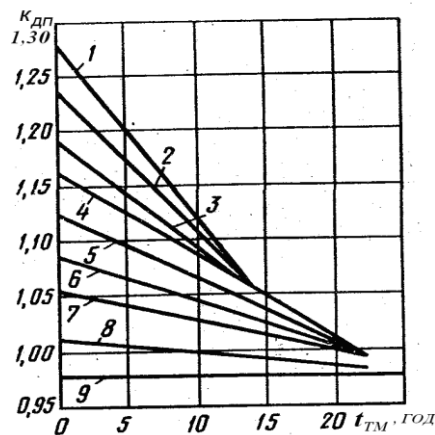


Рис. 6.2 - Графік допустимих перевантажень силових трансформаторів для $K_{ЗГ}$: 1 - 0,60; 2 - 0,65; 3 - 0,70; 4 - 0,75; 5 - 0,80; 6 - 0,85; 7 - 0,90; 8 - 0,95; 9 - 1,00.

Потужність кожного з двох трансформаторів з урахуванням їх перевантажень складе:

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

де $S_{ТП}$ – повна розрахункова потужність трансформаторної підстанції, кВ А;

$K_{ДП}$ – коефіцієнт додаткового перевантаження трансформаторів.

Тоді

$$S_{ТР} \geq \frac{S_{ТП}}{2 \cdot K_{ДП}} = \frac{701}{2 \cdot 1,15} = 305 \text{ кВ А.}$$

Уточняємо тип та номінальну потужність трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності [4, Дод. 3].

Вибираємо тип силового трансформатора $S_{ТР}$ [4, Дод. 3] з умоги:

$$S_{НОМ} = 400 \text{ кВ А} \geq S_{ТР} = 305 \text{ кВ А.}$$

Таблиця 6.3. – Технічні дані силових трансформаторів

Тип	Номінальна потужність	Номінальна напруга, кВ		Струм холостого ходу, $I_x\%$	Втрати потужності, кВт		Напруга короткого замикання, $U_K\%$
		Первинне,	Вторинне,		холостого ходу, P_X	короткого замикання, P_K	
ТМ400/10-0,4	400	10	0,4	2,1	1,1	5,5	4,5

Таким чином, потужність кожного з трансформаторів може бути знижена від 630 кВ А до 400 кВ А.

6.5 Техніко-економічне порівняння роботи силових трансформаторів

Визначимо приведені втрати у трансформаторі за формулами:

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

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

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

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

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:

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

тоді
$$\Delta Q_X = \frac{S_{НОМ} \cdot I_X \%}{100} = \frac{400 \cdot 2,1}{100} = 8,4 \text{ кВТ},$$

$$\Delta Q_K = \frac{S_{НОМ} \cdot U_K \%}{100} = \frac{400 \cdot 4,5}{100} = 18,0 \text{ кВТ},$$

$$\Delta P'_X = \Delta P_X + K_{\Sigma} \Delta Q_X = 1,1 + 0,05 \cdot 8,4 = 1,52 \text{ кВТ},$$

$$\Delta P'_K = \Delta P_K + K_{\Sigma} \Delta Q_K = 5,5 + 0,05 \cdot 18,0 = 6,40 \text{ кВТ}.$$

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.

Тоді
$$S_{ЭК} = 400 \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{1,52}{6,40}} = 276 \text{ кВ А}.$$

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

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

тоді
$$S\% = \frac{276}{2 \cdot 400} \cdot 100 = 34,5 \text{ \%}.$$

Таким чином, при навантаженні підстанції менш ніж $S\% = 34,5\%$ один з трансформаторів можна відключити.

По графіку добового навантаження (рис. 4.1) робимо висновок, що на протязі доби один з двох трансформаторів можна відключити у перебігу $\sum t = 3$ годин, що складе:

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

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

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

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

тоді
$$T'_{MAX} = 5000 \cdot \frac{100 - 12,5}{100} = 4375 \text{ год.},$$

де T_{MAX} – річний фонд годин роботи підприємства, для борошномельного заводу $T_{MAX} = 5000$ 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

$$S_P = \sqrt{(600+60)^2 + 372^2} = 758 \text{ кВ А},$$

$$I_P = \frac{758 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 380} = 1148 \text{ А}.$$

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

$$S_K = 185 \text{ мм}^2, \text{ струм } I_{\text{доп}} = 385 \text{ А}.$$

Тоді кількість паралельних кабельних ліній m складає:

$$m = I_P / I_{\text{доп}} = 1148 / 385 \approx 3,0 \text{ од.}$$

Перевіряємо вибраний переріз жил кабелю на допустиму втрату напруги:

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

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

де ρ – питомий погонний опір алюмінію, $\rho = 0,032 \text{ Ом мм}^2/\text{м}$;

L – довжина кабелю, $L = 90 \text{ м}$;

S_O – загальний переріз жил паралельних кабелів, $S_O = S_K \cdot m = 185 \cdot 3 = 555 \text{ мм}^2$

Тоді:

$$R_L = 0,032 \cdot \frac{90}{185 \cdot 3} = 0,005 \text{ Ом},$$

$$\Delta U \% = \frac{10^5 \cdot (600 + 60)}{380^2} \cdot 0,005 = 3,2 \text{ \%}.$$

6.7. Річні витрати електроенергії та їх вартість.

Річна витрата електроенергії на виробництво продукції та освітлення підприємства складе:

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

$$W_A = (600 + 60) \cdot 5000 = 3300000 \text{ кВт ч.}$$

Вартість електроенергії складає:

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

де d_0 – тариф на електроенергію, $d_0 = 1,03$ грн/кВт год.,

тоді: $S_0 = 1,03 \cdot 3300000 = 3399000$ грн.

Розрахунки по економії електроенергії на підприємстві.

Розрахунковий струм лінії живлення ТП після компенсації реактивної потужності складе:

$$I'_P = \frac{1000 \cdot S_{ТП}}{\sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = \frac{1000 \cdot 701}{\sqrt{3} \cdot 380} = 1062 \text{ А,}$$

а струм лінії живлення зменшиться на:

$$\Delta I_P \% = \frac{I_P - I'_P}{I_P} \cdot 100\% = \frac{1148 - 1062}{1148} \cdot 100 = 7,5\%,$$

що зменшить вартість втрат електроенергії в лінії живлення.

Втрати електроенергії в лінії живлення складають:

- до компенсації реактивної потужності навантаження підприємства:

$$W_L = 3 \cdot R_L \cdot I_P^2 \cdot T_{MAX} \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 0,005 \cdot 1148^2 \cdot 5000 \cdot 10^{-3} = 98483 \text{ кВт ч,}$$

- після компенсації реактивної потужності навантаження підприємства:

$$W'_L = 3 \cdot R_L \cdot I'^2_P \cdot T_{MAX} \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 0,005 \cdot 1062^2 \cdot 5000 \cdot 10^{-3} = 84588 \text{ кВт ч.}$$

Втрати електроенергії у трансформаторах складають:

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

$$W_{TP} = 2 \cdot \Delta P'_K \cdot T_{MAX} = 2 \cdot 6,4 \cdot 5000 = 64000 \text{ кВт ч},$$

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

$$W'_{TP} = 2 \cdot \Delta P'_K \cdot T'_{MAX} = 2 \cdot 6,4 \cdot 4375 = 56000 \text{ кВт ч}.$$

Витрати електроенергії на освітлення складають:

- для ламп розжарювання:

$$W_{OCB} = q \cdot P_P \cdot T_{MAX} = 0,10 \cdot 600 \cdot 5000 = 300000 \text{ кВт ч},$$

- для люмінесцентних ламп:

$$W'_{OCB} = q' \cdot P_P \cdot T_{MAX} = 0,04 \cdot 600 \cdot 5000 = 120000 \text{ кВт ч},$$

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	$W_L = 98483$	$W'_L = 84588$	$\Delta W_L = 13895$
Трансформатори	$W_{TP} = 64000$	$W'_{TP} = 56000$	$\Delta W_{TP} = 8000$
Освітлення	$W_{OCB} = 300000$	$W'_{OCB} = 120000$	$\Delta W_{OCB} = 180000$
Всього			$\Delta W = 201895$

Загальна річна економія електроенергії на підприємстві за складає:

$$\Delta W = 201895 \text{ кВт}\cdot\text{ч/рік},$$

а річна вартість зекономленої електроенергії дорівнює:

$$\Delta S_0 = d_0 \cdot \Delta W = 1,03 \cdot 201895 = 207952 \text{ грн/рік},$$

що складає:

$$\Delta S\% = \frac{\Delta S_0}{S_0} \cdot 100\% = \frac{207952}{3399000} \cdot 100 = 6,1\%$$

від річної вартості електроенергії $S_0 = 3399000$ грн.

Висновки

1. Розрахункова повна потужність електричної підстанції підприємства склала $S_{TH} = 701$ кВ А. Таку потужність підприємства забезпечать два силові трансформатори типа ТМ400/10 з номінальною потужністю кожного $S_{НОМ} = 400$ кВ А.

2. Компенсацію реактивної потужності можливо здійснювати конденсаторною установкою КК-0,38-216-150У3 з номінальною реактивною потужністю $Q_{НОМ} = 216$ квар.

Компенсація реактивної потужності, зниження номінальної потужності силових трансформаторів та відключення їх в години зниження споживання електроенергії на підприємстві, а також вибір раціонального перерізу жил кабельних ліній живлення та заміна ламп розжарювання на люмінесцентні енергозберігаючі лампи дають щорічну економію електроенергії на суму $\Delta S_0 = 207952$ грн./рік, що складає $\Delta S\% = 6,1\%$ від річної вартості електроенергії, яка складає $S_0 = 3399000$ 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

7.7 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..

Чисельність працівників на аналогічних підприємствах– 20 чол.

Фонд оплати праці при будівництві нового підприємства або нового виробництва визначаємо за формулою:

$$\text{ФОП} = (\text{ЗПсер} \cdot \text{Ч} \cdot \text{N}) / 1000,$$

$$\text{ФОП} = (15500 \cdot 20 \cdot 12) / 1000 = 3720 \text{ тис грн}$$

ЗПсер–заробітня плата середньомісячна = 15500 грн

де N- число місяців праці, 12 місяців.

Продуктивність праці

$$\text{ПТ} = 15500 / 20 = 775 \text{ грн/люд}$$

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.ІІ.2.6			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Скопа О.С.			Розділ 7	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник		Ковальов М.О.					86	
Консультант		Басюркіна Н.Й.				ОНТУ, ЗТЗ-41а		
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.						

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

Вартість зерна (V_z) визначається множенням середньозваженої оптової ціни зерна помольної партії ($\Pi_{z,c}$) і витрат на доставку 1 т зерна на підприємство (T_p) на річний обсяг переробки зерна власних ресурсів ($Q_{z,вл}$), за формулою:

$$V_z = \frac{\Pi_{z,c} + T_p}{1 + ПДВ} \times Q_{z,вл}$$

$$V_z = 155837$$

Допоміжні матеріали

Приймаються 100 грн за одну тону переробляемого зерна.

$$V_m = 100 \times 21900 / 1000 = 2190 \text{ тис грн.}$$

Енергія

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

Витрати електроенергії при переробці кукурудзи розраховуються за рахунком потужності на 1 т перероблюваної сировини на добу, кВт – 3,0 кВт

Витрати на електроенергію визначаємо за формулою

$$V_{ел} = T_{ел} \times Н_{ел} \times Q_z,$$

$$V_{ел} = (8400 \times 3,0 \times 21900 \times 24) / 1000 \times 1000 = 132451200 \text{ грн}$$

де, $Н_{ел}$ - норма витрат електроенергії на виробництво крупи; норми витрат електроенергії для круп'яних виробництв приймаємо кВт на 1 т за добу;

$T_{ел}$ - тариф за електроенергію, коп/кВт.год, приймаємо 8400 коп/кВт.год без ПДВ;

$$V_v = 4203424 \text{ грн}$$

Витрати енергії ($V_{ен}$) визначаємо за формулою

$$V_{ен} = V_{ел} + V_v$$

Вен = 1324932342 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 80% від загального ФОП підприємства (ФОПзаг), який визначають у п. 9.4. Решта ФОП включається у комплексні статті непрямих витрат (загальновиробничі, адміністративні витрати, витрати на збут). $\text{ФЗП т осн роб} = 0,7 \cdot 3720 = 2604$ тис грн

Відрахування на соціальні заходи

Відрахування на соціальні заходи визначаємо за встановленими процентами від величини фонду оплати праці.

$\text{ЕСВ} = 2604 \cdot 0,22 = 573$ тис грн

Амортизація обладнання

Амортизаційні відрахування від вартості виробничого обладнання основних промислово-виробничих фондів розраховуємо за формулою:

$$\text{Аобл} = \text{ОПВФобл} \times \frac{\text{На}}{100},$$

$\text{Аобл} = 50000 \cdot 0,39 \cdot 0,2 = 3900$ грн

де ОПВФобл - вартість виробничого обладнання основних промислово-виробничих фондів;

На - норма амортизаційних відрахувань для даної групи фондів, 39%.

Інші прямі витрати – Він,пр

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

Загальновиробничі витрати

Загальновиробничі витрати визначаємо у розмірі 20% від усіх попередніх витрат за виключенням витрат на сировину.

Виробнича собівартість

Виробничу собівартість визначаємо 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 визначаємо у розмірі, відповідно, 15%, 20%, 1% від величини виробничої собівартості за виключенням витрат на сировину.

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

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

До загальних амортизаційних відрахувань (Азаг) включають:

- амортизаційні відрахування від вартості виробничого обладнання основних промислово-виробничих фондів – Аобл
- інші амортизаційні відрахування - Аін, які включаються у комплексні статті непрямих витрат (загальновиробничі, адміністративні витрати, витрати на збут).

$$\text{Азаг} = \text{Аобл} + \text{Аінтис грн}$$

$$\text{Азаг} = 3900 + 795 + 270 + 300 = 5262 \text{ тис грн}$$

$$\text{Аін} = \text{Абуд} + \text{Адод уст} + \text{Аел уст}$$

$$\text{Абуд} = 30000 \cdot 0,53 \cdot 0,05 = 795 \text{ тис.грн}$$

$$\text{Адод уст} = 30000 \cdot 0,06 \cdot 0,15 = 270 \text{ тис.грн}$$

$$\text{Аел уст} = 30000 \cdot 0,02 \cdot 0,5 = 300 \text{ тис.грн}$$

Зведені витрати на виробництво продукції наведено в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Зведені витрати на виробництво продукції

Статті витрат	Сума витрат, тис.грн
Сировина і основні матеріали	155837
Допоміжні матеріали	2190
Енергія	1324932342
Основна і додаткова заробітна плата	2604
Відрахування на соціальні заходи	573
Амортизація обладнання	3900
Інші прямі витрати	662466634,6
Загальновиробничі витрати	2782359865
Виробнича собівартість	16694315028
Адміністративні витрати	2504147254
Витрати на збут	3338863006
Інші витрати основної діяльності	166943150,3
Повна собівартість	39398583466
у т.ч. експлуатаційні витрати	39393321466
Амортизаційні відрахування	5262

$$\text{Векс} = 39398583466 - 5262 = 65028721 \text{ грн}$$

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

$$\Pi = \text{РП} - \text{Спов}$$

$$\Pi = 182317500 - 39398583,466 = 142918916,5 \text{ грн}$$

Рентабельність продукції та послуг (Рпр) по переробці зерна клієнтів визначаємо діленням прибутку на повну собівартість продукції та послуг (повну собівартість), за формулою

$$R_{pr} = \frac{\Pi}{C_{пов}} \times 100$$

$$R_{pr} = \frac{142918916,5}{39398583466} \times 100 = 37\%$$

Рентабельність виробництва ($R_{\text{вир}}$) визначають діленням прибутку на суму вартості ОПВФ та оборотних коштів, за формулою

$$R_{\text{вир}} = \frac{\Pi}{\text{ОПВФ} + \text{ОК}} \times 100$$

$$R_{\text{вир}} = 20 \%$$

Рентабельність продукції та послуг і рентабельність виробництва відображають у відсотках.

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

$$T = \frac{I}{P} \times 1,5 + 1 = (13315177,5 / 142918916,5) * 1,5 + 1 \approx 2,4 \text{ роки}$$

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 25 % за рік.
- 2) Усі вільні кошти прибутку йдуть на погашення кредиту.

Розрахунок прибутку, податків і вільних грошових коштів проводять у таблиці 7.2

Таблиця 7.2 – Розрахунок прибутку, податків і вільних грошових коштів.

Показники, тис. грн.	Роки		
	1	2	3
Надходження коштів	1458540000	1823175000	1823175000
Експлуатаційні витрати	315146571,7	393933214,7	393933214,7
Амортизаційні відрахування	5262	5262	5262
Проценти за кредит	156453335	50350495,61	-
Балансовий прибуток	517574826,3	1147005902	1197356398
Податок на прибуток 18 %	93163468,73	206461062,4	215524151,6
Чистий прибуток	424411357,5	940544840	981832246,4
Залишок кредиту	201401982,5	-	-
Вільні грошові кошти	424416619,5	940550102	981837508,4

В перший рік обсяг надходження коштів беруть на рівні 80% від максимального рівня 1458540000 тис грн., експлуатаційні витрати - на рівні 80% від максимального рівня 315146571,7 грн.

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

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

Податок на прибуток беруть у розмірі 18 % від балансового прибутку

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

$$Пч1 = Пб1 - Пп1$$

і він піде на погашення кредиту у першому році.

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

Для визначення останнього другого року погашення кредиту необхідно порівнювати на початок кожного року суму боргу (Б) та суму потенційного чистого прибутку (Пч).

Потенційно чистий прибуток визначають у розмірі 82% (тобто за вирахуванням податку на прибуток) від різниці між сумою надходження коштів (Кнад) і сумою експлуатаційних витрат (Векс) та амортизаційних відрахувань (А).

Це здійснюють за формулою

$$Пч = [К \text{ над} - (Векс + А)] * 0,82 ,$$

де 0,82 - питома вага чистого прибутку у балансовому прибутку.

Якщо $Б < Пч$, це свідчить про те, що даний рік є останнім роком погашення кредиту. В останній рік погашення кредиту спочатку необхідно визначити термін погашення кредиту у даному році у місяцях за формулою

$$Тміс = (Б : Пч) * 12 .$$

$$Тміс = 1 \text{ міс}$$

Після цього суму сплати процентів за кредит у останньому році визначають за формулою

$$Пкр = Б * \%кр * (Тміс : 12) ,$$

де %кр - річна ставка сплати процентів за кредит, %.

Чистий прибуток, що залишається на підприємстві, визначають як різницю між величиною чистого прибутку і сумою повернення боргу по кредиту у поточному році.

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

Складання графіка повернення кредиту і процентів по кредиту

Графік повернення кредиту і сплати процентів по кредиту складають у вигляді таблиці 7.3 на підставі розрахунків, наведених у таблиці 7.2.

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

Показники	Роки		
	1	2	3
Борг на початок року	625813340	201401982,5	-
Погашення кредиту	424411357,5	940544840	-
Борг на кінець року	201401982,5	-	-
Проценти за кредит	156453335	50350495,61	-

Термін повернення кредиту Тп.к= 1,8 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	3
$(1 + 0,2)^i$	1,15	1,32	1,49
Вільні грошові кошти, тис грн	424416619,5	940550102	981837508
Дисконтована величина вільних грошових коштів, тис грн	369057930	712537956	658951348
Чиста приведена вартість проекту, тис грн	-962459819,96	-249921863,93	409029483,96

Дисконтовану величину вільних грошових коштів ($K_{\text{дис},i}$) визначають діленням суми вільних грошових коштів на відповідний показник дисконтування - $(1 + 0,15)^i$.

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

$$\text{ЧПВ}_i = K_{\text{дис},i} - \text{ЧПВ}_{i-1},$$

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

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

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

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

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.

Термін окупності інвестицій – 2,3 року

$$T_{\text{ок}} = 2 + (0,3) = 2,3 \text{ року}$$

7.6 Оцінка 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);

ризиків періоду проектування та реконструкції, які пов'язані із зростанням строків проектування і будівництва, несвоєчасним введенням у дію виробничих потужностей, невідповідністю проектного кошторису і вартості реконструкції розрахунковій сумі інвестицій;

ризиків 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. 7.6

Таблиця 7.6 – Основні техніко-економічні показники підприємства та інвестиційного проекту.

Показники	Розмірність	Значення показників
1. Добова потужність підприємства	тонн/добу	60
2. Обсяги переробки зерна, в т.ч.	тонн/ рік	21900
3. Обсяг продаж (реалізації)	тис грн	182317500
6. Прибуток від реалізації продукту	тис грн	142918916,5
7. Чисельність працівників	люд	20
8. Фонд оплати праці	тис грн	3720
10. Продуктивність праці	тис грн/люд	775
13. Рентабельність продукції та послуг	%	37
15. Інвестиції	грн	13315177,5
16. Кредит на будівництво підприємства	грн	625813340
17. Термін повернення кредиту	років	1,8
18. Термін окупності інвестицій	років	2,3
19. Чиста приведена вартість проекту за 3 роки	грн	409029483,96

Висновки: Будівництво заводу з переробки жита в борошно потужністю 60 т/добу є технічно можливо та економічно ефективним. Інвестиції у розмірі 13315177,5 грн окупаються за 2,3 роки. Кредит у розмірі 62581334 грн буде повернутий за 1,8 років. Чиста приведена вартість проекту на кінець 3-го року складе 409029483,96 грн.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

У кваліфікаційній роботі виконано комплексне проектування підприємства з переробки жита у борошно продуктивністю 60 т/добу з урахуванням сучасних вимог до технологічної ефективності, ресурсозбереження та організації виробничих процесів. У межах техніко-економічного обґрунтування підтверджено доцільність створення підприємства заданої продуктивності з позицій раціонального використання сировини, енергетичних ресурсів і виробничих площ.

Надано характеристику генерального плану та розроблено архітектурно-будівельні рішення, що забезпечують логічну послідовність виробничих потоків, санітарно-гігієнічні вимоги та ефективну експлуатацію будівель і споруд. Проаналізовано хімічний склад жита та житнього борошна з позицій їх впливу на перебіг технологічних операцій та формування якості готової продукції.

Обґрунтовано вибір технологічної схеми переробки жита у борошно, яка забезпечує стабільність технологічного процесу, високий вихід продукції та необхідні показники якості. Проведено підбір і розрахунок технологічного обладнання з урахуванням заданої продуктивності, що дозволяє забезпечити безперервність виробництва та оптимальні режими роботи машин і апаратів.

Виконано обґрунтування систем аспірації, спрямованих на зниження запиленості виробничих приміщень, підвищення вибухопожежної безпеки та покращення умов праці. Розраховано енергетичне та матеріально-ресурсне забезпечення підприємства, що підтверджує збалансованість витрат та ефективність використання ресурсів.

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.ІІ.2.6		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ		
Розробив	Скопа О.С.						
Керівник	Ковальов М.О.						
Консультант							
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.						
					Літ	Аркуш	Аркушів
						98	
					ОНТУ, ЗТЗ-41а		

Будівництво заводу з переробки жита в борошно потужністю 60 т/добу є технічно можливо та економічно ефективним. Інвестиції у розмірі 13315177,5 грн окупаються за 2,3 роки. Кредит у розмірі 62581334 грн буде повернутий за 1,8 років. Чиста приведена вартість проекту на кінець 3-го року складе 409029483,96 грн.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Правила організації і ведення технологічного процесу на борошномельних заводах. К.: ВІПОЛ, 1998. 148 с.
2. Dzik D. Rye Flour and Rye Bran: New Perspectives for Use. Processes [Internet]. 2022 Feb 1;10(2):293. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/pr10020293>
3. Kihlberg R, Ericson LE. Amino Acid Composition of Rye Flour and the Influence of Amino Acid Supplementation of Rye Flour and Bread on Growth, Nitrogen Efficiency Ratio and Liver Fat in the Growing Rat. The Journal of Nutrition [Internet]. 1964 Mar;82(3):385–94. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/jn/82.3.385>
4. Buksa K. COMPOSING RYE FLOUR TO BAKE MODEL RYE BREADS BY DIRECT METHOD. Zywnosc Nauka Technologia Jakosc/Food Science Technology Quality [Internet]. 2014;20(93). Available from: <http://dx.doi.org/10.15193/zntj/2014/93/175-189>
5. Korzhenivska A, Danylenko S. Study of technological properties of rye and wheat flour. Human and nation's health [Internet]. 2024 May 29;16–24. Available from: <http://dx.doi.org/10.31548/humanhealth.2.2024.16>
6. Verwimp T, Courtin CM, Delcour JA. Rye Constituents and Their Impact on Rye Processing. Food Biochemistry and Food Processing [Internet]. 2012 Apr 26;654–72. Available from: <http://dx.doi.org/10.1002/9781118308035.ch34>
7. Miedaner T. Production, Utilization, and Breeding of Winter Rye in Europe. Rye: Processing, Nutritional Profile and Commercial Uses [Internet]. 2025;1–21. Available from: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-86613-5_1
8. Döring C, Grossmann I, Roth M, Jekle M, Koehler P, Becker T. Effect of Rye Bran Particles on Structure Formation Properties of Rye Dough and Bread. Journal of Food Processing and Preservation [Internet]. 2016 Jul 8;41(4):e12998. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/jfpp.12998>

9. Lee GH. Analysis of Rheological Properties of Rye Flour. Journal of Biosystems Engineering [Internet]. 2010 Dec 25;35(6):408–12. Available from: <http://dx.doi.org/10.5307/jbe.2010.35.6.408>

10. Singh Purewal S, editor. Rye: Processing, Nutritional Profile and Commercial Uses [Internet]. Springer Nature Switzerland; 2025. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-86613-5>

11. Girhammar U, Nair BM. Rheological properties of water soluble non-starch polysaccharides from whole grain rye flour. Food Hydrocolloids [Internet]. 1995 Jun;9(2):133–40. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/s0268-005x\(09\)80275-0](http://dx.doi.org/10.1016/s0268-005x(09)80275-0)

12. Singh Purewal S, editor. Rye: Processing, Nutritional Profile and Commercial Uses [Internet]. Springer Nature Switzerland; 2025. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-86613-5>

13. Технологія зберігання і переробки зерна : навч. посіб. /Л.М. Пузік, В.К. Пузік; Харк. нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва. – Х.: ХНАУ, 2013. 312с

14. Мерко І.Т. Наукові основи і технологія переробки зерна: підручник для студентів вищих навчальних закладів / І.Т. Мерко, В.О.Моргун. Оде-са: Друк, 2001. 348 с.

15. ДСТУ 4522:2006. Жито. Технічні умови. К: Держспоживстандарт України, 2006. 14 с.

16. Правила охорони праці для працівників, зайнятих на роботах зі зберігання та переробки зерна. Київ: Мін.Соц.Політики. 2017. 74 с.

17. Журавель, С. В., Трембіцька, О. І., Клименко, Т. В., Поліщук, В. О., Хитрич, Б. Р., & Шемчук, М. В. (2023). Сучасні органічні технології вирощування жита озимого в короткоротаційній сівозміні зони Полісся. *Sciences of Europe*, (109), 3-8.

18. Biliavska, L. H., & Biliavskyi, Y. V. (2021). Сучасний стан насінництва жита озимого в Україні. *Scientific Progress & Innovations*, (2), 67-73.

19. Задорожна, О. А., Шиянова, Т. П., & Герасимов, М. В. (2014). Особливості довготривалого зберігання насіння зразків генофонду жита. *Генетичні ресурси рослин*, (14), 105-114.

20. Байдала, В. В., & Мірзоєва, Т. В. (2023). ОБГРУНТУВАННЯ ПОТЕНЦІАЛУ ЖИТА В КОНТЕКСТІ РОЗВИТКУ НІШЕВОГО ВИРОБНИЦТВА1. *Economics & Business Management*, 14(3).

21. Симоненко, Н. В. (2022). Вміст білка у зерні сортів жита озимого (*Secale cereale* L.) і його успадкування гібридами. In *Colloquium-journal* (No. 4 (127), pp. 31-35). Голопристанський міськрайонний центр зайнятості.

22. Єгоров, Д. К., Циганко, В. А., Дерев'янко, В. П., & Ісаєнко, О. О. (2008). Нові селекційні розробки як фактор збільшення виробництва зерна жита озимого. *Селекція і насінництво*, (95), 55-64.