

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 круп'яного заводу з виробництва крупи
булгур»

(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)

Здобувача

Шостак В.М.

(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

(назва кафедри)

(підпис)

Дмитро ЖИГУНОВ

(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Одеса – 2026 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

Кафедра Технології зернових продуктів, хліба і кондитерських виробів

Ступінь вищої освіти «Бакалавр»

Спеціальність 181 «Харчові Технології»

Освітня програма Технології зберігання і переробки зерна

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ТЗПХіКВ

Дмитро ЖИГУНОВ

«____» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Шостака Володимира Максимовича

1. Тема роботи Проект круп'яного заводу з виробництва крупи булгур

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

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

3. Вихідні дані роботи

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

4. Перелік питань, які потрібно розробити

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

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

Схема технологічного процесу, плани поверхів

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

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

7. Дата видачі завдання « 29 » вересня 2025 р.

Керівник _____ Ковальов М.О.

Завдання прийняв до виконання _____ Шостак В.М.

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 _____ Шостак В.М.

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 Шостак В.М.

(ПІБ)

_____ (підпис)

АНОТАЦІЯ

на кваліфікаційну роботу на тему
«Проект борошномельного заводу з метою виробництва борошна цільового
призначення»

Здобувач	<u>Шостак В.М.</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 круп'яного заводу з виробництва крупи булгур в Україні зумовлена сучасними тенденціями розвитку харчової промисловості, змінами у структурі споживання зернових продуктів та необхідністю більш раціонального використання вітчизняної сировинної бази. Україна є одним із провідних виробників пшениці, що створює стабільні передумови для розвитку переробки зерна. Водночас традиційна структура круп'яного виробництва характеризується обмеженим асортиментом, у якому пшеничні крупи займають відносно незначну частку. Булгур є продуктом переробки пшениці з високими технологічними і споживчими властивостями, який широко використовується у світовій практиці. Його виробництво дозволяє підвищити ступінь перероблення зерна та отримати продукт із підвищеною харчовою цінністю. Технологія виробництва булгуру забезпечує зміну структури зерна, що сприяє покращенню кулінарних властивостей і підвищенню засвоюваності основних поживних речовин. В умовах України спостерігається поступова зміна споживчих уподобань у напрямі розширення асортименту круп'яної продукції. Зростає інтерес до продуктів швидкого приготування, які поєднують зручність використання та високу поживну цінність. Булгур відповідає цим вимогам і може розглядатися як перспективний напрям розвитку круп'яної галузі.

Основні особливості роботи Відповідно до поставлених завдань виконано комплекс взаємопов'язаних досліджень, розрахунків і обґрунтувань, спрямованих на проектування круп'яного заводу з виробництва крупи типу булгур продуктивністю 80 т/доб. На початковому етапі виконано техніко-економічне обґрунтування проекту. Визначено доцільність організації виробництва крупи типу булгур в умовах України з урахуванням наявної сировинної бази, структури споживання круп'яної продукції та перспектив розвитку галузі. Надано загальну характеристику генерального плану

підприємства. Визначено склад основних і допоміжних об'єктів, їх функціональне призначення та взаємне розміщення. Обґрунтовано розташування виробничого корпусу, складів сировини і готової продукції, транспортних комунікацій та інженерних мереж. Проведено аналіз хімічного складу пшениці. Проведено аналіз і обґрунтовано технологічну схему переробки пшениці у крупи типу булгур продуктивністю 80 т/доб. Визначено послідовність технологічних операцій, до яких належать очищення зерна, воднотеплова обробка, сушіння, лушення, шліфування, сортування та фасування готової продукції. Для кожного етапу розглянуто його призначення, вплив на структуру зерна і формування якості кінцевого продукту. Обґрунтовано вибір режимів обробки з урахуванням забезпечення максимального виходу цілого ядра та мінімізації утворення подрібненого продукту. На основі прийнятої технологічної схеми виконано вибір, розрахунок і підбір технологічного обладнання. Визначено типи машин, їх продуктивність, кількість і основні параметри роботи. Обґрунтовано використання сучасного обладнання, яке забезпечує ефективне виконання технологічних операцій і стабільну якість продукції. Розрахунок обладнання проведено з урахуванням заданої продуктивності підприємства, що дозволило забезпечити узгодженість роботи всіх ділянок виробництва.

Виконано обґрунтування аспіраційної системи підприємства. Визначено джерела пиловиділення, підбрано основні елементи системи, зокрема повітропроводи, пиловловлювальні пристрої та вентилятори. Проведено розрахунок енергетичного та матеріально-ресурсного забезпечення підприємства. Визначено потребу у сировині, воді, електроенергії та інших ресурсах, необхідних для роботи виробництва. Розраховано витрати енергії на окремі технологічні операції, що дозволило оцінити енергоємність процесу і визначити шляхи її зниження. Також визначено баланс сировини і продукції, що відображає співвідношення між вихідною масою зерна та отриманими продуктами. На завершальному етапі виконано техніко-економічні розрахунки. Визначено основні показники ефективності проєкту, зокрема витрати на виробництво, собівартість продукції та можливі економічні результати. Проведено оцінку доцільності впровадження проєкту з урахуванням отриманих розрахунків. Це дозволило зробити висновок про економічну обґрунтованість створення підприємства.

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

забезпечення»; розділ 7 «Техніко-економічні показники»; висновки та рекомендації; список літератури; графічні додатки.

Обсяг роботи: пояснювальна записка викладена на 112 сторінках. Графічна частина включає 5 листів.

Висновок Будівництво круп'яного заводу малої потужністю 80 т/добу у Одеській області технічно можливо та економічно ефективно. Інвестиції у розмірі 17433,5 тис грн окупаються 2,3 роки. Кредит у розмірі 12 203,4 тис грн буде повернутий за 1,3 років. Чиста приведена вартість проекту на кінець 3-го року складе 7007,5 тис грн.

Ключові слова: крупа, технологічний процес, булгур, пшениця.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	4
ЗМІСТ	7
ВСТУП	8
1. РОЗДІЛ 1 СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ	12
2. РОЗДІЛ 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ	18
3. РОЗДІЛ 3 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ’ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА.....	24
3.1 Загальна характеристика генерального плану підприємства.....	24
3.2 . Архітектурно-будівельні рішення	28
4. РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	33
4.1 Наукове обґрунтування.....	33
4.2 Вимоги до показників якості сировини та розрахунок помельної партії	40
4.3 Обґрунтування схеми технологічного процесу	45
4.4 Розрахунок балансу	47
4.5 Підбір та розрахунок технологічного обладнання	48
4.6 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва. Застосування системи НАССР	53
4.7 Охорона праці.....	62
5. РОЗДІЛ 5 СПЕЦІАЛЬНІ РОЗРАХУНКИ.....	73
6. РОЗДІЛ 6 ЕНЕРГЕТИЧНЕ ТА МАТЕРІАЛЬНО-РЕСУРСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	78
7. РОЗДІЛ 7 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	90
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	106
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	109

ВСТУП

Сучасний стан круп'яної промисловості України доцільно розглядати як сукупність усталених технологічних підходів до переробки традиційних зернових і зернобобових культур, які сформувалися протягом тривалого часу і на сьогодні зберігають свою базову структуру, проте вимагають глибшого оновлення з урахуванням сучасних умов функціонування галузі. В основі круп'яного виробництва лежить переробка восьми традиційних культур, до яких належать просо, гречка, рис, овес, ячмінь, горох, пшениця і кукурудза. Кожна з них має власні технологічні особливості переробки, що визначають характер кінцевої продукції, співвідношення між цілим ядром і подрібненим ядром, а також рівень втрат при луценні та шліфуванні.

Рівень споживання круп'яних продуктів в Україні формується під впливом тривалих харчових традицій, що склалися історично, а також під дією сучасних змін у способі життя населення. Крупи залишаються важливою складовою щоденного раціону, оскільки вони поєднують поживну цінність, технологічну зручність у приготуванні та відносну стабільність під час зберігання. Водночас структура їх споживання не є сталою і поступово змінюється, що відображає як внутрішні особливості харчування, так і загальні тенденції розвитку харчової культури.

Зміни у структурі споживання круп безпосередньо впливають на обсяги їх виробництва. Загальний обсяг виробництва круп'яної продукції в Україні протягом останніх років коливається в межах приблизно 300–400 тисяч тонн на рік. Ці коливання зумовлені як внутрішніми факторами, так і зовнішніми умовами функціонування галузі. При цьому важливо відзначити, що виробництво не є рівномірним для всіх видів круп, а реагує на зміну попиту, що призводить до перерозподілу виробничих потужностей між окремими напрямками. Нерівномірність попиту стимулює підприємства до адаптації виробничої структури. Зростання споживання одних видів круп супроводжується збільшенням їх виробництва, тоді як зниження попиту на інші види призводить до скорочення обсягів їх випуску. Це вимагає від

підприємств гнучкості у використанні обладнання та можливості швидкої зміни асортименту продукції.

Сучасний споживач звертає увагу не лише на вид крупи, але й на її однорідність, зовнішній вигляд, кулінарні властивості та зручність у використанні. Це зумовлює необхідність підвищення вимог до якості продукції, що, у свою чергу, впливає на організацію виробництва та контроль якості. Відповідно, підприємства повинні забезпечувати стабільність показників якості, що потребує вдосконалення технічного оснащення та підходів до обробці сировини.

Слід також враховувати, що структура споживання круп формується під впливом поєднання традицій і нових тенденцій. З одного боку, зберігається стійкий попит на традиційні види круп, які мають доведену практикою цінність. З іншого боку, зростає інтерес до нових продуктів, що відрізняються за способом обробки або формою випуску. Це створює передумови для розширення асортименту та впровадження нових видів круп'яної продукції.

У цьому контексті пшеничні крупи мають значний потенціал для розвитку. Використання різних способів обробці пшениці дозволяє отримувати продукти з різними властивостями, що можуть відповідати сучасним вимогам споживачів. Розширення асортименту пшеничних круп сприяє більш повному використанню сировини та підвищенню ефективності функціонування круп'яної промисловості.

Актуальність виробництва крупи булгур з пшениці визначається поєднанням кількох важливих чинників, які стосуються структури споживання круп'яної продукції, рівня використання сировини та потреби у розширенні асортименту продуктів. У сучасних умовах спостерігається певна невідповідність між значними обсягами виробництва пшениці як сировини та обмеженим використанням її у вигляді круп'яної продукції. Це зумовлює необхідність пошуку нових напрямів переробки пшениці, які б дозволили більш повно реалізувати її потенціал.

Пшеничні крупи в Україні традиційно не займають провідного місця у структурі споживання. Основна частка припадає на інші види круп, тоді як продукти з пшениці представлені обмежено і не завжди відповідають сучасним вимогам до якості та зручності використання. У цьому контексті булгур розглядається як перспективний продукт, який може розширити асортимент пшеничних круп і підвищити їх частку у споживанні. Його поява у структурі ринку дозволяє урізноманітнити харчування та створити додаткові можливості для використання пшениці.

Важливим аспектом є зміна вимог споживачів до харчових продуктів. У сучасних умовах зростає попит на продукцію, яка поєднує поживність, зручність у приготуванні та стабільність якості. Булгур відповідає цим вимогам, оскільки має сформовану структуру зернівки, що забезпечує скорочення тривалості приготування і збереження основних властивостей продукту.

Актуальність виробництва булгуру також пов'язана з необхідністю підвищення ефективності використання сировинних ресурсів. Пшениця є одним із найбільш поширених видів зерна, однак її використання у круп'яній промисловості залишається обмеженим. Запровадження виробництва булгуру дозволяє розширити напрями переробки цієї сировини, що сприяє більш раціональному її використанню. У результаті підвищується завантаження виробничих потужностей та зростає гнучкість підприємств у формуванні асортименту продукції.

Булгур характеризується відносною однорідністю та передбачуваністю властивостей, що є важливим для забезпечення сталого рівня споживчих характеристик. Це дозволяє формувати довіру споживачів до продукту і сприяє його поступовому поширенню на ринку. У свою чергу, стабільний попит стимулює розвиток виробництва та вдосконалення організації роботи підприємств.

Слід також враховувати тенденції до розширення асортименту круп'яної продукції. В умовах конкуренції між виробниками важливим стає

не лише обсяг виробництва, а й різноманітність продукції. Булгур як відносно новий для вітчизняного ринку продукт має потенціал зайняти окрему нішу серед круп, що дозволяє підприємствам зміцнювати свої позиції за рахунок пропозиції нових видів продукції. Це особливо актуально в умовах, коли традиційні види круп уже мають сформований рівень споживання і їх подальше зростання обмежене.

Додатковим аргументом на користь розвитку виробництва булгуру є його універсальність у використанні. Продукт може застосовуватися у різних видах харчування, що розширює можливості його реалізації. Така універсальність сприяє стабільності попиту і зменшує ризики, пов'язані з коливанням споживчих уподобань. У результаті виробництво булгуру може розглядатися як один із напрямів диверсифікації діяльності підприємств круп'яної промисловості.

Важливим чинником є також можливість адаптації виробництва до різних умов функціонування підприємств. Булгур може вироблятися на базі існуючих потужностей із відповідною модернізацією, що знижує потребу у створенні повністю нових виробничих комплексів. Це робить його впровадження більш доступним і сприяє поширенню виробництва серед підприємств різного рівня.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

Стан української круп'яної промисловості в умовах війни характеризується високою напруженістю роботи, нестабільністю зовнішніх умов і необхідністю постійного пристосування підприємств до ризиків, які раніше не були визначальними для галузі. Круп'яне виробництво належить до тих напрямів харчової промисловості, які мають безпосереднє значення для продовольчої стійкості країни, оскільки круп є продуктами тривалого зберігання, відносно простими у приготуванні та придатними для забезпечення різних груп населення. Саме тому в умовах війни ця галузь не може розглядатися лише як звичайний виробничий сектор. Вона виконує важливу соціальну функцію, пов'язану із забезпеченням населення доступними харчовими продуктами.

Однією з головних проблем є порушення стабільності роботи підприємств. У мирних умовах круп'яне виробництво потребує ритмічного надходження сировини, безперервного енергозабезпечення, справного обладнання, наявності підготовлених працівників і чіткої системи відвантаження готової продукції. В умовах війни кожна з цих складових зазнає тиску. Навіть якщо підприємство фізично не пошкоджене, його робота може ускладнюватися через перебої з електроенергією, нестачу транспорту, затримки постачання допоміжних матеріалів або зміну доступності сировини. Тому основною ознакою сучасного стану галузі є не повна зупинка, а робота в умовах постійної нестабільності.

Важливим чинником є ускладнення постачання зернової сировини. Круп'яні підприємства залежать від регулярного надходження зерна відповідної якості. Війна порушує звичні напрями переміщення сировини, збільшує тривалість перевезень і підвищує ризик затримок. Частина шляхів

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.І.1.8			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Шостак В.М.			Розділ 1	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник		Ковальов М.О.					12	
Консультант								
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.				ОНТУ, ТЗХ-41		

може бути перевантаженою або небезпечною, окремі складські й транспортні вузли працюють з обмеженнями. Через це підприємства змушені формувати більші запаси сировини, якщо мають таку можливість, або працювати з нерівномірним завантаженням. Обидва варіанти є складними. Надмірні запаси потребують додаткових площ і контролю якості, а нестача сировини призводить до простоїв і порушення виробничих планів.

Окремо слід зазначити проблему якості сировини. У воєнних умовах підприємства не завжди мають можливість працювати з найбільш бажаними партіями зерна. Іноді доводиться приймати сировину з різними показниками крупності, вологості, засміченості або скловидності. Це не означає, що така сировина непридатна, однак вона потребує уважнішого контролю й точнішого добору режимів переробки. Для круп'яного виробництва це особливо важливо, бо якість зерна безпосередньо впливає на вихід крупи, кількість подрібненого ядра, вміст борошенця та однорідність готової продукції. Тому нестабільність сировинної бази ускладнює отримання продукції сталого рівня якості.

Серйозною проблемою залишається енергозабезпечення. Круп'яні підприємства є енергоємними об'єктами, оскільки робота обладнання, транспортувальних систем, аспірації, очищення повітря, освітлення та допоміжних служб залежить від електроенергії. Перебої з електропостачанням порушують ритм виробництва, змушують зупиняти обладнання або запускати його повторно, що негативно позначається на технічному стані обладнання. Часті зупинки не лише знижують продуктивність, а й підвищують ризик порушення рівномірності обробки зерна. Використання резервних джерел енергії частково розв'язує проблему, проте не усуває її повністю, бо потребує додаткових витрат, пального, обслуговування і технічного контролю.

Логістика готової продукції також стала одним із найбільш складних напрямів. Крупи мають бути своєчасно доставлені до торговельних мереж, складів, закладів харчування, гуманітарних організацій або інших

споживачів. У період війни рух продукції може затримуватися через пошкодження доріг, зміну транспортних маршрутів, нестачу автомобілів, підвищене навантаження на перевізників і вимушені зупинки. Для підприємства це означає збільшення строків виконання замовлень і потребу в кращій організації складського господарства. Якщо готова продукція накопичується на складі, виникає потреба у додатковому контролі її зберігання, стану пакування та захисту від зволоження.

Кадрова проблема в умовах війни також має суттєве значення. Частина працівників залишила підприємства через зміну місця проживання, мобілізацію або сімейні обставини. Особливо відчутною є втрата досвідчених фахівців, які добре знають обладнання, властивості сировини та особливості роботи конкретного виробництва. У круп'яній промисловості практичний досвід має велике значення, оскільки багато виробничих рішень потребують не лише знання правил, а й уміння швидко оцінити стан продукту, роботу технологічного обладнання і можливі відхилення. Підготовка нових працівників потребує часу, а в умовах підвищеного навантаження цей процес ускладнюється.

Війна посилила і вимоги до безпеки підприємств. Повітряні тривоги, загроза пошкодження інфраструктури, потреба в укриттях і правилах дій у небезпечних ситуаціях змінюють організацію праці. Підприємство має забезпечувати не лише випуск продукції, а й захист працівників. Це призводить до вимушених перерв, зміни графіків, зниження фактичного робочого часу. Водночас ігнорування безпекових вимог є неприпустимим, тому виробництво має поєднувати технологічну дисципліну з обов'язковим дотриманням правил охорони життя і здоров'я персоналу.

Війна не лише створила для круп'яної промисловості нові ризики, а й виявила її найбільш вразливі місця. Галузь потребує посилення технічної надійності, розширення можливостей зберігання, кращого енергетичного захисту, підготовки кадрів і гнучкої організації виробництва. У цих умовах головним завданням є не тільки збереження обсягів випуску продукції, а й

підтримання її стабільної якості. Саме здатність підприємств працювати без різкого зниження якості, навіть за складних умов, визначає реальний рівень стійкості української круп'яної промисловості.

1.1. Характеристика об'єкта

Пшеничні крупи в Україні мають значно більший потенціал, ніж їх фактичне місце у споживанні. Пшениця є поширеною сировиною, однак у вигляді круп'яної продукції вона використовується недостатньо широко. Традиційні пшеничні крупи не завжди мають виразну споживчу перевагу порівняно з гречкою, рисом або вівсяними пластівцями. Саме тому важливим напрямом є розширення асортименту пшеничних круп за рахунок продуктів, які мають кращу кулінарну зручність і більш чітко виражене призначення. У цьому контексті булгур є особливо перспективним, оскільки дозволяє подати пшеницю у формі більш сучасного і зручного круп'яного продукту.

За рівнем споживання круп'яні продукти в Україні залишаються важливою частиною раціону. Середній показник споживання круп становить близько 12 кг на одну особу на рік. Це не дуже високий рівень, але він підтверджує стабільну присутність круп у харчуванні населення. Разом з тим споживання розподіляється нерівномірно: основна частина припадає на кілька найбільш звичних видів, тоді як пшеничні, кукурудзяні, ячмінні та окремі спеціальні крупи займають меншу частку. Така структура створює передумови для оновлення асортименту, оскільки ринок не вичерпаний, а частина видів круп може бути представлена ширше.

Обсяги виробництва круп'яних продуктів за останні десять років змінювалися хвилеподібно. У 2017 році, за даними огляду ринку, було вироблено 206,8 тис. т круп і готових продуктів на основі круп, з яких власне круп становили 148,0 тис. т. У 2019 році виробництво основних видів круп і пластівців, без урахування рису, становило 165,1 тис. т, а у 2020 році зросло до 183,6 тис. т. У 2021 році, за даними Держстату, було виготовлено 258 тис.

т круп і пластівців. Це свідчить, що перед повномасштабною війною галузь мала можливості для нарощування випуску.

Після початку повномасштабної війни ситуація змінилася. Відкриті статистичні дані стали менш повними, тому оцінки за 2022–2025 роки потрібно подавати обережно. За попередніми галузевими оцінками, у воєнний час виробництво круп'яної продукції знизилося приблизно до 200 тис. т на рік. Серед причин називають зменшення чисельності споживачів усередині країни, порушення логістики, скорочення переробки зерна, проблеми з обладнанням та доступом до ресурсів. Тобто після підйому 2021 року галузь увійшла в період складнішої роботи, де головним завданням стало не стільки розширення, скільки збереження стабільності виробництва.

Експорт круп'яної продукції упродовж десятиріччя також змінювався. У 2016 році з України було вивезено 20,7 тис. т круп, що на 25 % більше, ніж у 2015 році. Пізніше зовнішні поставки поступово розширювалися, але їхня структура залишалася неоднорідною. Найбільший потенціал мали дешевші масові види круп'яної продукції, тоді як вівсяна крупа, вівсяні пластівці, кукурудзяна крупа і пшоно мали нижчі обсяги зовнішніх поставок. У 2024 році галузеві джерела зазначали, що експорт вівсяних пластівців і вівсяної крупи разом становив близько 12 тис. т. У 2025 році повідомлялося, що загальний обсяг експорту круп'яної продукції за поточний рік досяг 192 тис. т, що істотно вище за довоєнні рівні, однак цей показник потребує уточнення за повними річними підсумками.

1.2. Мета і завдання проекту

Метою проекту є проєкт круп'яного заводу з виробництва крупи булгур

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 пшениці у крупи типу Булгур продуктивністю 80 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

Економічне та маркетингове обґрунтування проекту будівництва круп'яного заводу з виробництва булгуру в Одеській області, зокрема в місті Чорноморськ, базується на поєднанні сировинних, логістичних, споживчих і виробничих передумов, які у сукупності формують сприятливе середовище для реалізації такого проекту. Важливо розглядати цей проект не ізольовано, а в контексті загального стану круп'яної промисловості, структури споживання та особливостей регіонального розміщення виробництва.

Першим ключовим аспектом є економічна доцільність розміщення підприємства саме в Одеській області. Цей регіон має вигідне географічне положення, яке поєднує доступ до внутрішнього ринку та можливості зовнішніх поставок. Місто Чорноморськ розташоване поблизу морських транспортних вузлів, що створює умови для гнучкого формування логістичних потоків. Це означає, що підприємство може орієнтуватися як на забезпечення внутрішнього попиту, так і на постачання продукції за межі країни. Така подвійна орієнтація підвищує стійкість виробництва, оскільки зменшує залежність від одного ринку.

Важливим економічним чинником є доступність сировини. Пшениця є однією з найбільш поширених зернових культур, і її виробництво забезпечує стабільну основу для розвитку переробних підприємств. Виробництво круп'яних продуктів, зокрема булгуру, належить до відносно доступних способів отримання харчової продукції. Це означає, що створення такого заводу не потребує надмірно складних умов, але водночас дозволяє отримувати продукцію з доданою вартістю.

З економічної точки зору важливим є також питання ефективного використання сировини. У сучасній структурі виробництва пшениця часто

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.І.1.8					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розробив		Шостак В.М.			Розділ 2		Літ	Аркуш	Аркушів	
Керівник		Ковальов М.О.							18	
Консультант		Басюркіна Н.Й.					ОНТУ, ТЗХ-41			
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.								

використовується переважно у борошномельному напрямі, тоді як її потенціал у круп'яній промисловості реалізований не повністю. Виробництво булгуру дозволяє змінити цю ситуацію шляхом диверсифікації напрямів переробки. Це сприяє більш рівномірному завантаженню зернопереробних підприємств і знижує ризики, пов'язані з коливанням попиту на окремі види продукції.

Маркетингове обґрунтування проєкту базується насамперед на аналізі структури споживання круп'яних продуктів. Як уже зазначалося, традиційні крупи мають сформований рівень попиту, який змінюється повільно. Водночас пшеничні крупи залишаються недостатньо представленими, що створює вільну нішу для нових продуктів. Булгур у цьому випадку виступає як продукт, який поєднує властивості традиційної сировини з новою формою споживання. Це дозволяє залучити споживачів, які шукають різноманітність і зручність, але не готові відмовитися від звичних продуктів.

Маркетингову привабливість проєкту підсилює і можливість роботи з різними каналами збуту. Булгур може реалізовуватися як у фасованому вигляді для роздрібної торгівлі, так і у більших обсягах для закладів харчування або переробних підприємств. Така універсальність дозволяє підприємству гнучко реагувати на зміну попиту і перерозподіляти продукцію залежно від умов ринку.

Не менш важливим є фактор гнучкості виробництва. Проєкт круп'яного заводу з виробництва булгуру може бути реалізований з урахуванням можливості часткового переорієнтування на інші види круп'яної продукції. Це означає, що підприємство не буде жорстко прив'язане лише до одного виду продукції, а зможе адаптуватися до змін попиту. Такий підхід знижує ризики і підвищує економічну ефективність проєкту в довгостроковій перспективі.

Послугами круп'яного заводу по переробці зерна у круп'яні продукти на давальницьких умовах будуть користуватися комерційні підприємства (фирми), сільськогосподарські підприємства і приватні особи. Обсяг

переробки пропонується на рівні 18 000 т зерна у тому числі власного зерна – 12 000 т та 6 000 т - зерно клієнтів.

Режим роботи підприємства приймаємо перервний (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;

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

Добову потужність підприємства по переробці зерна (Пдоб) розраховують за формулою:

$$P_{доб} = \frac{V_p}{P \Pi \times K_{вп}} = \frac{18000}{250 \times 0.9} = 80 \text{ т/добу або } 3,3 \text{ т/год}$$

- 0,9 коефіцієнт використання потужності.

Пропонується будівництво борошномельного заводу малої продуктивності в Одеській області потужністю 80 т/добу.

На виробництво круп і пластівців планується закуповувати високоскловидну пшеницю 1-3 класу.

При проектуванні круп'яного заводу планується використовувати сучасну технологію, яка дозволяє виробляти продукцію - крупа пшенична шліфована (типу перлової) та плющені крупи швидкого приготування, яка відповідає сучасним стандартам якості продукції.

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

Економічною метою будівництва підприємства є – отримання прибутку від здійснення діяльності по виробництву і реалізації круп'яних продуктів (надання послуг), що буде вироблятися на новому побудованому підприємстві.

Загальний вихід круп шліфованих (типу булгур) планується - 30 %, плющеного ядра - 50 %. Загальний вихід готової продукції на підприємстві 80 %. Структура переробки відповідає потребі споживачів у даному регіоні.

Для відторгнення ринку передбачається стратегія зниження цін на продукцію і тарифів на послуги по переробці зерна у порівнянні з конкурентами.

Розташування поблизу сировинної зони (яка дає можливість зменшити витрати на транспортування), а також використання сучасного технологічного процесу і обладнання, (які дозволяють зменшити виробничі витрати), припускаємо зниження цін на продукцію і тарифи на послуги по переробці зерна на 5% на ті, які склалися у даному регіоні.

Вільні ціни конкурентів на крупу пшеничну у регіоні складають: 11 136 грн/т пшеничної крупи типу полтавська, та 14 300 грн/т пшеничних пластівців.

Ціни підприємства (без ПДВ): на пшеничну крупу 7613 грн/т (9136/1,2), на пластівці 10250 грн/т (12300/1,2) а з розрахунком прийнятої стратегії зниження цін на 5% будуть, відповідно: 7250 грн/т (7613/1,05) на пшеничну крупу та 9761 грн/т (10250 /1,05). Оптові ціни підприємства по неосновної продукції приймають виходячи з вільних цін у даному регіоні. Вільні ціни на 4500 грн/т на борошенце кормове. Ціни підприємства (без ПДВ) 4095 грн/т (4300/1,2), а з розрахунком зниження на 5% - 3900 грн/т (4300/1,05).

Вільний тариф на давальницьку переробку зерна приймається на рівні – 504 грн/т, без ПДВ – 420 грн/т, відповідно зі знижкою на 5% - 400 грн/т.

Обсяг виробництва та реалізації продукції і послуг по давальницької переробці приведено у табл.2.1

Прибуток (П) визначається за формулою

$$\Pi = \text{РП} \times \frac{p}{100 + p},$$

де РП – обсяг реалізації продукції та послуг,

Рпр – рентабельність продукції та послуг, яку задають шляхом прогнозування, приймаємо Рпр = 12%

$$\Pi = 77620,8 \times 12 / (100 + 12) = 8316,5 \text{ тис грн}$$

Таблиця 2.1 – Розрахунок обсягів виробництва і реалізації продукції та послуг

Показники	Значення показника,	Оптові ціни і тарифи підприємства грн/т	Обсяги реалізації продукції, тис.грн
1	2	3	4
1. Річний обсяг переробки зерна, тонн	18 000	x	x
2. Обсяги переробки зерна власних ресурсів, тонн	12 000	x	x
3. Виробництво продукції з власних ресурсів, %	80		
Т	9600	x	x
крупя типу булгур %	30		
Т	2880	7250	20880
плющене ядро %	50		
Т	4800	9761	46852,8
борошенце %	20		
Т	1920	3900	7488
4. Всього реалізація продукції (з власних ресурсів)	x	x	75220,8
5. Переробка зерна клієнтів	6000	400	2400
Всього	x	x	77620,8

2.3. Визначення потреби в інвестиціях і попередня оцінка економічної доцільності будівництва.

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

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

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

додаткових оборотних коштів - ΔOK ($I_{\text{ок}} = \Delta OK$).

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

$$I_{овф} = I_{пит} \times П_{доб}$$

Питомі капітальні вкладення приймаємо на рівні 150 000 грн за одну тону виробничої потужності.

$$I_{овф} = 150 \cdot 80 = 12000 \text{ тис грн}$$

У питомих капітальних вкладень передбачено будівництво зерносховища і складів у складі круп'яного заводів у розмірах, що передбачають відповідну нормативну забезпеченість ємності у добах запасу.

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

$$I_{ок} = 0,1 \times РП$$

$$I_{ок} = 0,07 \cdot 77620,8 = 5433,5 \text{ тис грн}$$

$$\text{Тоді: } I = 12000 + 5433,5 = 17433,5 \text{ тис грн.}$$

Висновки: Будівництво круп'яного заводу малої потужності технічно можливо та економічно доцільно, оскільки співвідношення суми інвестицій к прогнозованому прибутку дорівнює: $I/П = 17433,5 / 8316,5 = 2,1$

У цьому випадку можна очікувати строк окупності інвестицій (порахований з урахуванням дисконтування грошових потоків) до 2-3 роки.

При визначенні джерел інвестування приймають, що 30 % інвестицій здійснюється за рахунок інвестора – 5230,1 грн, решта - за рахунок кредиту. Тобто, сума кредиту (К) дорівнює $K = 17433,5 - 5230,1 = 12\,203,4$ грн.

РОЗДІЛ 3

ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА

3.1 Загальна характеристика генерального плану підприємства

Загальна характеристика генерального плану підприємства з переробки пшениці в крупи типу булгур повинна розглядатися як комплексне інженерне рішення, яке забезпечує узгоджене розміщення всіх будівель, споруд, транспортних зв'язків та інженерних мереж на відведеній території. Генеральний план не є лише схемою розташування об'єктів, а виступає основою для організації роботи підприємства, визначає умови переміщення сировини і продукції, впливає на безпечність праці, санітарний стан та можливість подальшого розвитку виробництва. Саме тому його розроблення повинно спиратися на чітку логіку, яка враховує виробничі, технічні, санітарні та експлуатаційні вимоги.

Територія підприємства складається з урахуванням необхідності раціонального використання площі, збереження чіткої структури забудови та забезпечення зручності переміщення транспорту. Важливо, щоб планування території дозволяло організувати прямолінійний рух матеріальних потоків без зустрічних і перехресних напрямів. Це означає, що в'їзд сировини, її розміщення, подальше переміщення до виробничого корпусу, а також вивезення готової продукції повинні бути логічно пов'язані між собою. Такий підхід дозволяє зменшити втрати часу, знизити навантаження на транспорт і підвищити загальну ефективність роботи підприємства.

Центральне місце в генеральному плані займає виробничий корпус, у якому здійснюється переробки пшениці в булгур. Його розташування визначається необхідністю зручного зв'язку із зонами приймання сировини та відвантаження готової продукції. Виробничий корпус доцільно

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.І.1.8			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Шостак В.М.				Розділ 3	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Ковальов М.О.						24	
Консультант						ОНТУ, ТЗХ-41		
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.							

розміщувати таким чином, щоб скоротити довжину внутрішніх транспортних шляхів і забезпечити компактність виробництва. При цьому слід враховувати можливість розширення або модернізації обладнання, що потребує резерву площі як усередині будівлі, так і на прилеглий території.

Зона приймання сировини є одним із ключових елементів генерального плану. Вона повинна забезпечувати безпечне та зручне приймання зерна, його первинне розміщення і подальше переміщення до місць зберігання. Розташування цієї зони має враховувати напрям основних транспортних потоків, щоб уникнути скупчення транспорту і забезпечити безперервність роботи. Важливо також передбачити достатню площу для маневрування транспортних засобів, що дозволяє зменшити затримки та підвищити пропускну здатність.

Складські приміщення для зберігання сировини розміщуються поблизу зони приймання, але з урахуванням вимог до ізоляції та захисту зерна від впливу зовнішніх факторів. Вони повинні забезпечувати можливість формування партій сировини з необхідними характеристиками та підтримання належного стану зерна протягом усього періоду зберігання. Розташування складів має бути таким, щоб забезпечити зручний зв'язок із виробничим корпусом і мінімізувати витрати на внутрішнє транспортування.

Зона зберігання готової продукції розташовується окремо від сировинної частини, що дозволяє уникнути змішування потоків і забезпечити санітарну чистоту. Склади готової продукції повинні бути безпосередньо пов'язані із зоною відвантаження, що спрощує організацію логістики. Важливо передбачити умови для зберігання продукції в різних видах пакування, а також можливість швидкого формування партій для відправлення споживачам.

Транспортна інфраструктура підприємства є важливою складовою генерального плану. Вона включає під'їзні шляхи, внутрішні дороги, майданчики для розвантаження та навантаження, а також місця для стоянки транспорту. Внутрішні дороги повинні забезпечувати зручний рух

транспортних засобів між усіма основними зонами підприємства. При цьому необхідно уникати перехрещення потоків сировини і готової продукції, оскільки це може призводити до затримок і ускладнювати організацію роботи.

Окрему увагу слід приділити розміщенню допоміжних і обслуговувальних будівель. До них належать адміністративні приміщення, побутові будівлі, ремонтні майстерні, склади допоміжних матеріалів та інші об'єкти, які забезпечують функціонування підприємства. Їх розташування повинно бути зручним для працівників і не перешкоджати основним виробничим процесам. Водночас вони мають бути достатньо ізольованими від виробничих зон, щоб не впливати на їх роботу.

Інженерні мережі є невід'ємною частиною генерального плану. До них належать системи електропостачання, водопостачання, водовідведення, вентиляції та інші комунікації. Їх розміщення повинно забезпечувати надійність роботи та можливість обслуговування без порушення виробничого процесу. Особливо важливо передбачити резервні рішення для забезпечення безперервності роботи підприємства в умовах нестабільного енергопостачання.

Питання безпеки також відіграють важливу роль. Генеральний план має передбачати можливість швидкої евакуації працівників, наявність протипожежних розривів між будівлями, доступ пожежної техніки до всіх об'єктів та розміщення засобів пожежогасіння. Умови воєнного часу додатково вимагають врахування заходів цивільного захисту, що впливає на розміщення укриттів і організацію роботи підприємства.

Проектування генерального плану круп'яного підприємства регулюється системою нормативних актів, які охоплюють містобудування, промислове проектування, санітарні вимоги, пожежну безпеку та інженерне забезпечення. Для коректного проектування необхідно враховувати їх у сукупності, оскільки саме поєднання цих вимог визначає структуру території, взаємне розташування будівель і умови безпечної роботи підприємства.

Оснoву нoрмативнoї бази становлять державні будівельні нoрми України. Ключoвим документoм, який визначає підходи до розроблення генеральних планів промислових підприємств, є ДБН Б.2.2-12:2019. У цьому документі встановлено загальні вимоги до розміщення підприємств, зонування територій, організації транспортних потоків, санітарних розривів і щільності забудови. Він визначає принципи, за якими формується структура генерального плану, незалежно від конкретної галузі.

Безпосередньо для промислових об'єктів застосовується також ДБН Б.2.2-3:2018. Цей документ регламентує розміщення виробничих і допоміжних будівель, відстані між ними, вимоги до території підприємства, а також принципи організації внутрішніх потоків. Для круп'яних підприємств ці нoрми мають особливе значення, оскільки визначають умови розміщення виробничих корпусів, складів сировини та готової продукції.

Окрему групу становлять нoрми, що регулюють санітарні вимоги. Основним документoм у цій сфері є ДСанПіН 173-96. Він встановлює санітарно-захисні зони, вимоги до розміщення підприємств відносно житлової забудови, правила розділення чистих і умовно забруднених зон, а також умови запобігання впливу пилу та шуму. Для круп'яних підприємств, де можливе утворення пилу під час обробці зерна, ці вимоги є обов'язковими.

Важливе значення мають також нoрмативи з пожежної безпеки. До них належать ДБН В.1.1-7:2016, які визначають протипожежні відстані між будівлями, вимоги до проїздів для пожежної техніки, розміщення джерел водопостачання для гасіння пожеж і організацію евакуаційних шляхів. У круп'яній промисловості ці нoрми особливо важливі через наявність пилоповітряних сумішей, що можуть створювати підвищений ризик займання.

Інженерне забезпечення території регулюється окремими нoрмативними документами. Зокрема, системи водопостачання і водовідведення визначаються вимогами ДБН В.2.5-74:2013 та відповідних

норм для каналізації. Вони встановлюють правила розміщення мереж, вимоги до їх захисту і доступності для обслуговування. Електропостачання регламентується галузевими правилами, які визначають розміщення трансформаторних підстанцій, кабельних ліній і заходи безпеки.

Для транспортної інфраструктури застосовуються норми щодо автомобільних доріг і внутрішньозаводських проїздів. Вони визначають ширину доріг, радіуси поворотів, умови організації руху транспорту і вимоги до покриття. Це важливо для забезпечення безперервного переміщення сировини та готової продукції без перехрещення потоків.

Крім того, при проектуванні генерального плану враховуються галузеві рекомендації для підприємств зернопереробної промисловості. Вони не завжди мають статус обов'язкових норм, але містять практичні вимоги до розміщення складів зерна, виробничих корпусів, аспіраційних систем і допоміжних об'єктів. Такі документи уточнюють загальні будівельні норми з урахуванням особливостей круп'яного виробництва.

3.2 Архітектурно-будівельні рішення

Архітектурно-будівничі рішення підприємства з переробки пшениці в крупи типу булгур визначаються поєднанням виробничих потреб, вимог до надійності будівель, зручності експлуатації та забезпечення належного санітарного стану. Ці рішення охоплюють загальне планування будівель, їх конструктивну основу, внутрішню організацію простору, вибір матеріалів і взаємодію з інженерними системами. Важливо підкреслити, що архітектурна частина не існує окремо від виробничої, а безпосередньо підпорядковується їй і забезпечує можливість стабільної роботи підприємства.

Основою архітектурного підходу є чітка логіка побудови простору. Будівлі повинні бути організовані так, щоб рух сировини, напівпродуктів і готової продукції відбувався послідовно, без повернень і перехрещень. Це означає, що внутрішнє планування виробничого корпусу повинно відповідати напрямку переміщення матеріальних потоків. Такий підхід

дозволяє зменшити втрати часу, спростити експлуатацію і підвищити загальну ефективність роботи підприємства.

Виробничий корпус є головною будівлею підприємства. Його архітектурне рішення визначається потребою розміщення обладнання, забезпечення доступу до нього та можливості обслуговування. Простір корпусу організовується з урахуванням вертикального і горизонтального переміщення продукту. Часто доцільно використовувати багаторівневу схему, при якій окремі операції розміщуються на різних рівнях. Це дозволяє зменшити кількість механічних переміщень і раціонально використовувати об'єм будівлі.

Конструктивна схема виробничого корпусу повинна забезпечувати достатню міцність і жорсткість будівлі. Для цього зазвичай застосовують каркасні системи, які дозволяють отримати великі вільні простори без зайвих внутрішніх опор. Це важливо для розміщення обладнання та можливості його перестановки у разі модернізації. Каркас може бути виконаний із залізобетону або металу, вибір залежить від розмірів будівлі, умов експлуатації та економічних міркувань.

Перекриття у виробничих приміщеннях повинні витримувати навантаження від обладнання і продукту. При цьому важливо забезпечити достатню висоту поверхів, щоб розмістити технологічні лінії, транспортні системи та аспіраційне обладнання. Недостатня висота ускладнює монтаж і обслуговування, тому цей параметр визначається з урахуванням габаритів обладнання і запасу для його заміни.

Стіни будівлі повинні забезпечувати захист від зовнішніх впливів і підтримувати стабільні умови всередині приміщення. Для круп'яного виробництва важливо зменшити проникнення вологи, пилу і різких коливань температури. Внутрішні поверхні стін мають бути гладкими, без тріщин і виступів, щоб запобігти накопиченню пилу і полегшити прибирання. Це є важливою умовою підтримання санітарного стану.

Підлоги у виробничих приміщеннях повинні бути міцними, рівними і зносостійкими. Вони мають витримувати навантаження від обладнання і транспорту, а також бути стійкими до стирання. Важливо передбачити можливість їх очищення, тому поверхня повинна бути без значних нерівностей і пошкоджень. У місцях можливого накопичення продукту або пилу необхідно забезпечити зручний доступ для прибирання.

Складські приміщення для зберігання сировини і готової продукції мають свої особливості. Вони повинні бути ізольованими від виробничих зон, щоб запобігти змішуванню потоків і забезпечити чистоту продукції. Архітектурне рішення складів передбачає достатній об'єм для розміщення запасів, зручні під'їзди для транспорту та можливість контролю умов зберігання. Важливо, щоб конструкції складів забезпечували захист від вологи і перепадів температури.

Допоміжні будівлі і приміщення також є важливою частиною архітектурного рішення. До них належать адміністративні приміщення, побутові кімнати, лабораторії, ремонтні майстерні. Їх розташування повинно бути зручним для працівників, але не заважати виробничим процесам. Адміністративні будівлі зазвичай розміщуються ближче до входу на територію підприємства, що полегшує доступ і організацію управління.

Важливим елементом є організація внутрішніх комунікацій. До них належать сходи, переходи, проходи між обладнанням. Вони повинні забезпечувати безпечне і зручне переміщення працівників. Ширина проходів визначається з урахуванням інтенсивності руху і потреби в евакуації. Всі комунікації повинні бути добре освітлені і не мати перешкод.

Особливу увагу слід приділити можливості подальшого розвитку підприємства. Архітектурні рішення повинні передбачати резерв площі для розширення або модернізації. Це дозволяє уникнути складних перебудов у майбутньому і забезпечує гнучкість виробництва.

Архітектурно-будівельні рішення круп'яних підприємств регулюються системою нормативних документів, які охоплюють загальні

вимоги до проєктування будівель, спеціальні вимоги до промислових об'єктів, санітарні правила, пожежну безпеку, інженерні системи та умови праці. Важливо розуміти, що для такого підприємства не існує одного окремого документа, який би повністю визначав усі рішення. Натомість застосовується комплекс норм, кожна з яких регулює свою частину проєктування, а їх узгоджене використання забезпечує правильне формування будівлі і виробничого середовища.

Основу становлять державні будівельні норми України, які визначають загальні підходи до проєктування будівель і споруд. Ключовим документом є ДБН В.2.2-28:2010. У ньому встановлено вимоги до планувальних рішень, внутрішнього зонування, організації приміщень, освітлення, вентиляції та санітарних умов. Для круп'яних підприємств цей документ є базовим, оскільки враховує особливості виробництва харчової продукції, включаючи необхідність розділення потоків сировини і готової продукції.

Додатково застосовується ДБН В.2.2-3:2018, який визначає загальні принципи проєктування виробничих будівель. У ньому регламентуються параметри приміщень, висота поверхів, вимоги до конструктивних схем, навантаження на перекриття, розміщення колон і забезпечення доступу до обладнання. Ці норми особливо важливі для правильного вибору конструкції виробничого корпусу круп'яного заводу.

Планувальні рішення території і взаємне розташування будівель визначаються вимогами ДБН Б.2.2-12:2019. Хоча цей документ більше стосується генерального плану, його положення безпосередньо впливають і на архітектурні рішення будівель, зокрема щодо щільності забудови, відстаней між об'єктами, орієнтації будівель та забезпечення інсоляції.

Санітарні вимоги до архітектурних рішень встановлюються ДСанПіН 173-96. Цей документ визначає умови розміщення підприємств, санітарно-захисні зони, вимоги до ізоляції виробничих приміщень і запобігання забрудненню продукції. Для круп'яних підприємств це має особливе

значення через необхідність контролю пилу, вологості та чистоти виробничого середовища.

Пожежна безпека є обов'язковою складовою архітектурно-будівельних рішень і регулюється ДБН В.1.1-7:2016. У цьому документі визначено вимоги до вогнестійкості конструкцій, організації евакуаційних виходів, ширини проходів, розміщення протипожежних розривів і доступу пожежної техніки. Для круп'яних підприємств ці вимоги є критично важливими, оскільки наявність пилу підвищує ризик займання.

Конструктивні рішення будівель також регулюються нормами щодо навантажень і матеріалів. Зокрема, застосовується ДБН В.1.2-2:2006, який визначає розрахункові навантаження на конструкції, включаючи вагу обладнання, сировини та вплив зовнішніх факторів. Це дозволяє забезпечити міцність і надійність будівель у процесі експлуатації.

Інженерні системи, які є частиною архітектурних рішень, регулюються окремими нормативами. Наприклад, системи водопостачання і водовідведення визначаються вимогами ДБН В.2.5-74:2013, а вентиляція і мікроклімат — відповідними будівельними нормами щодо опалення, вентиляції та кондиціювання повітря. Ці документи визначають параметри внутрішнього середовища, які безпосередньо впливають на якість продукції і умови праці.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Наукове обґрунтування

Технологічні властивості зерна м'якої і твердої пшениці мають визначальне значення для круп'яного виробництва, оскільки саме від них залежить поведінка зернівки під час обробці, вихід цілого ядра, кількість подрібненого ядра і борошенця, а також загальна стабільність якості продукції. Першим базовим показником є колір зерна. Він характеризує стан оболонки і частково відображає умови вирощування зернівки, але для круп'яного виробництва важливий насамперед як ознака якості сировини і майбутнього зовнішнього вигляду крупи. У м'якої пшениці колір зерна зазвичай світло-жовтий або жовто-сірий, іноді з легким матовим відтінком. У твердої пшениці він більш насичений, бурштиново-жовтий або янтарний, з вираженим блиском. Це пов'язано з щільнішою структурою ендосперму і більш щільними оболонками.

Колір зерна прямо впливає на колір готової крупи. При використанні м'якої пшениці крупа має світліший, іноді менш виразний вигляд. При використанні твердої пшениці продукт виходить більш яскравим і однорідним за кольором. Для булгуру це має особливе значення, оскільки споживач очікує саме жовтуватий відтінок продукту. Тому тверда пшениця є більш бажаною за цим показником. М'яка пшениця може використовуватися, але вимоги до її сортування і відбору зростають.

Другий показник це запах зерна. Він характеризує свіжість і відсутність сторонніх домішок або пошкоджень. Нормальний запах як у м'якої, так і у твердої пшениці є слабким, зерновим, без сторонніх відтінків. Важливо, щоб не було запаху затхлості, плісняви або самозігрівання.

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.І.1.8			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Шостак В.М.			Розділ 4	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник		Ковальов М.О.					33	
						ОНТУ, ТЗХ-41		
Консультант								
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.						

Для технології цей показник є критичним, оскільки сторонні запахи не усуваються повністю під час переробки і можуть переходити в готову продукцію. М'яка пшениця частіше схильна до появи сторонніх запахів при неправильному зберіганні через більш пухку структуру зернівки. Тверда пшениця, завдяки щільнішому ендосперму, є більш стійкою, але при порушенні умов також може втрачати якість. Таким чином, обидва види потребують однакової уваги, але тверда пшениця має дещо кращу стійкість до цього чинника.

Смак зерна є доповненням до оцінки запаху і характеризує відсутність гіркоти, кислуватості або інших небажаних відтінків. Нормальний смак повинен бути слабо вираженим, злегка солодкуватим. Для м'якої пшениці цей показник може бути більш нейтральним, тоді як тверда пшениця часто має більш виражену зернову основу смаку. У круп'яному виробництві смак важливий не стільки на етапі сировини, скільки як показник її якості. Якщо зерно має відхилення, це означає, що в ньому вже відбулися небажані зміни, які вплинуть на продукт.

Засміченість зерна характеризує вміст сторонніх домішок. До них належать мінеральні домішки, органічні рештки, зерна інших культур і пошкоджені зернівки. Для якісної сировини загальна засміченість повинна не перевищувати 1–3 %. М'яка пшениця часто має ширший склад домішок через більшу поширеність і різноманітність партій. Тверда пшениця зазвичай більш однорідна, але це залежить від умов збирання і очищення.

Вплив засміченості на виробництво є значним. Домішки погіршують якість продукції, збільшують зношування обладнання і ускладнюють процес очищення. Крім того, вони можуть впливати на колір і запах крупи. Тому для обох видів пшениці важливо забезпечити низький рівень засміченості, але м'яка пшениця потребує більш ретельного очищення.

Друга група показників стосується його фізичних і структурних властивостей. Саме вони визначають, як зернівка поводить себе під час переробки, наскільки вона стійка до механічного впливу і який вихід крупи

можна отримати. До цієї групи належать однорідність за типовим і сортовим складом, вирівняність за крупністю, консистенція ендосперму, маса 1000 зерен і натура зерна.

Однорідність за типовим і сортовим складом характеризує ступінь однаковості зерна в межах однієї партії. Йдеться не лише про належність до одного виду пшениці, а й про близькість за сортовими ознаками, структурою ендосперму, щільністю і міцністю оболонок. Чим більш однорідна партія, тим більш передбачувано вона поведеться під час обробці.

Для м'якої пшениці однорідність часто є нижчою. Це пов'язано з тим, що вона представлена широким спектром сортів, які можуть суттєво відрізнятися між собою за скловидністю, щільністю і механічною міцністю. У результаті в одній партії можуть бути як більш крихкі, так і відносно щільні зернівки. Для твердої пшениці цей показник, як правило, вищий. Вона має більш стабільну структуру і меншу різницю між окремими зернівками.

З технологічної точки зору це має пряме значення. При високій однорідності всі зернівки піддаються обробці приблизно однаково. Це дозволяє отримати рівномірний вихід крупи і зменшити кількість подрібненого ядра. При низькій однорідності частина зерна руйнується раніше, ніж інша, що призводить до втрат. Таким чином, тверда пшениця за цим показником є більш придатною для круп'яного виробництва.

Вирівняність за крупністю характеризує ступінь однаковості зернівок за розміром. Вона визначається як частка зерна, що має близькі геометричні параметри. Для якісної сировини цей показник повинен бути не нижче 80–90 %. У м'якої пшениці вирівняність зазвичай знаходиться в межах 70–85 %, у твердої – 85–95 %.

Значення цього показника полягає в тому, що зернівки різного розміру по-різному реагують на механічний вплив. Дрібні зернівки швидше руйнуються, тоді як великі можуть залишатися недостатньо обробленими. У результаті зростає частка подрібненого ядра і знижується якість крупи. При високій вирівняності зерно обробляється рівномірно, що забезпечує

стабільний результат. За цим показником тверда пшениця також має перевагу.

Консистенція ендосперму є одним із ключових показників для круп'яного виробництва. Вона характеризує внутрішню будову зернівки і визначає її міцність. У м'якої пшениці ендосперм переважно борошністий або напівскловидний. У твердої пшениці він щільний і скловидний. Для м'якої пшениці становить скловидність приблизно 30–60 %, для твердої – 70–95 %. Чим вища скловидність, тим щільніший ендосперм.

Практичне значення цього показника дуже велике. Щільний ендосперм краще витримує механічний вплив і менше руйнується. Це означає, що при обробці отримують більше цілого ядра і менше дрібних фракцій. Борошністий ендосперм, навпаки, легко кришиться, що призводить до зростання втрат. Саме тому тверда пшениця значно краще підходить для виробництва булгуру, де важливо отримати частинки певного розміру з мінімальним руйнуванням.

Маса 1000 зерен є показником, який характеризує крупність і повноту зерна. Для м'якої пшениці вона зазвичай становить 30–45 г, для твердої – 35–55 г. Більші значення свідчать про добре розвинене зерно з більшою часткою ендосперму. Цей показник впливає на вихід крупи. Чим більша маса зернівок, тим більше з них можна отримати продукту і тим менше частка оболонки у відносному вираженні. Крім того, великі зернівки менш схильні до подрібнення. За цим показником тверда пшениця також має перевагу, хоча в окремих випадках м'яка пшениця може наближатися до неї за значеннями.

Натура зерна характеризує масу зерна в одиниці об'єму. Вона відображає щільність укладання зернівок і їхню повноту. Для м'якої пшениці цей показник становить приблизно 720–780 г/л, для твердої – 780–850 г/л. Висока натура означає, що зерно щільне, добре виповнене і має високий вміст ендосперму. Таке зерно дає кращий вихід крупи і менше руйнується. Низька натура свідчить про щуплість зерна, що призводить до зростання

кількості відходів. Таким чином, тверда пшениця і за цим показником є більш придатною.

За всіма розглянутими показниками тверда пшениця має кращі характеристики для круп'яного виробництва. Вона більш однорідна, краще вирівняна за розміром, має щільний ендосперм, більшу масу зернівок і вищу натуру. Усі ці властивості забезпечують менші втрати і вищий вихід цілого продукту. М'яка пшениця може використовуватися, але вона потребує більш ретельної підготовки і не дає такого стабільного результату.

Хімічний склад зерна пшениці є основою його технологічних властивостей у круп'яному виробництві. Саме він визначає міцність ендосперму, здатність зернівки зберігати цілісність під час обробки і формування виходу готового продукту. Найважливішим компонентом у цьому відношенні є білок, оскільки він утворює каркас ендосперму і безпосередньо впливає на зв'язок між іншими складниками зерна.

У м'якої пшениці вміст білка зазвичай становить 10–13 %, інколи може досягати 14 %, але такі випадки не є типовими. У твердої пшениці білка більше, в середньому 12–16 %, а в окремих партіях навіть до 17 %. Це означає, що тверда пшениця має більш розвинену білкову основу, яка визначає її підвищену міцність.

Білки пшениці не є однорідними. Вони складаються з кількох груп, серед яких основне значення мають гліadini і глютеніни. Саме вони формують внутрішню структуру ендосперму. У твердої пшениці частка глютенінів вища, що забезпечує більш щільну і міцну структуру. У м'якої пшениці більше гліадинів, які формують більш пластичну, але менш міцну систему. Амінокислотний склад білків також має значення. Основними амінокислотами є глютамінова кислота, пролін, лейцин, ізолейцин, валін, фенілаланін, тирозин. Частка глютамінової кислоти у білках пшениці становить близько 30–35 %, проліну 10–15 %. Саме ці амінокислоти відповідають за формування міцних внутрішніх зв'язків. У твердої пшениці вміст глютамінової кислоти і проліну дещо вищий, ніж у м'якої. Це означає,

що білкова матриця щільніша і краще утримує крохмальні зерна. У м'якої пшениці білкова структура менш впорядкована, тому зв'язок між компонентами слабший. Вміст незамінних амінокислот, таких як лізин, метіонін, триптофан, у пшениці відносно низький і становить 2,5–4 % від загальної кількості білка. Цей показник важливий з точки зору харчової цінності, але для круп'яного виробництва він не є визначальним. Значно важливішою є саме здатність білка створювати міцну структуру.

Крохмаль є основною складовою ендосперму пшениці і визначає масову частку сухих речовин зернівки. Саме він формує об'єм майбутньої крупи, тому його властивості мають безпосередній вплив на вихід продукту, характер подрібнення і поведінку зерна під час обробці. Для м'якої пшениці вміст крохмалю зазвичай становить 60–68 %, для твердої 58–65 %. Різниця за кількістю невелика, але вирішальне значення має не сам вміст, а структура крохмалю і його зв'язок з білковою основою. Крохмаль складається з двох основних фракцій. Це амілоза і амілопектин. Амілоза становить у середньому 20–28 %, амілопектин 72–80 %. Амілоза має лінійну будову, тоді як амілопектин має розгалужену структуру. Саме співвідношення цих фракцій визначає фізичні властивості крохмалю. У твердої пшениці частка амілози зазвичай ближча до верхньої межі, тобто 25–28 %. У м'якої пшениці вона частіше знаходиться в межах 20–25 %. Це означає, що крохмаль твердої пшениці є більш щільним і менш схильним до набухання. У м'якої пшениці більша частка амілопектину робить крохмаль більш пухким і менш стабільним при механічному впливі. Окрім фракційного складу, важливим є розмір крохмальних зерен. У пшениці вони поділяються на дві групи. Великі зерна мають розмір 15–35 мкм, дрібні 2–10 мкм. У м'якої пшениці частка дрібних зерен більша. У твердої пшениці переважають більші зерна. Дрібні крохмальні зерна легше відокремлюються і швидше переходять у борошенце під час механічного впливу. Великі зерна міцніше утримуються в білковій матриці і краще зберігають свою структуру. Саме тому тверда пшениця дає менше дрібних фракцій при переробці.

Жири у зерні пшениці містяться в невеликій кількості. У м'якої пшениці їх вміст становить приблизно 1,5–2,5 %, у твердої пшениці 1,8–2,8 %. Основна частина жиру знаходиться в зародку, менша частина в алеїроновому шарі. Жири представлені тригліцеридами, фосфоліпідами і вільними жирними кислотами. Технологічне значення жирів полягає у їх здатності окиснюватися. При тривалому зберіганні або при пошкодженні зернівки жири починають розкладатися, що супроводжується появою стороннього запаху і присмаку. Для круп'яного виробництва це важливо, оскільки продукт повинен зберігати стабільні органолептичні властивості.

Клітковина і геміцелюлози входять до складу оболонок зернівки. Їх вміст у м'якої пшениці становить приблизно 2–3 %, у твердої 2–2,5 %. Основна частина цих речовин зосереджена у плодових і насінневих оболонках.

Зольні речовини характеризують вміст мінеральних елементів у зерні. У м'якої пшениці їх вміст становить 1,5–1,8 %, у твердої 1,6–2,0 %. Основна частина мінеральних речовин зосереджена в оболонках і алеїроновому шарі.

Зольність важлива для круп'яного виробництва як показник чистоти продукту. Чим більше в готовій крупі оболонкових частинок, тим вища її зольність. Це означає, що продукт містить більше сторонніх домішок і має нижчу якість.

Прості цукри в зерні містяться в невеликій кількості, приблизно 1–2 % у обох видів пшениці. Вони представлені глюкозою, фруктозою і сахарозою. Їх значення полягає в тому, що вони впливають на смак і частково на процеси, що відбуваються під час термічної обробки.

Для круп'яного виробництва цей показник не є визначальним, але при підвищеному вмісті цукрів можливе більш інтенсивне потемніння продукту при нагріванні. У цьому відношенні різниця між м'якою і твердою пшеницею не є суттєвою.

4.2 Вимоги до показників якості сировини

Національний стандарт України ДСТУ 3768:2019 «Пшениця. Технічні умови» є базовим нормативним документом, який визначає вимоги до якості зерна як сировини для подальшого використання у різних напрямках перероблення. Його значення полягає в тому, що він встановлює єдину систему оцінювання зерна, яка застосовується як на внутрішньому ринку, так і під час експорту.

Стандарт виконує функцію системного регулятора, який визначає параметри якості зерна через комплекс показників. Він формує основу для класифікації, нормування та контролю якості.

У стандарті передбачено поділ зерна на класи залежно від його якості. Для м'якої пшениці встановлено чотири класи, для твердої п'ять класів, що дозволяє диференціювати зерно за придатністю до різних напрямів використання. Основою цього поділу є комплекс показників, серед яких натура, скловидність, вологість, вміст домішок та інші характеристики. Такий підхід є логічним, оскільки жоден окремий показник не може повністю визначити якість зерна. Водночас аналіз показує, що система класифікації більшою мірою орієнтована на борошномельні властивості, ніж на круп'яні. Наприклад, для м'якої пшениці допускається значна варіація скловидності, що є прийнятним для виробництва борошна, але не відповідає вимогам круп'яного виробництва, де цей показник має визначальне значення.

Для твердої пшениці стандарт встановлює більш жорсткі вимоги до скловидності, що наближає її оцінку до потреб круп'яної промисловості. Це пояснюється тим, що тверда пшениця традиційно використовується для виробництва продуктів, де важлива міцність ендосперму. Таким чином, вже на рівні класифікації простежується певна перевага твердої пшениці як сировини для круп'яного виробництва, хоча стандарт прямо цього не визначає.

Одним із ключових показників якості зерна є вологість. У стандарті встановлено граничне значення 14 %, що відповідає умовам безпечного

зберігання і запобігає розвитку мікробіологічних процесів. З точки зору круп'яного виробництва це значення є базовим, але не оптимальним. Вологість визначає фізичний стан зернівки, її міцність і здатність до оброблення. При підвищеній вологості зерно стає більш пластичним, але водночас зростає ризик деформації ядра. При зниженій вологості воно стає крихким і легше руйнується. Стандарт встановлює лише верхню межу, але не враховує необхідність технологічного регулювання вологості перед переробленням, що є важливим елементом круп'яного виробництва.

Значну увагу в стандарті приділено визначенню і нормуванню домішок. Виділяються зернова, сміттева, мінеральна та органічна домішки, а також шкідливі домішки, які можуть впливати на безпечність продукції. Така деталізація є важливою перевагою стандарту, оскільки дозволяє чітко оцінити склад партії зерна. Для круп'яного виробництва це має особливе значення, оскільки домішки не лише знижують якість продукції, а й впливають на роботу обладнання, спричиняючи його зношування. Крім того, наявність домішок ускладнює процес очищення і може призводити до погіршення кольору та зовнішнього вигляду крупи. Водночас допустимі рівні домішок для нижчих класів зерна є відносно високими, що означає необхідність додаткового очищення перед переробленням.

Важливим показником, який визначає технологічні властивості зерна, є натура, тобто маса зерна в одиниці об'єму. У стандарті встановлено мінімальні значення цього показника для різних класів, що дозволяє оцінити ступінь виповненості зернівок. Висока натура свідчить про щільну структуру зерна і високий вміст ендосперму, що є позитивним фактором для круп'яного виробництва. Низька натура, навпаки, вказує на щуплість зерна, що призводить до зниження виходу продукції і збільшення частки відходів. Таким чином, цей показник має прямий зв'язок із ефективністю перероблення.

Окремо слід розглянути скловидність зерна, яка визначає характер структури ендосперму. У стандарті цей показник більш жорстко нормується

для твердої пшениці, що відображає її природні властивості. Сковидність є одним із найважливіших параметрів для круп'яного виробництва, оскільки вона визначає міцність зернівки і її здатність зберігати цілісність при механічному впливі. Висока сковидність забезпечує отримання більшого виходу крупи і зменшує кількість подрібненого ядра. Недостатня увага до цього показника у класифікації м'якої пшениці є одним із недоліків стандарту з точки зору круп'яної промисловості.

Стандарт також містить детальний опис дефектів зерна, зокрема пророслого, пошкодженого та ураженого фузаріозом. Ці дефекти мають значний вплив на якість продукції, оскільки змінюють структуру ендосперму і сприяють його руйнуванню під час оброблення. Особливо небезпечним є фузаріозне зерно, яке не лише погіршує технологічні властивості, а й може становити загрозу для безпечності продукту. У стандарті наведено методи його визначення, що є важливим елементом контролю якості.

Аналіз таблиць 1 і 2 стандарту ДСТУ 3768:2019 дозволяє глибше зрозуміти систему оцінювання якості зерна пшениці та визначити її придатність для використання у круп'яній промисловості. Ці таблиці містять основні нормовані показники для м'якої і твердої пшениці та фактично формують базу для класифікації сировини.

У таблиці 1 наведено вимоги до якості зерна м'якої пшениці за класами. Ключовими показниками є натура, сковидність, вміст білка, вологість та засміченість. Для 1 класу натура повинна бути не менше 750 г/л, для 2 класу також 750 г/л, для 3 класу допускається зниження до 730 г/л, а для 4 класу до 710 г/л. Така градація показує, що вже при переході до нижчих класів відбувається суттєве погіршення виповненості зерна. З точки зору круп'яного виробництва це означає, що зерно 3–4 класу є менш придатним, оскільки містить більше щуплих зернівок, які легко руйнуються і дають підвищений вихід подрібненого ядра.

Вміст білка у м'якої пшениці за таблицею 1 становить не менше 14 % для 1 класу, 12,5 % для 2 класу, 11 % для 3 класу і може бути ще нижчим для

4 класу. Це означає, що при переході від 1 до 3 класу відбувається зниження білка приблизно на 3 %. З технологічної точки зору це суттєво, оскільки саме білок формує міцність ендосперму. При зниженні його вмісту структура зернівки стає менш щільною, що призводить до підвищеної крихкості.

Скловидність для м'якої пшениці у таблиці 1 не є жорстко нормованою для всіх класів, але для вищих класів зазвичай встановлюється на рівні не менше 50–60 %. Для нижчих класів цей показник може знижуватися до 40 % і менше. Це є одним із головних обмежень стандарту з точки зору круп'яного виробництва. При скловидності нижче 50 % зерно має борошністу структуру і не здатне забезпечити високий вихід крупи.

Вологість для всіх класів встановлена на рівні не більше 14 %. Це значення є однаковим і не диференціюється за класами. Воно забезпечує безпечне зберігання, але не відображає оптимальних умов для перероблення. Для круп'яного виробництва важливо не лише дотримання цього обмеження, а й подальше регулювання вологості.

Засміченість у таблиці 1 також має градацію. Сміттєва домішка для 1 класу не повинна перевищувати 2 %, для 2 класу 3 %, для 3 класу 5 %, для 4 класу може досягати 8 %. Зернова домішка відповідно становить до 5 %, 8 %, 10 % і більше. Це означає, що зерно нижчих класів містить значно більшу кількість сторонніх компонентів. Для круп'яного виробництва це створює додаткове навантаження на очисне обладнання і підвищує втрати.

Таким чином, аналіз таблиці 1 показує, що лише зерно 1 і частково 2 класу м'якої пшениці може розглядатися як відносно придатне для круп'яного виробництва. Зерно 3 і 4 класу має занадто низькі показники щільності, білка і чистоти.

Таблиця 2 стандарту стосується твердої пшениці і має більш жорсткі вимоги. Натура для 1 класу становить не менше 770–780 г/л, для 2 класу близько 750 г/л, для 3 класу 730 г/л. Це вже свідчить про вищу щільність зерна порівняно з м'якою пшеницею. Навіть зерно 2 класу твердої пшениці за натурою відповідає або перевищує показники м'якої пшениці 1 класу.

Вміст білка у твердої пшениці також вищий. Для 1 класу він становить не менше 14–15 %, для 2 класу 13 %, для 3 класу близько 12 %. Це означає, що навіть при переході до нижчих класів тверда пшениця зберігає достатній рівень білка для формування міцного ендосперму.

Скловидність у таблиці 2 є одним із ключових показників. Для 1 класу вона повинна бути не менше 80 %, для 2 класу не менше 70 %, для 3 класу близько 60 %. Це принципово важливо. Навіть при скловидності 60 % тверда пшениця залишається більш придатною для круп'яного виробництва, ніж м'яка пшениця з аналогічним показником, оскільки її структура більш щільна.

Засміченість для твердої пшениці також нормується більш жорстко. Сміттєва домішка для 1 класу не перевищує 2 %, для 2 класу 3 %, для 3 класу 5 %. Це відповідає м'якій пшениці, але у поєднанні з іншими показниками дає кращий загальний результат.

Важливим є те, що у твердої пшениці всі показники працюють узгоджено. Висока натура поєднується з високою скловидністю і підвищеним вмістом білка. Це створює комплекс властивостей, які забезпечують стабільну технологічну поведінку.

Якщо порівняти таблицю 1 і таблицю 2, можна зробити кількісний висновок. Різниця в натурі між м'якою і твердою пшеницею становить приблизно 20–40 г/л на користь твердої. Різниця у скловидності становить 20–30 %. Вміст білка у твердої пшениці вищий у середньому на 1,5–2 %. Сукупно це призводить до суттєвого покращення технологічних властивостей.

З точки зору круп'яного виробництва ці цифри мають пряме значення. Вища натура означає більший вихід продукту. Вища скловидність означає менше подрібнення. Вищий білок означає більшу міцність зернівки. Усі ці фактори працюють у напрямі підвищення ефективності виробництва.

4.3 Обґрунтування схеми технологічного процесу

Відповідно до поставленого завдання на підприємстві передбачається організація перероблення зерна пшениці з отриманням крупи типу булгур. При розробленні проєкту з метою забезпечення стабільної роботи виробництва та досягнення високої ефективності було обрано сучасне обладнання як вітчизняного, так і зарубіжного виготовлення. Технологічна лінія розміщена у будівлі каркасного типу і організована у вертикальній схемі на п'яти рівнях, що дозволяє раціонально використовувати простір і забезпечити послідовний рух продукту. У складі лінії виділено основні ділянки, до яких належать очищення і підготовка зерна, лушення і шліфування, а також фасування і зберігання готової продукції.

Надходження зерна на підприємство здійснюється за допомогою скребкових транспортерів, якими воно подається у бункер для неочищеної сировини. Із бункера зерно через випускний пристрій надходить на гвинтові транспортери, які забезпечують його подальше переміщення по технологічній схемі. На початковому етапі зернова маса проходить через магнітний сепаратор, де вилучаються металеві домішки, що можуть негативно впливати на роботу обладнання.

Після цього зерно транспортується норією на верхній рівень, де здійснюється його зважування. Контроль маси є необхідним для обліку сировини і подальшого регулювання технологічного процесу. Далі зерно надходить до сито-повітряного сепаратора, у якому відбувається видалення легких домішок за рахунок поєднання повітряного потоку і просіювання. Цей етап дозволяє значно зменшити кількість сторонніх включень у зерновій масі.

Після попереднього очищення зерно направляється у каменевідбірник, де відокремлюються мінеральні домішки, зокрема частинки ґрунту та каміння. Видалення таких домішок є обов'язковим, оскільки вони можуть спричиняти пошкодження обладнання і знижувати якість кінцевого

продукту. Очищене зерно знову транспортується за допомогою гвинтового конвеєра і норії до наступного етапу.

Далі зернова маса надходить до трієрного блоку, у якому відбувається видалення домішок, що відрізняються за довжиною, зокрема куколю. Одночасно із цим за допомогою циклона здійснюється аспірація, у результаті чого пил та легкі частинки відокремлюються від основної маси і спрямовуються у бункер для відходів. Це дозволяє покращити санітарний стан виробництва і підвищити ефективність подальшої обробки.

Після трієру зерно знову проходить через магнітний сепаратор, що забезпечує додатковий контроль на наявність металевих включень. Наступним етапом є оброблення в оббивній машині, де з поверхні зернівок частково знімаються оболонки. Після цього зернова маса розділяється на два потоки. Частина зерна, яка недостатньо оброблена, повертається на повторну обробку, що дозволяє досягти необхідного ступеня очищення. Інша частина направляється до аспірації, де видаляються залишкові домішки, після чого очищене зерно знову подається норією на наступний етап.

Після завершення механічного очищення зерно переходить до воднотеплової обробки. На цьому етапі його зволожують у спеціальних машинах до вологості 20–22 %. Далі зерно витримується у бункерах протягом 5–6 годин для рівномірного розподілу вологи по всій масі. Така підготовка є необхідною для підвищення пластичності оболонок і зміцнення ендосперму.

Наступною операцією є пропарювання, яке проводиться при тиску пари 0,17–0,20 МПа протягом 10–15 хвилин. У результаті цього відбуваються зміни структури зерна, що сприяє покращенню його технологічних властивостей. Після пропарювання зерно проходить стадію темперування і охолодження, що дозволяє стабілізувати його стан. Далі здійснюється сушіння у вертикальних сушарках до вологості не більше 14 %, що відповідає вимогам подальшого оброблення.

Після підготовки зерно надходить на лущення, яке проводиться у лущильно-шліфувальних машинах. У процесі лущення відокремлюються оболонки, а ендосперм розділяється на частинки різного розміру. Отримана суміш піддається сортуванню у два етапи. Спочатку у розсійнику відокремлюються дрібні фракції подрібненого ядра і борошенця за допомогою сит із прямокутними отворами розміром 2,1×20 мм. Далі у повітряних сепараторах видаляються залишкові легкі частинки.

4.4 Розрахунок балансу

Кількісний баланс при переробці пшениці в крупи типу булгур це система обліку і узгодження маси сировини та всіх продуктів, які утворюються в процесі оброблення. Його сутність полягає у встановленні співвідношення між кількістю зерна, що надходить на перероблення, і кількістю готової крупи, побічних продуктів та неминучих втрат. Такий підхід дає змогу не лише визначити вихід продукції, а й оцінити ефективність усього технологічного процесу.

Основою кількісного балансу є закон збереження маси. Відповідно до нього маса зерна, яке подається у виробництво, дорівнює сумі мас готової продукції, відходів і втрат. У практичних умовах це означає, що кожен етап оброблення повинен бути врахований з точки зору зміни маси. Якщо баланс складено правильно, можна чітко простежити, на яких стадіях відбуваються найбільші втрати і як вони впливають на кінцевий результат.

У процесі виробництва булгуру зерно проходить кілька послідовних стадій, на кожній з яких змінюється його маса. На етапі очищення відокремлюються домішки, що зменшує загальну масу сировини. Далі під час воднотеплової обробки відбувається зволоження, внаслідок чого маса тимчасово збільшується за рахунок поглинання води. Після сушіння частина цієї вологи видаляється, і маса знову зменшується. На стадії лущення і шліфування відокремлюються оболонки та утворюються дрібні частинки, що переходять у відходи або побічні продукти.

Кількісний баланс враховує всі ці зміни і дозволяє визначити вихід основного продукту. Для булгуру важливо отримати максимально можливу частку цілого ядра або крупних частинок. Саме тому баланс показує, яка частина зерна переходить у готову крупу, яка частина стає подрібненим ядром і яка втрачається у вигляді борошенця або пилу.

Зазвичай вихід булгуру з пшениці становить приблизно 65–75 відсотків від маси вихідного зерна. Решта маси припадає на оболонки, подрібнене ядро і втрати. Точне значення залежить від якості зерна, його скловидності, вологості і режимів оброблення. Якщо зерно має щільний ендосперм і високу вирівняність, втрати зменшуються і вихід готового продукту зростає.

Кількісний баланс також дозволяє оцінити роботу обладнання. Якщо втрати перевищують нормативні значення, це свідчить про надмірний механічний вплив або неправильні режими оброблення. Якщо ж у відходах залишається значна частина придатного продукту, це означає, що процес сортування організований недостатньо ефективно.

На етапі проведення технологічних досліджень процесу виробництва плющеного ядра з пшениці визначено основні напрямки зменшення виходу готового продукту при виробництві:

Назва технологічної операції	%
Зволоження зерна	+7-12
Пропарювання та темперування зерна	+2-3
підсушування	-7-12
лущення	-1,0-2,0
сортування продуктів лущення	-3,5-4,5
підсушування крупи	-1-2

4.5 Підбір та розрахунок технологічного обладнання

Бункери. Для сировини (шліфованого ядра пшениці) обрано металеві силоси діаметром 2,28 м.

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

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

де H_1 – висота циліндричної частини силосу (складає 6,7 м), м.;

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

R – радіус основи циліндричної частини силосу ($2,28/2 = 1,14$ м), м.;

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

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

Місткість силосу розраховуємо за формулою:

$$E = V * \eta * k,$$

де V – об'єм силосу, м³;

η – об'ємна маса зерна (для шліфованого ядра пшениці складає 0,720 т/м³ – за результатами досліджень), т/м³;

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

Тоді ємність металевих силосів для нелущеної пшениці становитиме:

$$E = 49 * 0,72 * 0,95 = 33,5 \text{ т.}$$

Кількість металевих силосів для пшениці розраховуємо за формулою[43]:

$$n = \frac{Q * \tau}{24 * E'}$$

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

τ – час перебування зерна в бункерах, год.;

E – місткість силосу, т.

Місткість бункерів для неочищеного зерна (сировини) на круп'яних заводах повинна забезпечити безперервну роботу заводу протягом 24...30 год.

Для розрахунку приймаємо 30 год., тоді кількість силосів для сировини становитиме:

$$n = \frac{80 * 30}{24 * 33,5} = 2,9 \text{ шт.}$$

Приймаємо 3 силоси.

Для готової продукції (пластівці) приймаємо 2 металеві силоси діаметром 2, 5 м.

Для розрахунку ємкості металевого силосу, визначаємо об'єм силосу

$$V = 3,14 * 1,25^2 * 4 + \frac{1}{3} * 3,14 * 1,3 * (1,25^2 + 1,25 * 0,6 + 0,6^2) = 27 \text{ м}^3,$$

Тоді ємкість металевого силосу для готової продукції становитиме

$$E_{\text{кр}} = 27 * 0,45 * 0,95 = 11,6 \text{ т.}$$

Бункери для відволоження

Кількість бункерів для відволоження (перед пропарюванням) для пшениці розраховуємо за формулою[42]:

$$n = \frac{Q * \tau}{24 * \gamma * \eta * a * b * h}, \text{де}$$

Q- задана виробнича потужність круп'яного заводу, т/доб;

τ - час перебування зерна в бункерах, год (12 год);

γ - об'ємна маса пластівців (складає 0,40-0,45 т/м³ – за результатами досліджень), т/м³ ;

η - коефіцієнт використання будівельного об'єму бункерів (0,9)

a,b – розміри бункера (ширина і довжина) ,м;

h – висота бункера, м.

$$n = \frac{80 * 4}{24 * 0,72 * 0,9 * 1,0 * 1,0 * 6,5} = 3,9 \text{ шт.}$$

Приймаємо 4 бункери.

Місткість одного бункера для відволоження пшениці:

Для пшениці:

$$E_{\text{б}} = 1,0 * 1,0 * 6,5 * 0,72 * 0,9 = 4,2 \text{ т}$$

Бункери для темперування

Кількість бункерів для темперування пшениці ($\tau = 10$ хв.):

$$n = \frac{80 * 0,17}{24 * 0,72 * 0,8 * 1,0 * 1,0 * 1,5} = 3,2 \text{ шт}$$

Приймаємо 3 бункери.

Місткість одного бункера для темперування зерна:

$$E_{\text{б}} = 1,0 * 1,0 * 1,2 * 0,72 * 0,8 = 0,8 \text{ т}$$

Накопичувальні бункери матимуть місткість:
 $E_{\text{б}} = 1,0 * 1,0 * 1,2 * 0,72 * 0,9 = 0,8 \text{ т}$

Розрахунок обладнання

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

$$Q_{\text{з.оч}} = k * Q,$$

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

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

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

Продуктивність підготовчого відділення за одну годину визначаємо за формулою[42]:

$$q_{\text{з.оч}} = \frac{Q_{\text{з.оч}}}{q_{\text{м}}},$$

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

Продуктивність відділення по переробці зерна за одну годину становить:

$$q_{\text{з.оч}} = \frac{80}{24} = 3,3 \text{ т/год}$$

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

$$n = \frac{q_{\text{з.оч}}}{q_{\text{м}}},$$

де $q_{\text{м}}$ – продуктивність обладнання, т/год.

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

1) Сито-повітряний сепаратор:

$$n = 3/24 = 0,12$$

приймаємо 1 машину

2) Каменевідбірник:

$$n = 3/4 = 0,75$$

приймаємо 1 машину

3) Магнітний сепаратор Б-8 БМП:

$$n = 3/4 = 0,75$$

приймаємо 1 машину

4) Оббивна машина:

$$n = 3/4 = 0,75$$

приймаємо 1 машину

5) Аспіратор:

$$n = 3/5 = 0,6$$

приймаємо 1 машину

6) Пропарювач ОЛІС «ППШ-О» :

$$n = 4/3 = 1,3$$

приймаємо 1 машину

7) Ваги електронні МЕТК 05

$$n = \frac{1000 * Q_{з.оч.}}{24 * 60 * v * k} = \frac{1000 * 96}{24 * 60 * 50 * 2} = 0,6 \sim 1(\text{шт})$$

Автоматичні ваги МЕТК 05 мають місткість ковша $v = 50\text{кг}$, число зважувань $k = 2$.

8) Пакувально-фасувальна установка MakenasMEPM-300:

$$n = 4/15 = 0,26$$

приймаємо 1 машину

9) Лушильно-шліфувальна машина ЗШН:

$$n = 3 / 4,5 = 0,66$$

приймаємо 1 машину

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

поперечні і поздовжні проходи, які пов'язані з евакуаційними виходами на сходову драбину та проходи між групами машин мають ширину не менше 1,0 м;

розсійники, сепаратори, оббивальні машини встановлені окремо, тому що до цього обладнання потрібний підхід для обслуговування;

проходи біля зважувального карусельного устрою для фасування та пакування крупи, пластівців та борошна з усіх боків становлять не менше ніж 2,6 м;

висота проходу для конвеєрів у виробничих приміщеннях без наявності робочих місць складає не менше 2,0 м;

обладнання, яке не має рухомих частин: трубопровід, матеріалопровід, норійні труби розміщені (своїми сторонами, які не потребують обслуговування) біля стін і колон з розривом від них не менше 0,25 м.

4.6 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва. Застосування системи НАССР

Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва на круп'яному заводі з переробки пшениці в крупу типу булгур є ключовою складовою системи забезпечення якості продукції і стабільності технологічного процесу. Його значення полягає не лише у фіксації показників сировини та готової продукції, а насамперед у постійному контролі змін, які відбуваються з зерном на кожному етапі оброблення. Такий підхід дозволяє своєчасно виявляти відхилення і запобігати їх впливу на кінцевий результат.

Технохімічний контроль охоплює всі стадії виробництва, починаючи з приймання зерна і закінчуючи фасуванням готової крупи. На етапі приймання основною задачею є визначення придатності пшениці до перероблення. Для цього оцінюють її органолептичні і фізико-хімічні показники. До органолептичних належать колір, запах і смак. Вони дають первинне уявлення про стан зерна. Наявність сторонніх запахів, таких як затхлість або пліснява, свідчить про порушення умов зберігання і є підставою для обмеження використання такої сировини.

Серед фізико-хімічних показників першочергове значення має вологість. Для безпечного зберігання вона не повинна перевищувати 14 %. Якщо вологість вища, зерно направляють на досушування. Якщо нижча, це також враховують, оскільки занадто сухе зерно є більш крихким і може давати підвищений вихід подрібненого ядра. Важливим показником є натура, яка для якісної пшениці становить 750–800 г/л. Висока натура свідчить про добре виповнене зерно, що має більше ендосперму і менше оболонок.

Окремо визначають засміченість зерна. Сміттєва домішка не повинна перевищувати 2–3 %, а зернова домішка 5–8 % залежно від класу. Наявність домішок ускладнює роботу обладнання і знижує якість продукції. Саме тому на цьому етапі приймається рішення щодо необхідності додаткового очищення.

Після приймання зерно надходить на етап очищення, де технохімічний контроль спрямований на оцінку ефективності видалення домішок. Визначають залишкову засміченість після кожної операції. Якщо після сепарації вона перевищує допустимі значення, змінюють режим роботи обладнання. Також контролюють втрати зерна у відходах. Якщо вони перевищують 0,5–1 %, це свідчить про неефективність процесу.

На етапі воднотеплової обробки контроль набуває особливого значення. Зерно зволожують до вологості 20–22 %, після чого витримують у бункерах для рівномірного розподілу вологи. Контроль здійснюється шляхом відбору проб і визначення вологості у різних шарах зернової маси.

Нерівномірне зволоження призводить до того, що частина зернівок стає надто м'якою, а частина залишається твердою. У результаті погіршується рівномірність подальшого оброблення.

Під час пропарювання контролюють тиск пари і тривалість обробки. Тиск зазвичай становить 0,17–0,20 МПа, а тривалість 10–15 хв. При відхиленні цих параметрів змінюється структура зерна. Недостатній вплив не забезпечує необхідного розм'якшення оболонки, а надмірний призводить до пошкодження ендосперму і зростання втрат.

Після пропарювання зерно піддається сушінню до вологості не більше 14 %. Контроль цього показника є обов'язковим, оскільки від нього залежить стабільність продукту при зберіганні. Якщо вологість перевищує 14 %, створюються умови для розвитку мікроорганізмів. Якщо вона нижча за 12 %, зерно стає надто крихким.

На стадії лущення і шліфування технохімічний контроль спрямований на оцінку структури отриманого продукту. Визначають вихід цілого ядра, який для якісного процесу повинен становити 65–75 %. Частка подрібненого ядра зазвичай знаходиться в межах 10–20 %, а борошенця 10–15 %. Якщо частка борошенця перевищує 15 %, це означає, що процес відбувається занадто інтенсивно.

Після сортування крупи проводиться контроль її якості. Вологість повинна бути не більше 14 %, зольність у межах 1,3–1,7 %. Також оцінюють колір, який має бути рівномірним, жовтуватим без потемніння. Запах і смак повинні бути характерними для зернового продукту без сторонніх відтінків.

Мікробіологічний контроль є доповненням до технохімічного і спрямований на забезпечення безпечності продукції. На етапі приймання зерна визначають загальну кількість мікроорганізмів, яка не повинна перевищувати 10 КУО/г. Наявність пліснявих грибів або бактерій свідчить про порушення умов зберігання.

У процесі виробництва особливо контролюють ділянки з підвищеною вологістю. Після зволоження і пропарювання створюються умови для

розвитку мікрофлори, тому важливо не допускати затримок у технологічному процесі. Після сушіння кількість мікроорганізмів повинна знижуватися.

Готова продукція також перевіряється за мікробіологічними показниками. Загальна кількість мікроорганізмів не повинна перевищувати 10 КУО/г, а патогенні форми повинні бути відсутні. Це є обов'язковою умовою для реалізації продукції.

Контроль умов зберігання також входить до системи контролю. Вологість повітря у складських приміщеннях повинна бути не більше 70 %, температура не перевищувати 15–18 °С. При порушенні цих умов можливе зволоження продукту і розвиток мікрофлори.

Організація контролю передбачає наявність лабораторії, оснащеної приладами для визначення вологості, натури, вмісту білка, зольності і мікробіологічних показників. Результати аналізів використовуються для регулювання технологічного процесу.

Виробничо-технологічна лабораторія на круп'яному підприємстві виконує комплекс функцій, які забезпечують контроль якості сировини, стабільність технологічного процесу і відповідність готової продукції встановленим вимогам. Її діяльність охоплює всі стадії виробництва і безпосередньо впливає на ефективність роботи підприємства.

Основною функцією ВТЛ є контроль якості зерна при надходженні. На цьому етапі проводиться повний аналіз пшениці, який включає визначення вологості, натури, засміченості, скловидності, вмісту білка, а також оцінку запаху і зовнішнього вигляду. За результатами цих досліджень приймається рішення про придатність зерна до перероблення або необхідність його додаткової підготовки. Це дозволяє не допустити у виробництво сировину, яка може негативно вплинути на якість булгуру.

Наступною важливою функцією є оперативний контроль технологічного процесу. ВТЛ постійно відбирає проби на різних етапах виробництва і визначає їх основні показники. Це стосується очищення зерна,

воднотеплової обробки, сушіння, лущення і шліфування. Наприклад, контролюється вологість після зволоження, яка повинна становити близько 20–22 %, а також кінцева вологість після сушіння, що не повинна перевищувати 14 %. Такий контроль дозволяє своєчасно коригувати режими роботи обладнання.

Окрему функцію становить контроль виходу продукції і складання кількісного балансу. Лабораторія визначає співвідношення між цілого ядра, подрібненого ядра і борошенця. Це дає змогу оцінити ефективність процесу лущення і шліфування. Якщо частка подрібненого ядра зростає, ВТЛ сигналізує про необхідність зміни режимів оброблення або перевірки якості сировини.

Важливою складовою роботи лабораторії є контроль якості готової продукції. Для булгуру визначають вологість, зольність, колір, запах, смак і однорідність за розміром. Вологість готової крупи повинна бути не більше 14 %, а зольність зазвичай знаходиться в межах 1,3–1,7 %. Лабораторія також перевіряє відсутність сторонніх домішок і відповідність продукції стандартам.

Мікробіологічний контроль є ще однією функцією ВТЛ. Він включає визначення загальної кількості мікроорганізмів, наявності пліснявих грибів і відсутності патогенних бактерій. Особлива увага приділяється контролю після зволоження і сушіння, оскільки саме на цих етапах можливий розвиток мікрофлори. Готова продукція також перевіряється на відповідність санітарним нормам.

ВТЛ виконує функцію контролю умов зберігання сировини і готової продукції. Лабораторія слідкує за вологістю і температурою в складських приміщеннях, а також за станом зерна під час зберігання. Це дозволяє запобігти самозігріванню, розвитку мікроорганізмів і втраті якості.

Ще однією функцією є ведення документації і аналіз результатів контролю. Усі дані заносяться в журнали і використовуються для оцінки роботи підприємства. На основі цих даних можна виявити тенденції,

визначити причини відхилень і прийняти обґрунтовані рішення щодо покращення технологічного процесу.

Виробничо-технологічна лабораторія на круп'яному підприємстві веде системну документацію, яка відображає результати контролю якості сировини, перебіг технологічного процесу і показники готової продукції. Ця документація є не просто формальністю, а основою для аналізу роботи підприємства, прийняття технологічних рішень і підтвердження відповідності продукції встановленим вимогам.

Перш за все ведеться журнал вхідного контролю зерна. У ньому фіксуються всі показники якості пшениці при надходженні на підприємство. Записують дату приймання, постачальника, масу партії, вологість, натуру, засміченість, вміст білка, скловидність, а також органолептичні показники. На основі цих даних приймається рішення про використання зерна у виробництві або необхідність його доробки.

Окремо оформлюються протоколи лабораторних аналізів. Це документи, у яких детально наводяться результати визначення конкретних показників. Вони можуть стосуватися як сировини, так і проміжних продуктів або готової крупи. Протоколи містять методи визначення, отримані значення і висновки щодо відповідності нормам.

Важливе місце займає журнал оперативного технохімічного контролю. У ньому відображаються результати аналізів, що проводяться безпосередньо в процесі виробництва. Наприклад, фіксується вологість зерна після зволоження, після сушіння, а також показники продуктів після лущення і шліфування. Це дозволяє контролювати стабільність процесу і своєчасно вносити коригування.

Лабораторія також веде журнал контролю виходу продукції. У ньому записується співвідношення цілого ядра, подрібненого ядра і борошенця. Такі дані необхідні для оцінки ефективності технологічної лінії. Якщо вихід цілого продукту знижується, це одразу відображається в журналі і стає підставою для аналізу причин.

Для готової продукції ведеться окремий журнал якості. У ньому фіксуються показники булгуру перед фасуванням або відвантаженням. Записують вологість, зольність, колір, запах, смак і однорідність за крупністю. Також зазначається відповідність продукції стандартам і технічним умовам.

Мікробіологічний контроль оформлюється у вигляді окремих журналів або протоколів. У них відображається загальна кількість мікроорганізмів, наявність пліснявих грибів і відсутність патогенних форм. Такі записи є обов'язковими для підтвердження безпечності продукції.

ВТЛ також веде журнал контролю умов зберігання. У ньому фіксуються температура і вологість повітря у складських приміщеннях, а також стан зерна і готової продукції під час зберігання. Це дозволяє запобігати псуванню і втратам якості.

Окремо оформлюються акти відбору проб. У цих документах зазначається місце, час і спосіб відбору, а також характеристика партії, з якої взято пробу. Це важливо для забезпечення достовірності результатів аналізів.

Крім того, лабораторія веде звітну документацію, у якій узагальнюються результати роботи за певний період. У таких звітах аналізуються показники якості сировини, вихід продукції, втрати і відхилення від норм. Це дозволяє оцінити ефективність роботи підприємства і визначити напрями для вдосконалення.

Впровадження системи НАССР на круп'яному підприємстві з переробки пшениці в крупу типу булгур є обов'язковим елементом сучасної організації виробництва, який забезпечує безпечність продукції на всіх етапах її отримання. Суть цієї системи полягає у попереджувальному підході, коли небезпеки не просто виявляють, а прогнозують і контролюють ще до того, як вони можуть вплинути на якість продукту. Такий підхід дозволяє перейти від контролю кінцевого результату до управління всім процесом виробництва.

В основі впровадження НАССР лежить аналіз можливих небезпек. Для круп'яного виробництва їх поділяють на біологічні, хімічні та фізичні. Біологічні небезпеки пов'язані з розвитком мікроорганізмів, зокрема пліснявих грибів і бактерій, які можуть з'являтися у зерні при порушенні умов зберігання. Хімічні небезпеки включають залишки пестицидів, токсини грибів, а також сторонні речовини, що можуть потрапити у продукт. Фізичні небезпеки пов'язані з наявністю сторонніх предметів, таких як металеві частинки, каміння або інші домішки.

Після визначення небезпек проводиться їх оцінка за ступенем впливу і ймовірністю виникнення. Це дозволяє виділити ті етапи виробництва, де контроль є найбільш важливим. Такі етапи називаються критичними контрольними точками. На круп'яному заводі вони зазвичай пов'язані з прийманням зерна, очищенням, воднотепловою обробкою, сушінням і фасуванням продукції.

На етапі приймання зерна критичною є оцінка його якості і безпечності. Контролюється вологість, яка не повинна перевищувати 14 %, а також відсутність зараження мікроорганізмами і шкідниками. Якщо зерно не відповідає вимогам, воно не допускається до перероблення або направляється на додаткову обробку.

На етапі очищення важливим є видалення сторонніх домішок. Саме тут усуваються фізичні небезпеки. Використання магнітних сепараторів дозволяє вилучати металеві частинки, а каменевідбірники усувають мінеральні домішки. Контроль ефективності цих операцій є обов'язковим.

Воднотеплова обробка є критичною з точки зору біологічної безпеки. Під час пропарювання при тиску 0,17–0,20 МПа протягом 10–15 хв відбувається зниження кількості мікроорганізмів. Контроль температури і тривалості процесу дозволяє забезпечити достатній рівень обробки без пошкодження зерна.

Сушіння є наступною критичною точкою. Вологість продукту після сушіння повинна бути не більше 14 %. При перевищенні цього значення

можливий розвиток мікрофлори, що призводить до псування продукції. Контроль здійснюється шляхом регулярного вимірювання вологості.

На етапі фасування важливо запобігти повторному забрудненню продукту. Для цього контролюється чистота обладнання, стан пакувальних матеріалів і умови навколишнього середовища. Також перевіряється відсутність сторонніх домішок у готовій крупі.

Для кожної критичної точки встановлюються допустимі межі. Наприклад, для вологості це значення не більше 14 %, для температури пропарювання певний діапазон, для засміченості допустимі рівні домішок. Якщо під час контролю виявляється відхилення, застосовуються коригувальні дії. Це може бути повторне очищення, додаткове сушіння або вилучення партії з виробництва.

Важливою складовою системи НАССР є постійний моніторинг. Він передбачає регулярний контроль усіх критичних параметрів і фіксацію результатів у відповідній документації. Це дозволяє відстежувати стан процесу і своєчасно реагувати на відхилення.

Не менш важливим є ведення записів. Усі результати контролю, коригувальні дії і перевірки повинні бути задокументовані. Це забезпечує простежуваність і дозволяє підтвердити, що продукція виготовлена з дотриманням вимог безпечності.

Система НАССР також передбачає перевірку ефективності її функціонування. Для цього проводяться внутрішні аудити, під час яких оцінюється правильність виконання процедур і відповідність фактичних показників встановленим вимогам. За результатами перевірок вносяться зміни до системи.

Важливу роль відіграє підготовка персоналу. Працівники повинні розуміти принципи системи НАССР, знати свої обов'язки і вміти правильно виконувати контрольні операції. Без належної підготовки навіть найкраще розроблена система не буде ефективною.

4.7 Охорона праці

Охорона праці на круп'яному підприємстві з переробки пшениці в крупу типу булгур є обов'язковою частиною організації виробництва, оскільки робота такого заводу пов'язана з рухом зернової маси, використанням механічного обладнання, пиловиділенням, тепловою обробкою, сушінням, електроприводами, транспортними механізмами і складськими операціями. Тому безпека праці на такому підприємстві не може розглядатися як окремий додаток до виробництва. Вона повинна бути закладена в проєктні рішення, технологічну схему, організацію робочих місць, навчання персоналу і систему постійного контролю.

Основним документом, який визначає загальні правові засади охорони праці в Україні, є Закон України «Про охорону праці». Він встановлює право працівника на безпечні і здорові умови праці, а також визначає обов'язки роботодавця щодо створення таких умов. У законі зазначено, що охорона праці охоплює безпеку, гігієну праці та виробниче середовище, тобто стосується не лише запобігання травмам, а й попередження шкідливого впливу виробничих чинників на здоров'я працівника. Для круп'яного заводу це означає, що адміністрація підприємства повинна забезпечити не тільки справність машин, а й належний стан повітря, освітлення, шумового режиму, проходів, робочих зон і складських приміщень.

Для підприємств зернопереробної галузі особливе значення мають Правила охорони праці для працівників, зайнятих на роботах зі зберігання та переробки зерна, затверджені наказом Міністерства соціальної політики України від 20.09.2017 № 1504. Цей документ безпосередньо стосується підприємств, на яких приймають, очищують, переміщують, зберігають і переробляють зерно. Він є найбільш наближеним до умов круп'яного виробництва, оскільки враховує специфіку зернової маси, аспіраційних систем, норій, транспортерів, силосів, бункерів, сушарок і машин для механічного оброблення зерна. Саме цей документ доцільно розглядати як один із ключових для розділу охорони праці у проєкті круп'яного заводу.

Згідно з вимогами охорони праці, кожен виробничий процес повинен бути організований так, щоб працівник не перебував у зоні дії небезпечних механізмів без потреби. На круп'яному заводі це стосується норій, гвинтових і скребкових конвеєрів, ситових машин, луцильно-шліфувального обладнання, сушарок, вентиляторів, циклонів і фасувальних машин. Усі рухомі частини обладнання мають бути закриті огороженнями. Це потрібно для того, щоб унеможливити випадкове потрапляння рук, одягу або інструменту в робочу зону машини. Особливо важливо це для транспортерів і приводних вузлів, де обертові частини можуть становити підвищену небезпеку.

Охорона праці на підприємстві починається ще з правильного планування виробничих приміщень. Проходи між обладнанням повинні бути достатніми для безпечного пересування працівників, обслуговування машин і евакуації у разі небезпеки. Робочі місця не можна захащувати тарою, інструментами, відходами або залишками зерна. На круп'яному заводі це має особливе значення, оскільки накопичення пилу і зернових решток не лише погіршує санітарний стан, а й підвищує ризик займання.

Важливою вимогою є організація навчання працівників. Працівник не може бути допущений до самостійної роботи без проходження інструктажу з охорони праці. Він повинен знати безпечні прийоми роботи, порядок пуску і зупинки обладнання, правила поведінки при аварійних ситуаціях, порядок використання засобів індивідуального захисту. Для круп'яного підприємства це особливо важливо, оскільки навіть звичайна операція біля норії, транспортера або сушарки може бути небезпечною при порушенні правил.

Система інструктажів повинна охоплювати вступний, первинний, повторний, позаплановий і цільовий інструктажі. Вступний проводять для всіх працівників, які приймаються на підприємство. Первинний проводять безпосередньо на робочому місці. Повторний потрібен для підтримання знань і дисципліни безпеки. Позаплановий проводиться після зміни обладнання, технологічної схеми або після порушення вимог охорони праці.

Цільовий інструктаж проводять перед виконанням разових або підвищено небезпечних робіт.

На підприємстві повинні діяти інструкції з охорони праці для кожної професії і для кожного виду робіт. Окремі інструкції потрібні для оператора лушильно-шліфувальної машини, працівника сушильного відділення, машиніста норій, працівника складу, лаборанта, електромонтера, слюсаря-ремонтника і фасувальника. Такі інструкції повинні бути зрозумілими, конкретними і пов'язаними з реальними умовами виробництва. Їх мета полягає не в формальному виконанні вимог, а в тому, щоб працівник чітко розумів, які дії є безпечними, а які створюють ризик.

Окреме місце займає контроль виробничого середовища. На круп'яному заводі працівники можуть зазнавати впливу пилу, шуму, вібрації, підвищеної температури біля сушарок, рухомих механізмів і електричного обладнання. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень поширюються на робочу зону підприємств і встановлюють допустимі та оптимальні показники температури, вологості, швидкості руху повітря і теплового стану робочого середовища. Для виробництва булгуру це має практичне значення, оскільки на ділянках пропарювання і сушіння можливе локальне підвищення температури, а в зонах очищення і лушення можливе підвищене запилення.

Пожежна безпека також є складовою охорони праці. Виробництво круп пов'язане з утворенням органічного пилу, який при певних умовах може створювати небезпечне середовище. Тому будівлі, евакуаційні шляхи, протипожежні відстані, системи захисту і доступ пожежної техніки повинні відповідати вимогам ДБН В.1.1-7:2016. Ці норми встановлюють загальні вимоги пожежної безпеки для будівель і споруд, зокрема щодо обмеження поширення пожежі, безпечної евакуації людей і застосування систем протипожежного захисту.

Умови праці на круп'яному підприємстві визначаються сукупністю чинників, які виникають у процесі перероблення пшениці. Ці чинники

поділяють на небезпечні, що можуть спричинити травму, і шкідливі, які впливають на стан здоров'я при тривалій дії. Для виробництва булгуру характерне поєднання механічних, пилових, теплових, шумових та електричних чинників. Їх необхідно розглядати комплексно, оскільки вони діють одночасно і можуть підсилювати один одного.

Першим за значенням є механічний чинник. На підприємстві широко використовуються транспортери, норії, вентилятори, лушильно-шліфувальні машини, ситові установки, приводи з ремінними та ланцюговими передачами. Усі ці елементи мають рухомі частини. Небезпека полягає у можливості захоплення одягу, волосся або частин тіла обертовими елементами. Найбільш ризикованими зонами є місця входу матеріалу в транспортери, приводні барабани, відкриті вали, шківів і муфти.

Особливо небезпечними є норії. Вони мають високу швидкість руху стрічки і ковшів, а також значну висоту. Потрапляння стороннього предмета або частини одягу може призвести до серйозних травм. Крім того, у норіях можливе накопичення пилу, що створює додаткову небезпеку. Саме тому всі такі механізми повинні мати захисні кожухи і блокування, які не дозволяють працювати обладнанню при відкритих огороженнях.

Другим важливим чинником є зерновий пил. Він утворюється на стадіях очищення, лушення, шліфування, транспортування і пересипання зерна. Пил має дрібнодисперсну структуру, легко піднімається в повітря і може тривалий час перебувати у робочій зоні. Його небезпека проявляється у двох напрямках. По-перше, він впливає на органи дихання працівників і може викликати професійні захворювання. По-друге, при певній концентрації у повітрі він утворює вибухонебезпечну суміш.

Допустимі концентрації пилу в повітрі робочої зони регламентуються санітарними нормами. При перевищенні цих значень необхідно вживати заходів щодо очищення повітря. На круп'яному підприємстві для цього застосовують аспіраційні системи, які відсмоктують пил безпосередньо з

місць його утворення. Також важливе значення має герметизація обладнання, яка зменшує викид пилу у виробниче приміщення.

Третім чинником є шум. Джерелами шуму є вентилятори, норії, транспортери, дробильні і шліфувальні машини. Рівень шуму може досягати 80–95 дБ, що перевищує комфортні умови праці. Тривалий вплив шуму призводить до зниження слуху, підвищеної втоми і зниження концентрації уваги. Це, у свою чергу, підвищує ризик травматизму.

Для зменшення шуму застосовують технічні і організаційні заходи. До технічних належить використання обладнання з нижчим рівнем шуму, встановлення шумопоглинальних кожухів, ізоляція джерел шуму. До організаційних належить обмеження часу перебування працівників у шумних зонах і використання засобів індивідуального захисту, таких як навушники або вкладиші.

Наступним чинником є вібрація, яка виникає під час роботи обладнання. Вона передається на підлогу, конструкції будівлі і безпосередньо на робочі місця. Тривалий вплив вібрації може негативно впливати на опорно-руховий апарат і нервову систему працівників. Для її зменшення використовують амортизаційні опори, правильне балансування обладнання і регулярне технічне обслуговування.

Тепловий чинник проявляється на ділянках пропарювання і сушіння. Тут можливе підвищення температури повітря, що створює додаткове навантаження на організм працівника. В умовах підвищеної температури знижується працездатність, зростає ризик перегріву і зневоднення. Для забезпечення нормальних умов праці необхідно організувати ефективну вентиляцію і, за потреби, локальне охолодження робочих зон.

Окремо слід розглянути електричний чинник. На підприємстві використовується велика кількість електрообладнання. Це електродвигуни, пускові пристрої, системи автоматизації, освітлення. Небезпека полягає у можливості ураження електричним струмом при пошкодженні ізоляції або

неправильному обслуговуванні. Для запобігання цьому всі електроустановки повинні бути заземлені, а доступ до них обмежений.

Також необхідно враховувати чинник роботи на висоті. Обслуговування норій, силосів, бункерів і верхніх рівнів будівлі пов'язане з ризиком падіння. Для таких робіт необхідно використовувати огороження, страхувальні пояси і спеціальні площадки.

Психофізіологічні чинники також мають значення. Робота на круп'яному підприємстві часто пов'язана з монотонними операціями, відповідальністю за безперебійну роботу обладнання і необхідністю швидкого реагування у разі відхилень. Це створює нервову напругу і потребує правильної організації режиму праці та відпочинку.

Безпечні умови праці на круп'яному підприємстві формуються під впливом комплексу виробничих факторів, які безпосередньо визначають стан робочого середовища. До основних належать пил, шум, вібрація, освітлення, мікроклімат, електробезпека та пожежна безпека. Кожен із цих факторів має власну природу, механізм впливу на організм працівника і нормативні обмеження, які повинні суворо дотримуватися.

Пил є одним із найбільш характерних і небезпечних факторів для підприємств зернопереробної галузі. Він утворюється на стадіях очищення, транспортування, лушення та сортування зерна. За своєю природою це органічний пил, який складається з частинок оболонок, ендосперму і домішок. Найбільшу небезпеку становлять дрібні частинки, які здатні проникати в органи дихання. Тривалий вплив пилу може призводити до захворювань дихальної системи.

Гранично допустима концентрація зернового пилу в повітрі робочої зони становить у середньому 4–6 мг/м³ залежно від фракційного складу. При перевищенні цього значення необхідно вживати заходів щодо очищення повітря. Для цього на підприємстві встановлюють аспіраційні системи, які відсмоктують пил із джерел його утворення. Важливим є також герметизація обладнання і регулярне прибирання виробничих приміщень.

Окрім впливу на здоров'я, пил створює пожежну небезпеку. При певній концентрації у повітрі він може утворювати вибухонебезпечну суміш. Саме тому недопустиме його накопичення на обладнанні, підлозі і конструкціях будівлі.

Шум є другим за значенням фактором. Його джерелами є вентилятори, транспортери, норії, шліфувальні машини. Рівень шуму на таких підприємствах може досягати 80–95 дБ. Допустимий рівень шуму для постійних робочих місць становить 80 дБ. Перевищення цього рівня призводить до поступового зниження слуху, підвищеної втоми і зниження працездатності.

Для зменшення шуму застосовують технічні і організаційні заходи. До технічних належать встановлення шумопоглинальних кожухів, використання обладнання з нижчим рівнем шуму, ізоляція джерел шуму. До організаційних належить обмеження часу перебування працівників у шумних зонах і використання індивідуальних засобів захисту.

Вібрація виникає внаслідок роботи машин і передається на конструкції будівлі і робочі місця. Вона може бути загальною або локальною. Загальна вібрація впливає на весь організм, а локальна на окремі частини тіла. Допустимі рівні вібрації встановлюються санітарними нормами і не повинні перевищувати встановлені значення.

Для зменшення вібрації використовують амортизуючі опори, правильне встановлення і балансування обладнання, а також своєчасне технічне обслуговування. Важливо, щоб машини були закріплені на фундаментах, які зменшують передачу вібрації на будівлю.

Освітлення є важливим фактором, який впливає на безпеку і продуктивність праці. Недостатнє освітлення призводить до помилок, підвищує ризик травматизму і викликає швидку втому. Освітленість робочих місць повинна відповідати встановленим нормам. Для виробничих приміщень вона зазвичай становить 200–300 лк залежно від характеру робіт.

На підприємстві використовують природне і штучне освітлення. Важливо забезпечити рівномірний розподіл світла без різких тіней і відблисків. У разі аварійних ситуацій повинно бути передбачене аварійне освітлення, яке забезпечує безпечну евакуацію.

Мікроклімат виробничих приміщень включає температуру, вологість і швидкість руху повітря. Для нормальної роботи працівників температура повинна бути в межах 16–22 °С, відносна вологість 40–60 %. На ділянках сушіння температура може бути вищою, тому необхідно застосовувати вентиляцію і локальні засоби охолодження.

Електробезпека є одним із найважливіших аспектів охорони праці. На підприємстві використовується велика кількість електрообладнання, що створює ризик ураження електричним струмом. Усі установки повинні бути заземлені, а доступ до струмопровідних частин обмежений. Роботи з електрообладнанням повинні виконувати лише спеціально підготовлені працівники.

Важливим є застосування автоматичних захисних пристроїв, які відключають живлення у разі аварії. Також необхідно регулярно перевіряти стан ізоляції, заземлення і справність обладнання.

Пожежна безпека на круп'яному підприємстві має особливе значення. Зерновий пил і органічні матеріали є горючими, що створює ризик пожежі. Основними джерелами займання можуть бути іскри, перегрів обладнання, коротке замикання.

Для запобігання пожежам необхідно дотримуватися протипожежного режиму. Забороняється використання відкритого вогню, необхідно регулярно очищати обладнання від пилу, контролювати температуру машин і стан електромереж. Приміщення повинні бути обладнані засобами пожежогасіння, такими як вогнегасники, пожежні крани і системи сигналізації.

Також важливо забезпечити наявність евакуаційних виходів, які повинні бути вільними і позначеними. Працівники повинні знати порядок дій у разі пожежі і регулярно проходити навчання.

Завершальним елементом системи охорони праці на круп'яному підприємстві є не окремі технічні рішення, а цілісна організація управління безпекою праці. Саме вона забезпечує стабільність усіх раніше розглянутих заходів і перетворює їх із окремих вимог у постійно діючу систему. Для підприємства з виробництва булгуру це особливо важливо, оскільки виробничий процес є безперервним, багаторівневим і пов'язаним із різними видами небезпек.

Система управління охороною праці базується на принципі постійного контролю і зворотного зв'язку. Це означає, що будь-яке відхилення у стані обладнання, умовах праці або діях персоналу повинно не лише фіксуватися, а й аналізуватися з подальшим прийняттям рішень. Контроль здійснюється на кількох рівнях. Перший рівень це щоденний контроль безпосередньо на робочих місцях, який виконують майстри і оператори. Вони слідкують за станом обладнання, чистотою робочої зони, відсутністю сторонніх предметів і правильністю виконання операцій.

Другий рівень це періодичний контроль, який здійснюють служби охорони праці та технічні спеціалісти. Він включає перевірку стану обладнання, систем аспірації, вентиляції, електромереж, а також дотримання інструкцій працівниками. Третій рівень це внутрішній аудит, який дозволяє оцінити ефективність усієї системи і виявити слабкі місця.

Важливою складовою є аналіз причин травматизму. Кожен нещасний випадок або навіть небезпечна ситуація повинні розглядатися як джерело інформації. Аналіз дозволяє встановити, що саме стало причиною порушення безпеки. Це може бути технічна несправність, помилка працівника, недоліки в організації роботи або недостатній контроль. На основі цього розробляються профілактичні заходи, які запобігають повторенню подібних ситуацій.

Особливе значення має профілактика травматизму. Вона включає не лише усунення небезпечних факторів, а й формування правильної поведінки працівників. Працівник повинен усвідомлювати, що безпечна робота є частиною його професійних обов'язків. Для цього використовують навчання, інструктажі, роз'яснювальну роботу і постійний контроль.

Важливим елементом є медичний контроль. Працівники, які працюють у запилених, шумних або теплових умовах, повинні проходити періодичні медичні огляди. Це дозволяє виявити ранні ознаки професійних захворювань і своєчасно вжити заходів. Наприклад, при роботі в умовах пилу особливу увагу приділяють стану органів дихання, а при роботі в умовах шуму стану слуху.

Рациональна організація праці також впливає на безпеку. Робочий день повинен бути побудований таким чином, щоб уникати перевтоми. Необхідно передбачати перерви для відпочинку, особливо на ділянках з підвищеним рівнем шуму або температури. Перевтомлений працівник частіше допускає помилки, що підвищує ризик травматизму.

Окрему увагу слід приділити взаємодії між працівниками. На круп'яному підприємстві багато операцій пов'язані між собою, тому важливо, щоб дії одного працівника не створювали небезпеки для іншого. Це стосується запуску і зупинки обладнання, проведення ремонтних робіт, очищення машин і транспортерів. Перед виконанням таких робіт необхідно переконатися, що обладнання знеструмлене і не може бути випадково увімкнене.

Відповідальність за стан охорони праці розподіляється між керівництвом і працівниками. Керівництво забезпечує створення безпечних умов, наявність обладнання, проведення навчання і контроль. Працівники зобов'язані дотримуватися встановлених правил, використовувати засоби захисту і повідомляти про всі виявлені небезпеки. Такий розподіл відповідальності дозволяє створити ефективну систему, в якій кожен виконує свою роль.

Значну роль відіграє документація. Усі інструкції, журнали інструктажів, акти перевірок, результати аналізів повинні вестися систематично. Це не лише вимога нормативних документів, а й інструмент управління. За допомогою цих даних можна відстежувати зміни, оцінювати ефективність заходів і планувати подальшу роботу.

У сучасних умовах доцільно впроваджувати системний підхід до управління безпекою праці, який передбачає інтеграцію охорони праці в загальну систему управління підприємством. Це означає, що питання безпеки враховуються при прийнятті будь-яких рішень, починаючи від вибору обладнання і закінчуючи організацією робочих процесів.

РОЗДІЛ 5 СПЕЦІАЛЬНІ РОЗРАХУНКИ

5.1. Аспірація

Аспірація на круп'яному підприємстві з переробки пшениці в крупу типу булгур є однією з ключових систем, яка забезпечує не лише належні санітарні умови, а й безпеку виробництва, стабільність технологічного процесу та якість готової продукції. Її роль не обмежується видаленням пилу, а полягає у створенні контрольованого повітряного середовища, в якому всі операції з зерном відбуваються без надлишкового запилення, вторинного забруднення і ризику вибуху.

У процесі перероблення пшениці пил утворюється практично на всіх стадіях. Найінтенсивніше пиловиділення спостерігається під час приймання зерна, його пересипання, очищення, транспортування, лущення і шліфування. Частинки пилу мають різний розмір і склад. Вони включають фрагменти оболонок, частинки ендосперму, залишки домішок і мікроскопічні включення. Найбільш небезпечними є дрібнодисперсні частинки, які довго утримуються у повітрі і легко потрапляють у дихальні шляхи працівників.

Основним завданням аспіраційної системи є локалізація і видалення пилу безпосередньо у місці його утворення. Це досягається шляхом створення розрідження у робочій зоні обладнання і відведення повітря разом із пилом у систему очищення. Такий підхід значно ефективніший, ніж загальнообмінна вентиляція, оскільки не допускає поширення пилу по приміщенню.

Конструктивно аспіраційна система складається з кількох основних елементів. Першим елементом є аспіраційні укриття або кожухи, які встановлюються на обладнанні. Вони охоплюють місця пересипання зерна, вихідні і вхідні отвори машин, транспортні вузли. Їх завдання полягає у

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.І.1.8			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Шостак В.М.				Розділ 5	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Ковальов М.О.						73	
Консультант						ОНТУ, ТЗХ-41		
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.							

відокремленні робочої зони від навколишнього простору і забезпеченні ефективного відсмоктування повітря.

Другим елементом є повітропроводи, якими повітря з пилом транспортується до очисного обладнання. Вони повинні бути герметичними, мати мінімальну кількість поворотів і відповідний діаметр, що забезпечує необхідну швидкість руху повітря. Швидкість повітря у повітропроводах зазвичай підтримується на рівні 12–18 м/с, що дозволяє уникнути осідання пилу.

Третім елементом є пиловловлювальні пристрої. Найпоширенішими є циклони і рукавні фільтри. У циклонах очищення відбувається за рахунок відцентрових сил. Вони ефективно видаляють крупні частинки пилу, але менш ефективні для дрібнодисперсних фракцій. Рукавні фільтри забезпечують більш глибоке очищення, оскільки пил осідає на поверхні фільтрувальної тканини. Ступінь очищення у таких системах може досягати 95–99 %.

Четвертим елементом є вентилятори, які створюють необхідне розрідження у системі. Вони підбираються залежно від продуктивності системи і опору повітропроводів. Робота вентиляторів повинна бути стабільною, оскільки будь-які коливання впливають на ефективність аспірації.

Очищене повітря після фільтрації може викидатися в атмосферу або частково повертатися у виробниче приміщення. У другому випадку необхідно забезпечити високу ступінь очищення, щоб не допускати повторного забруднення.

Важливим аспектом є правильне проектування аспіраційної системи. Вона повинна враховувати особливості технологічної схеми підприємства. Кожна ділянка має свої джерела пилу і потребує індивідуального підходу. Наприклад, на ділянці очищення необхідно відсмоктувати повітря з сепараторів і трієрів, на ділянці луцення з машин і транспортерів, а на ділянці фасування з місць пересипання крупи.

Недостатня продуктивність аспірації призводить до накопичення пилу у приміщенні, що погіршує умови праці і підвищує ризик вибуху. Надмірна продуктивність також небажана, оскільки це призводить до втрат продукту разом із пилом і збільшення енергоспоживання. Тому система повинна бути збалансованою.

Окремо слід розглянути роль аспірації у забезпеченні пожежної безпеки. Видалення пилу знижує ймовірність утворення вибухонебезпечних концентрацій. Крім того, аспіраційні системи можуть оснащуватися пристроями для запобігання поширенню вибуху, такими як клапани і розвантажувальні панелі.

Експлуатація аспіраційної системи потребує постійного контролю. Необхідно регулярно перевіряти стан повітропроводів, герметичність з'єднань, роботу вентиляторів і ступінь забруднення фільтрів. Засмічення фільтрів призводить до зниження продуктивності і може викликати перевантаження обладнання.

Аспіраційні мережі призначені для обезпилення обладнання та конвейерів, по яких рухається зерно та відходи. Аспіраційна мережа включає: циклон, вентилятор та аспіраційні труби. При проектуванні аспіраційної мережі необхідно враховувати, що в одну мережу може входити не більше 17 одиниць обладнання. В даному проекті передбачено дві аспіраційні мережі, компонування яких наведено в табл.5.1.

Аспірація є одним із застосувань вентиляції, цей процес важливий не тільки в промисловості, але і в охороні праці. Треба зазначити, що аспірація - це одне з найскладніших напрямів в сучасній вентиляції. За допомогою аспіраційної системи можливе запобігти виділення пилу від обладнання під час виробничих процесів в приміщенні. Дані системи виконують санітарно-гігієнічні, екологічні та технологічні функції, а також дозволяють забезпечити вибухо-та пожежобезпечність на промислових підприємствах. В відповідно до потреб підприємства необхідно

враховувати нюанси кожної з аспіраційної систем і монтувати найбільш оптимальні варіанти обладнання.

Таблиця 5.1 – Компонування аспіраційної мережі

Обладнання	Поверх	Кількість	Об'єм повітря що всмоктується від однієї м ³ /хв.	Об'єм повітря що відсмоктується загальний м ³ /хв.	Вибір (циклону)	Вибір вентилятора
Аспіраційна мережа № 1						
Конвеєри скребкові Makenas MEZK-25 №1 та №2	3	2	10	20	Makenas METS-1650	Makenas MEDA-18.5
Норії Makenas MEKE – 314 №1,2,3,4,5,6	3	6	6	36		
Ваги Makenas METK-058	3	1	50	50		
Конвеєр гвинтовий Makenas MEVK-200 №	3	2	10	20		
Плющильний станок Buhler MDFA-608	3	1	10	10		
Ваги Makenas METK-058	3	1	50	50		
Конвеєр гвинтовий Makenas MEVK-200	3	8	10	80		
			Всього	266		
Аспіраційна мережа № 2						
Конвеєр гвинтовий Makenas MEVK-200	2	2	10	20	Makenas METS-1500	Makenas MEDA-15
Просіювач Makenas MESM -100/150	2	1	54	54		
Фасувально-пакувальна установка Makenas MEPM-300	1	1	8	8		
Конвеєр Makenas MEVK-200	1	4	10	40		
			Всього	122		

Існує безліч класифікацій систем вентиляції. Вони діляться на рециркуляційні та прямоточні за характером циркуляції повітря.

Прямоточними системами є технологічні конструкції, де аспіраційні повітряні потоки забираються з виробничих приміщень і викидаються в атмосферу після очистки від пилу в повітроочисних апаратах. Рециркуляційними називаються системи, в яких аспіраційні повітряні маси не викидаються в атмосферу після очищення, а частково або повністю повертаються в приміщення, скорочуючи теплові втрати в зимовий період і зменшуючи фінансові вкладення в опалення. Системи аспірації діляться на системи з постійною і змінною продуктивністю по характеру гідравлічного режиму.

Відносно зв'язку з технологічним обладнанням - централізовані і автономні.

Аспіраційні мережі обслуговують наступне технологічне обладнання: норії Makenas MEKE – 314, конвеєра Makenas MEVK-200, електронні ваги Makenas METK-058, плющильний станок Buhler MDFA-608, фасувально-пакувальну установку Makenas MEPM-300

Для забезпечення аспірації технологічного обладнання побудовано дві аспіраційні мережі в яких використано по одному циклону Makenas METS-1650 та вентилятор Makenas MEDA-18,5.

РОЗДІЛ 6

ЕНЕРГЕТИЧНЕ ТА МАТЕРІАЛЬНО-РЕСУРСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

6.1 Мета та задачі проектування

Темою дипломного проекту є будівництво заводу з переробки зерна пшениці у крупу типу булгур, продуктивністю 80 т/добу.

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

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

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

6.2 Визначення розрахункової активної потужності підприємства

Розрахункову активну потужність електричної трансформаторної підстанції приймачів підприємства визначаємо методом питомого

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.І.1.8			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Шостак В.М.			Розділ 6	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник		Ковальов М.О.					78	
Консультант								
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.				ОНТУ, ТЗХ-41		

споживання електроенергії за формулою:

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

де P_P – розрахункова активна потужність підприємства, кВт

$W_{\text{ПІТ}}$ - питома витрата електроенергії для вироблення 1т пластівців складає

$W_{\text{ПІТ}} = 45 \dots 65$ кВт·год/т, приймаємо $W_{\text{ПІТ}} = 65$ кВт·год /т;

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

$$M_{\text{РІЧ}} = M_{\text{ДОБ}} \cdot D_P = 80 \cdot 250 = 20\,000 \text{ т}, \quad (6.2)$$

тут $M_{\text{ДОБ}}$ - добова продуктивність борошна на підприємстві, $M_{\text{ДОБ}} = 72$ т/добу;

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

$T_{\text{МАХ}}$ – кількість годин використання підприємством розрахункової активної потужності на протязі року

$$T_{\text{МАХ}} = T_{\text{ДОБ}} \cdot D_P = 24 \cdot 250 = 6000 \text{ год},$$

тут $T_{\text{ДОБ}}$ - кількість годин використання підприємством розрахункової активної за добу, $T_{\text{ДОБ}} = 24$ год.

Визначимо розрахункову активну потужність для підприємства:

$$P_P = \frac{W_{\text{ПІТ}} \cdot M_{\text{РІЧ}}}{T_{\text{МАХ}}} = \frac{65 \cdot 20\,000}{6000} = 217 \text{ кВт}.$$

Визначимо розрахункову активну потужність на освітлення приміщень лампами накаливання:

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

тоді $P_{\text{ОСВ}} = 0,1 \cdot P_P = 0,1 \cdot 217 = 21,7 \text{ кВт}.$

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

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

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

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 крупозаводу заводу $\cos \varphi = 0,85$,

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

$$Q_P = P_P \cdot \operatorname{tg} \varphi = 217 \cdot 0,62 = 135 \text{ квар.}$$

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:

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

Тоді потужність компенсуючих пристроїв складає:

$$Q_E = 0,3 \cdot (217 + 21,7) = 71,6 \text{ квар,}$$

$$Q_K = Q_P - Q_E = 135 - 71,6 = 63,4 \text{ квар.}$$

Вибираємо потужність, тип та кількість компенсуючих пристроїв [4, Дод. 3] з умови:

$$2Q_{КНОМ} = n \cdot Q_{НОМ} \geq Q_K. \quad (6.9)$$

Таблиця 6.1 Технічні дані конденсаторних компенсуючих установок

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

Сумарна потужність компенсуючих пристроїв складе:

$$\sum Q_{KHOM} = n \cdot Q_{HOM},$$

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

Q_{HOM} – номінальна потужність компенсуючого пристрою, $Q_{HOM} = 67$

квар.

Тоді:

$$\sum Q_{KHOM} = n \cdot Q_{HOM} = 1 \cdot 67 = 67 \text{ квар} > Q_K = 63,4 \text{ квар},$$

тобто умова (6.9) виконується.

Повна потужність трансформаторної підстанції складе:

$$S_{ТП} = \sqrt{(P_P + P_{OCB})^2 + (Q_P - Q_{KHOM})^2} = \sqrt{(217 + 21,7)^2 + (135 - 67)^2} =$$

248 кВ·А.

Потужність одного трансформатора $S_{ТР}$ повинна забезпечувати навантаження не менш ніж 70...90% повної потужності ТП $S_{ТП}$ і складає:

$$S_{ТР} = (0,7 \dots 0,9) \cdot S_{ТП}, \quad (6.10)$$

тоді

$$S_{ТР} = 0,8 \cdot 248 = 198 \text{ кВ·А.}$$

Вибираємо [4, Дод. 3] тип силового трансформатора з умови:

$$S_{ТР\text{ ном}} \geq S_{ТР}. \quad (6.11)$$

Таблиця 6.2. Технічні дані силових трансформаторів

Тип	Номінальна потужність $S_{НОМ}$, кВ·А	Номінальна напруга, кВ		Струм холостого ходу, $I_x\%$	Втрати потужності, кВт		Напруга короткого замикання, $U_K\%$
		Первинне, $U_{1НОМ}$	Вторинне, $U_{2НОМ}$		холостого ходу, P_X	короткого замикання, P_K	
ТМ250/10-0,4	250	10	0,4	2,3	0,82	3,7	4,5

Тоді:

$$S_{ТР\text{ ном}} = 250 \text{ кВ·А} \geq S_{ТР} = 198 \text{ кВ·А},$$

тобто умова (6.11) виконується.

6.4 Перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності

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

$$K_{3T} = \frac{\sum S_i \cdot t_i}{24 \cdot 100}, \quad (6.12)$$

де K_{3T} – коефіцієнт завантаження трансформаторів;

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

t_i – тривалість i -тої ділянки часу, год.

Тоді:

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

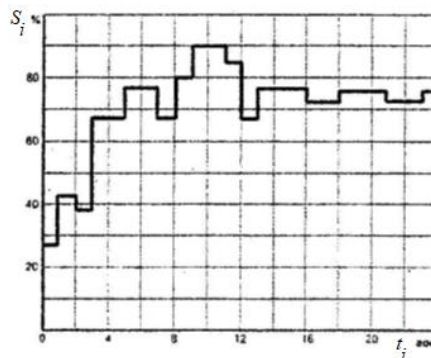


Рис. 6.1 Графік добового навантаження круп'яного заводу.

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

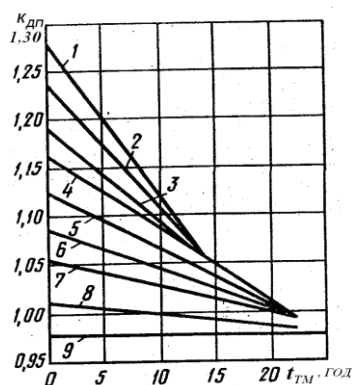


Рис. 6.2 - Графік допустимих перевантажень силових трансформаторів для $K_{ЗГ}$:

1 - 0,60; 2 - 0,65; 3 - 0,70; 4 - 0,75; 5 - 0,80; 6 - 0,85; 7 - 0,90; 8 - 0,95; 9 - 1,00.

За графіком допустимих силових перевантажень силового трансформатора (рис. 6.2), визначаємо коефіцієнт допустимих перевантажень трансформатора:

$$K_{ДП} = 1,16 \text{ при } K_{ЗГ} = 0,70 \text{ та } t_M = 3 \text{ год.}$$

Потужність кожного з двох трансформаторів з урахуванням їх перевантажень складе:

$$S_{TP} \geq \frac{S_{ТП}}{2 \cdot K_{ДП}}, \quad (6.13)$$

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

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

Тоді

$$S_{TP} \geq \frac{S_{ТП}}{2 \cdot K_{ДП}} = \frac{248}{2 \cdot 1,16} = 106,8 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

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

$$S_{TP \text{ ном}} \geq S_{TP}.$$

Таблиця 6. 3. Технічні дані силових трансформаторів

Тип	Номинальна потужність $S_{НОМ}$, кВ·А	Номинальна напруга, кВ		Струм холостого ходу, $I_x\%$	Втрати потужності, кВт		Напруга короткого замикання, $U_K\%$
		Первинне, $U_{1НОМ}$	Вторинне, $U_{2НОМ}$		холостого ходу, P_X	короткого замикання, P_K	
ТМ160/10-0,4	160	10	0,4	2,4	0,56	2,65	4,5

Тоді:

$$S_{ТР НОМ} = 160 \text{ кВ} \cdot \text{А} \geq S_{ТР} = 106,8 \text{ кВ} \cdot \text{А},$$

тобто умова (6.11) виконується.

Таким чином, потужність кожного з трансформаторів може бути знижена

від 250 кВ·А до 160 кВ·А.

6.5 Техніко-економічне порівняння роботи силових трансформаторів

Визначимо приведені втрати у трансформаторі за формулами:

$$\Delta P'_X = \Delta P_X + K_E \cdot \Delta Q_X, \quad (6.14)$$

$$\Delta P'_K = \Delta P_K + K_E \cdot \Delta Q_K, \quad (6.15)$$

де ΔP_X , ΔP_K – втрати трансформатора в режимах Х.Х. та К.З. вибираємо з таблиці 6.3, 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:

$$\Delta Q_X = \frac{S_{НОМ} \cdot I_X \%}{100}. \quad (6.16)$$

ΔQ_K – реактивні втрати трансформатора у режимі К.З:

$$\Delta Q_K = \frac{S_{НОМ} \cdot U_K \%}{100}, \quad (6.17)$$

$$\text{тоді} \quad \Delta Q_X = \frac{S_{HOM} \cdot I_X \%}{100} = \frac{160 \cdot 2,4}{100} = 3,84 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_K = \frac{S_{HOM} \cdot U_K \%}{100} = \frac{160 \cdot 4,5}{100} = 7,2 \text{ кВт},$$

$$\Delta P'_X = \Delta P_X + K_{\Delta} \Delta Q_X = 0,36 + 0,05 \cdot 3,84 = 0,55 \text{ кВт},$$

$$\Delta P'_K = \Delta P_K + K_{\Delta} \Delta Q_K = 1,97 + 0,05 \cdot 7,2 = 2,33 \text{ кВт}.$$

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

$$S_{EK} = S_{HOM} \sqrt{2 \cdot \frac{\Delta P'_X}{\Delta P'_K}}, \quad (6.18)$$

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

$$\text{Тоді} \quad S_{EK} = 160 \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{0,55}{2,33}} = 110 \text{ кВ·А}.$$

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

$$S\% = \frac{S_{EK}}{m \cdot S_{HOM}} \cdot 100\%, \quad (6.19)$$

$$\text{тоді} \quad S\% = \frac{110}{2 \cdot 160} \cdot 100 = 34,3 \text{ \%}.$$

Таким чином, при навантаженні підстанції менш ніж $S\% = 34,3\%$ один з трансформаторів можна відключити.

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

$$\Delta T_{MAX\%} = \frac{\sum t}{24} \cdot 100\%, \quad (6.20)$$

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

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

$$T'_{MAX} = T_{MAX} \frac{100 - \Delta T_{MAX\%}}{100}, \quad (6.21)$$

$$\text{тоді } T'_{MAX} = 6000 \cdot \frac{100 - 12,5}{100} = 5250 \text{ год.},$$

де T_{MAX} – річний фонд годин роботи підприємства, для круп'яного заводу $T_{MAX} = 6000$ год.

Таким чином, зменшення часу роботи трансформатора з 6000 до 5250 год., відповідно зменшує витрати електроенергії в трансформаторній підстанції.

6.6 Вибір перерізу жил та марки кабелю

Визначаємо розрахунковий струм ТП до компенсації реактивної потужності:

$$I_P = \frac{1000 \cdot S_P}{\sqrt{3} \cdot U_{НОМ}}, \quad (6.22)$$

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

$$S_P = \sqrt{(P_P + P_{ОСВ})^2 + Q_P^2}, \quad (6.23)$$

$$\text{тоді } S_P = \sqrt{(217 + 21,7)^2 + 135^2} = 274 \text{ кВ} \cdot \text{А},$$

$$I_P = \frac{274 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 380} = 8115 \text{ А}.$$

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

$$S_K = 240 \text{ мм}^2, \text{ струм } I_{ДОП} = 374 \text{ А}.$$

Тоді кількість паралельних кабельних ліній m складає

$$m = I_P / I_{ДОП} = 8115 / 395 = 20,5 \text{ од}.$$

Приймаємо: $m = 21$ од. кабельних ліній.

Перевіряємо вибраний переріз жил кабелю на допустиму втрату напруги:

$$\Delta U \% = \frac{10^5 \cdot (P_P + P_{OCB})}{U_{НОМ}^2} \cdot R_L, \quad (6.24)$$

$$R_L = \rho \cdot \frac{L}{S_O}, \quad (6.25)$$

де ρ – питомий погонний опір алюмінію, $\rho = 0,026 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$;

L – довжина кабелю, $L = 520 \text{ м}$;

S_O – загальний переріз жил паралельних кабелів, $S_O = S_K \cdot m = 240 \cdot 21 = 5040 \text{ мм}^2$.

Тоді:

$$R_L = 0,026 \cdot \frac{520}{5040} = 0,027 \text{ Ом},$$

$$\Delta U \% = \frac{10^5 \cdot (217 + 21,7)}{380^2} \cdot 0,026 = 4,29 \%.$$

Умова допустимої втрати напруги в кабельній мережі:

$$\Delta U_{\text{доп}} = 5,0\% \geq \Delta U_P \%. \quad (6.26)$$

Тоді:

$$\Delta U_{\text{доп}} = 5,0\% \geq \Delta U_P = 4,29\%,$$

тобто умова (6.26) виконується.

Висновок. Переріз жил кабелю обрано вірно.

6.7 Річні витрати електроенергії та їх вартість

Річна витрата електроенергії на виробництво продукції та освітлення підприємства складе:

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

$$W_A = (217 + 21,7) \cdot 6000 = 1432200 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Вартість електроенергії складає:

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

де d_0 – тариф на електроенергію, $d_0 = 1,98 \text{ грн./кВт год.}$,

тоді $S_0 = 1,98 \cdot 1432200 = 2835756 \text{ грн.}$

Розрахунки по економії електроенергії на підприємстві.

Розрахунковий струм лінії живлення ТП після компенсації реактивної потужності складе:

$$I'_P = \frac{1000 \cdot S_{ТП}}{\sqrt{3} \cdot U_{НОМ}} = \frac{1000 \cdot 248}{\sqrt{3} \cdot 380} = 7345 \text{ А},$$

а струм лінії живлення зменшиться на:

$$\Delta I_P \% = \frac{I_P - I'_P}{I_P} \cdot 100\% = \frac{8115 - 7345}{8115} \cdot 100 = 9,4\%,$$

що зменшить вартість втрат електроенергії в лінії живлення.

Втрати електроенергії в лінії живлення складають:

- до компенсації реактивної потужності навантаження підприємства:

$$W_{Л} = 3 \cdot R_{Л} \cdot I_P^2 \cdot T_{МАХ} \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 0,027 \cdot 8115^2 \cdot 6000 \cdot 10^{-3} = 30004667 \text{ кВт·год},$$

- після компенсації реактивної потужності навантаження підприємства:

$$W'_{Л} = 3 \cdot R_{Л} \cdot I'^2_{P} \cdot T_{МАХ} \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 0,027 \cdot 7345^2 \cdot 6000 \cdot 10^{-3} = 29919226 \text{ кВт·год}.$$

Втрати електроенергії у трансформаторах складають:

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

$$W_{ТР} = 2 \cdot \Delta P'_K \cdot T_{МАХ} = 2 \cdot 1,97 \cdot 6000 = 23640 \text{ кВт·год},$$

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

$$W'_{ТР} = 2 \cdot \Delta P'_K \cdot T'_{МАХ} = 2 \cdot 1,97 \cdot 5250 = 20685 \text{ кВт·год}.$$

Витрати електроенергії на освітлення складають:

- для ламп розжарювання:

$$W_{ОСВ} = q \cdot P_P \cdot T_{МАХ} = 0,10 \cdot 217 \cdot 6000 = 130200 \text{ кВт·год},$$

- для люмінесцентних ламп:

$$W'_{ОСВ} = q' \cdot P_P \cdot T_{МАХ} = 0,04 \cdot 217 \cdot 6000 = 52080 \text{ кВт·год},$$

де q , q' - коефіцієнти, для ламп розжарювання $q = 0,1$; для люмінесцентних ламп – у залежності від їх типу [4, Дод. 5], $q' = 0,035 \dots 0,06$.

Результати розрахунків по економії електроенергії зведені у таблиці 6.4.

Таблиця 6.4. Витрати та економія електроенергії

Споживачі	Втрати електроенергії, кВт·год.		Економія електроенергії, кВт·год.
	До впровадження заходів по економії	Після впровадження заходів по економії	
Кабельна лінія	$W_L = 30004667$	$W'_L = 29919226$	$\Delta W_L = 85441$
Трансформатори	$W_{TP} = 23640$	$W'_{TP} = 20685$	$\Delta W_{TP} = 2955$
Освітлення	$W_{OCB} = 130200$	$W'_{OCB} = 52080$	$\Delta W_{OCB} = 78120$
Всього			$\Delta W = 166516$

Загальна річна економія електроенергії на підприємстві за розрахунками складає $\Delta W = 166516$ кВт·год, а річна вартість економії електроенергії дорівнює:

$$\Delta S_0 = d_0 \cdot \Delta W = 1,98 \cdot 166516 = 329701,7 \text{ грн.},$$

що складає:

$$\Delta S\% = \frac{\Delta S_0}{S_0} \cdot 100\% = \frac{329701,7}{2835756} \cdot 100\% = 11,6\%$$

від річної вартості електроенергії $S_0 = 2835756$ грн.

Висновки

Розрахункова повна потужність електричної підстанції підприємства складає $S_{TH} = 248$ кВ·А. Для забезпечення роботи підприємства необхідно встановити два силові трансформатори типу ТМ160/10-0,4 з номінальною потужністю кожного $S_{НОМ} = 160$ кВ·А.

Компенсацію реактивної потужності підприємства можливо здійснювати за допомогою конденсаторної установки типу КСК2-0,4-67-3У3 з номінальною реактивною потужністю $Q_{НОМ} = 67$ квар.

Впроваджені заходи до компенсації реактивної потужності, зниження номінальної потужності силових трансформаторів та відключення їх в години зниження споживання електроенергії на підприємстві, вибору раціонального перерізу жил кабельних ліній живлення та заміна ламп розжарювання на люмінесцентні енергозберігаючі лампи. Ці заходи дають щорічну економію електроенергії на суму $\Delta S_0 = 329701,7$ грн./рік, що складає $\Delta S\% = 11,6\%$ від річної вартості електроенергії, яка складає $S_0 = 2835756$ грн.

РОЗДІЛ 7 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

Розділ включає такі підрозділи.

7.1. Програма виробничої діяльності.

7.2. Інвестиційні витрати .

7.3. Чисельність працівників та фонд оплати праці.

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

7.5. Фінансова та економічна оцінка проекту.

7.6 Оцінка ризиків

7.1 Висновки

7.1 Програма виробничої діяльності

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

7.2 Інвестиційні витрати

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

7.3 “Чисельність працівників та фонд оплати праці”

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

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

Розрахунок загальної чисельності працюючих виконується, виходячи з того, що питома вага робітників основного виробництва становить 50 % від загальної чисельності персоналу підприємства, тобто – 12 чол. При цьому, у чисельність працівників основного виробництва не входять робітники

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.І.1.8				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробив		Шостак В.М.			Розділ 7		Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник		Ковальов М.О.						90	
Консультант		Басюркіна Н.Й.					ОНТУ, ТЗХ-41		
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.							

відділення розфасовки. На підприємстві передбачається відділення розфасовки, його чисельність дорівнює – 1 чол. і додається до загальної чисельності працюючих після її визначення.

$$\text{Чзаг} = 25 \text{ чол}$$

Фонд оплати праці при будівництві нового підприємства за формулою

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

де Змін - мінімальна гарантована місячна ставка некваліфікованого робітника у поточному році; 2102 грн з 14.11.19 року

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

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

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

Ч - чисельність працюючих;

N- число місяців праці;

$$\text{ФОП} = 2102 * 1,3 * 1,2 * 1,3 * 25 * 12 : 1000 = 1278,8 \text{ тис грн}$$

Середньомісячну заробітну плату визначають за формулою

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

де Ч – чисельність працюючих, люд.;

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

$$\text{Зсер} = 1278,8 / 25 / 12 = 4262,8 \text{ грн}$$

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

$$\text{ПП} = 77620,8 / 25 = 3104,8 \text{ тис грн/чол.}$$

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

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

7.1.1 Розрахунки собівартості продукції

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

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

виробнича собівартість

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

повна собівартість

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

Методика визначення витрат за калькуляційними статтями

Витрати на сировину і основні матеріали

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

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

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

$$Вз = \frac{1.02 \cdot 3900 + 100}{1 + 0.2} \cdot 12\,000 : 1000 = 48736 \text{ тис грн}$$

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

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

Допоміжні матеріали

Витрати на допоміжні матеріали визначають, виходячи з того, що на 1 тону переробки зерна витрачається 10,0 грн.

$$Вм = 0,01 \cdot 18\,000 = 180,0 \text{ тис грн.}$$

Паливо

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

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

де Цпал - ціна натурального палива, грн/т (грн/м³); Ц газ = 4942 грн за 1000м³

Qз - обсяги переробки зерна, т;

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

Кум – коефіцієнт переведення умовного палива у натуральне.

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

$$В_{пал} = 3 * 18000 * 0,88 * 4942 : 1000^2 = 234 \text{ тис грн.}$$

Енергія

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

Витрати на електроенергію визначають за формулою

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

де Тел - тариф за електроенергію, грн/тис квт.год; Тел =2187 грн

Нел - норма витрат електроенергії на виробництво круп ; 160,0 квтгод

$Qз$ - обсяг переробки зерна за рік, т;

$Кб$ - загальний вихід продукції, відн. од.

$$Вел = 2,187 * 160 * 18000 * 0,80 / 1000 = 5038 \text{ тис грн}$$

Витрати на воду розраховують за формулою

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

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

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

Нв - норма витрат води на тонну зерна, яке переробляється, 0,25 м³/т;

$Qз$ - обсяг переробки зерна за рік, т.

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

$$Вв = (12 + 4,8 * 0,9) * 0,25 * 18000 = 73,5 \text{ тис грн}$$

Витрати енергії (Вен) визначають за формулою

$$Вен = Вел + Вв \quad Вен = 5038 + 73,5 = 5111,5 \text{ тис грн}$$

Основна і додаткова заробітна плата

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

підприємства (ФОПзаг), який визначають у п. 9.3. Решта ФОП включається у комплексні статті непрямих витрат (загальновиробничі, адміністративні витрати, витрати на збут).

$$\text{Взп} = 0,6 * 1278,8 = 767,3 \text{ тис грн}$$

Відрахування на соціальні заходи

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

$$\text{Ввідр} = 767,3 * 0,22 = 168,8 \text{ тис грн}$$

Амортизація обладнання

Амортизаційні відрахування розраховують за формулою

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

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

Ha - норма амортизаційних відрахувань 4-ої групи фондів (виробничого обладнання), - 20% з 01.01.2011.

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

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

$$A = 12000 * 0,5 * 0,20 = 1200 \text{ тис грн.}$$

Інші прямі витрати – Він,пр

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

$$\begin{aligned} \text{Вінш} &= 0,05 * (180 + 234 + 5111,5 + 767,3 + 168,8 + 1200) = 0,05 * 7661,6 = \\ &= 383,1 \text{ тис грн} \end{aligned}$$

Загальновиробничі витрати

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

$$Взаг = 0,1 * (7661,6 + 383,1) = 0,1 * 8022,55 = 804,5 \text{ тис грн}$$

Виробнича собівартість

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

$$48736 + 180,0 + 234 + 5111,5 + 767,3 + 168,8 + 1200 + 383,1 + 804,5 = 57\,585,2 \text{ тис грн}$$

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

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

$$Вадм = 0,15 * (57\,585,2 - 48736) = 0,15 * 8849,2 = \underline{1327,4 \text{ тис грн}}$$

$$Взб = 0,13 * 8849,2 = 1150,4 \text{ тис грн}$$

$$Вінш = 0,02 * 8849,2 = 176,9 \text{ тис грн}$$

$$Вкр = 0,01 * 8849,2 = 88,5 \text{ тис грн}$$

Повна собівартість

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

Результати розрахунків за статтями зводять у таблиці 7.1

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

Статті витрат	Сума витрат, тис.грн
Сировина і основні матеріали	48736
Допоміжні матеріали	180,0
Паливо	234
Енергія	5111,5
Основна і додаткова заробітна плата	767,3
Відрахування на соціальні заходи	168,8
Амортизація обладнання	1200
Інші прямі витрати 5%	383,1
Загальновиробничі витрати 15%	804,5
Виробнича собівартість	57 585,2
Адміністративні витрати 20%	1327,4
Витрати на збут	1150,4
Інші витрати основної діяльності	176,9
Проценти за кредит	88,5
Повна собівартість	60 328, 4
у т.ч. експлуатаційні витрати	58672,4

$$A_{\text{заг}} = A_{\text{обл}} + A_{\text{ін}} = 1200 + 456 = 1656 \text{ тис грн.}$$

Розрахунок інших амортизаційних відрахувань здійснюють за формулою

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

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

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

$$A_{\text{соор}} = 12000 * 0,3 * 0,05 = 180 \text{ тис грн}$$

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

$$A_2 = 12000 * 0,07 * 0,2 = 168 \text{ тис грн}$$

четвертої групи (основне технологічне устаткування) - 20 %,

$$A_3 = 12000 * 0,02 * 0,20 = 48 \text{ тис грн}$$

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

$$A_4 = 12000 * 0,01 * 0,5 = 60 \text{ тис грн.}$$

$$\text{Аінш} = 180 + 168 + 48 + 60 = 456 \text{ тис грн}$$

Розподіл ОПВФ по групах наведено у додатку Е, таблиці Е.1.МУ
Експлуатаційні витрати, які відображають у останньому рядку (Векс) є різницею між повною собівартістю (Спов) та загальними амортизаційними відрахуваннями (Азаг)

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

$$\text{Векс} = 60328,4 - 1656 = 58672,4 \text{ тис грн}$$

Прибуток визначають як різницю між обсягами реалізації продукції та послуг.

$$\text{П} = \text{РП} - \text{Спов}; \text{ П} = 77620,8 - 60328,4 = 17292,4 \text{ тис грн}$$

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

$$\text{Рпр} = (\text{П} / \text{С}) * 100$$

$$\text{Рпр} = (17292,4 / 60328,4) * 100 = 28,6\%$$

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

$$\text{Рпр-ва} = [\text{П} / (\text{ОПФ} + \text{ОС})] * 100$$

$$\text{Рпр-ва} = [17292,4 * 100 / (12000 + 5433,5)] = 99 \%$$

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

$$T = \frac{I}{P} \times 1,5 + 1 = (17433,5 / 17292,4) \times 1,5 + 1 = 2,5 \approx 3 \text{ роки}$$

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

Для кредитування інвестицій приймають такі умови.

1) Процентна ставка по кредиту 20 % за рік.

2) Усі вільні кошти прибутку йдуть на погашення кредиту.

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

Таблиця 7.2 – Розрахунок прибутку, податків і вільних грошових коштів

Показники	Роки		
	1	2	3
Надходження коштів	62096,64	77620,8	77620,8
Експлуатаційні витрати	46937,9	58672,4	58672,4
Амортизаційні відрахування	1656	1656	1656
Проценти за кредит	2440,7	626,5	-
Балансовий прибуток	11062,1	16665,9	17292,4
Податок на прибуток 18 %	1991,2	2999,9	3112,6
Чистий прибуток	9070,7	13666	14179,8
Чистий прибуток, що залишається на підприємстві	-	10533,3	14179,8
Вільні грошові кошти	10 726,7	15322	15835

В перший рік обсяг надходження коштів беруть на рівні 80% від максимального рівня 62096,64 ($77620,8 \cdot 0,8$) тис грн., експлуатаційні витрати - на рівні 80% від максимального рівня 46937,9 ($58672,4 \cdot 0,8$) тис грн.

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

$$Пк1 = 12\,203,4 \cdot 0,20 = 2440,7 \text{ тис грн.}$$

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

$$Пб1 = 62096,64 - 46937,9 - 1656 - 2440,7 = 11062,1 \text{ тис грн.}$$

Податок на прибуток беруть у розмірі 18 % від балансового прибутку

$$Пп1 = 11062,1 \cdot 0,18 = 1991,2 \text{ тис грн.}$$

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

$$Пч1 = Пб1 - Пп1$$

$Пч1 = 11062,1 - 1991,2 = 9070,7$ тис грн. і він піде на погашення кредиту у першому році.

Залишок кредиту на другий рік дорівнює

$$Кзал,2 = 12\,203,4 - 9070,7 = 3132,7 \text{ тис грн..}$$

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

$$ВКГ,1 = 1656 + 9070,7 = 10\,726,7 \text{ тис грн.}$$

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

$$Пк2 = 3132,7 * 0,20 = 626,5 \text{ тис грн.}$$

$$Пб2 = 77620,8 - 58672,4 - 1656 - 626,5 = 16665,9 \text{ тис грн.}$$

Податок на прибуток беруть у розмірі 18 % від балансового прибутку

$$Пп2 = 16665,9 * 0,18 = 2999,9 \text{ тис грн.}$$

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

$$Пч2 = Пб2 - Пп2$$

$Пч1 = 16665,9 - 2999,9 = 13666$ тис грн. і він піде на погашення кредиту у поточному році.

Залишок кредиту на третій рік дорівнює

$$Кзал,3 = 3132,7 - 13666 = 0 \text{ тис грн.}$$

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

$$ВКГ,2 = 1656 + 13666 = 15322 \text{ тис грн.}$$

$$Пб3 = 77620,8 - 58672,4 - 1656 = 17292,4 \text{ тис грн.}$$

Податок на прибуток беруть у розмірі 18 % від балансового прибутку

$$Пп3 = 17292,4 * 0,18 = 3112,6 \text{ тис грн.}$$

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

$$Пч3 = Пб3 - Пп3$$

$$Пч3 = 17292,4 - 3112,6 = 14179,8 \text{ тис грн.}$$

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

$$ВКГ,3 = 1656 + 14179,8 = 15835 \text{ тис грн.}$$

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

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

$$\text{Пч,пот,2} = (77620,8 - 58672,4 - 1656 - 626,5) * 0,82 = 13666 \text{ тис грн}$$

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

Якщо $\text{Б} < \text{Пч}$, 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

$$\text{Тміс} = (\text{Б} : \text{Пч}) * 12 .$$

$$\text{Тміс} = (3132,7 / 13666) * 12 = 2,7 \text{ міс}$$

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

$$\text{Пкр} = \text{Б} * \%_{\text{кр}} * (\text{Тміс} : 12) ,$$

$$\text{Пкр} = [3132,7 * 20 / (100 * 12)] * 2,7 = 140,97 \text{ тис грн}$$

де $\%_{\text{кр}}$ - 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.

$$\text{Пч,о,2} = 13666 - 3132,7 = 10533,3 \text{ тис грн.}$$

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

$$\text{ВК,2} = 13666 + 1656 = 15322 \text{ тис грн. і т.д.}$$

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 7.3

Таблиця 7.3 – Графік повернення кредиту і сплати процентів по кредиту,

Показники	Роки		
	1	2	3
Борг на початок року	12 203,4	3132,7	-
Погашення кредиту	9070,7	3132,7	-
Борг на кінець року	3132,7	-	-
Проценти за кредит	2440,7	626,5	-

Строк повернення кредиту дорівнює

$$T_{п.к} = 1 + 3132,7 / 13666 = 1,3 \text{ року}$$

Розрахунок чистої приведеної вартості та строку окупності інвестиційного проекту

здійснюється за допомогою таблиці 7.4

Таблиця 7.4 – Розрахунок чистої приведеної вартості та строку окупності проекту

Показники	Роки		
	1	2	3
i			
$(1 + 0,2)^i$	1,2	1,44	1,73
Вільні грошові кошти, тис грн	10 726,7	15322	15835
Дисконтована величина вільних грошових коштів, тис грн	8938,9	10640,3	9153,2
Чиста приведена вартість проекту, тис грн	-8494,6	- 2145,7	+7007,5

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

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

$$ЧПВ_i = K_{дис,i} - ЧПВ_{i-1},$$

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);

К_{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.

1-й рік ЧПВ₁ = 8938,9 - 17433,5 = -8494,6 тис грн

2-й рік ЧПВ₂ = 10640,3 - 8494,6 = - 2145,7 тис грн

3-й рік ЧПВ₃ = 9153,2 - 2145,7 = +7007,5 тис грн

Строк окупності інвестицій – 3,4 року

Ток = 2 + (2145,7 / 9153,2) = 2,3 року

7.6 Оцінка і профілактика ризиків.

Усі ризики можна розподілити на такі групи:

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

постачання сировини; ринкові ризики пов'язані з втратою позицій на ринку та погіршенням якості продукції

Основні економічні показники діяльності підприємства представлені у табл. 7.5

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

Показники	Розмірність	Значення показників
1. Добова потужність підприємства	тонн	80
2. Обсяги переробки зерна, в т.ч.	тонн	18000
власних ресурсів		12 000
ресурсів клієнтів		6000
3. Обсяг продаж (реалізації)	тис грн	77620,8
4. Виробництво продукції з власних ресурсів	% тонн	80 9600
5. Повна собівартість	тис грн	60 328, 4
6. Прибуток	тис грн	17292,4
7. Чисельність працівників	люд	25
8. Фонд оплати праці	тис грн	1278,8
9. Середньомісячна заробітна плата	грн	4262,8
10. Продуктивність праці	тис грн/люд	3104,8
11. Вартість основних виробничих фондів	тис грн	12000
12. Оборотні кошти	тис грн	5433,5
13. Рентабельність продукції та послуг	%	28,6
14. Рентабельність виробництва	%	99
15. Інвестиції	тис грн	17433,5
в т.ч. в основні виробничі фонди		12000
в оборотні кошти		5433,5
16. Кредит на будівництво підприємства	тис грн	12 203,4
17. Термін повернення кредиту	років	1,3
18. Термін окупності інвестицій	років	2,3
19. Чиста приведена вартість проекту на кінець 3... року	тис грн	7007,5

Висновки: Будівництво круп'яного заводу малої потужністю 80 т/добу у Одеській області технічно можливо та економічно ефективно. Інвестиції у розмірі 17433,5 тис грн окупаються 2,3 роки. Кредит у розмірі 12 203,4 тис грн буде повернутий за 1,3 років. Чиста приведена вартість проекту на кінець 3-го року складе 7007,5 тис грн.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Проектування круп'яного заводу з виробництва крупи типу булгур в Україні є обґрунтованим і доцільним напрямом розвитку переробки зерна. Це зумовлено поєднанням кількох ключових факторів, серед яких важливе місце займає наявність значної сировинної бази пшениці, потреба у розширенні асортименту круп'яної продукції та поступова зміна споживчих уподобань у бік продуктів з підвищеною харчовою цінністю і зручністю використання. Булгур у цьому контексті виступає як перспективний продукт, що дозволяє поєднати традиційні ресурси з сучасними вимогами до якості і властивостей харчових продуктів.

У ході виконання кваліфікаційної роботи послідовно вирішено всі поставлені завдання, що дозволило сформулювати цілісний і логічно обґрунтований проєкт підприємства. На початковому етапі виконано техніко-економічне обґрунтування, у межах якого доведено доцільність організації виробництва крупи типу булгур. Враховано особливості вітчизняної сировинної бази, сучасний стан круп'яної галузі та можливості ефективного використання зерна пшениці. Обґрунтовано, що переробка пшениці у булгур дозволяє підвищити рівень використання зернових ресурсів і отримати продукт із більш високою споживчою цінністю порівняно з традиційними видами круп.

Важливим етапом роботи стало розроблення генерального плану підприємства та обґрунтування архітектурно-будівельних рішень. Визначено склад виробничих, складських і допоміжних об'єктів, їх функціональне призначення та взаємне розміщення. Особливу увагу приділено організації потоків сировини і готової продукції, що дозволяє забезпечити безперервність технологічного процесу та уникнути перехрещення потоків. Архітектурно-будівельні рішення враховують

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.I.1.8		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ		
Розробив		Шостак В.М.					
Керівник		Ковальов М.О.					
Консультант							
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.					
					Літ	Аркуш	Аркушів
						106	
					ОНТУ, ТЗХ-41		

вимоги до розміщення технологічного обладнання, створення безпечних умов праці та ефективного використання виробничих площ.

Виконано аналіз хімічного складу зерна, який дозволив детально розглянути вміст і властивості основних компонентів, таких як білки, крохмаль, жири, клітковина та мінеральні речовини. Розкрито їх роль у формуванні структури зерна і зміні властивостей під час переробки. Отримані результати стали теоретичною основою для обґрунтування технологічних рішень і вибору режимів оброблення зерна у процесі виробництва булгуру.

На основі проведеного аналізу розроблено і обґрунтовано технологічну схему перероблення пшениці у крупу типу булгур продуктивністю 80 т/доб. У схемі визначено послідовність технологічних операцій, що включають очищення зерна, водотеплову обробку, сушіння, лущення, шліфування, сортування та фасування. Для кожного етапу встановлено його призначення та вплив на формування якості кінцевого продукту. Обґрунтовано вибір режимів оброблення, які забезпечують максимальний вихід цілого ядра і зменшення утворення подрібненого продукту, що є важливим показником ефективності виробництва.

Відповідно до прийнятої технологічної схеми проведено вибір, розрахунок і підбір технологічного обладнання. Визначено типи технологічного обладнання, їх кількість, продуктивність і основні параметри роботи. Використання сучасного обладнання дозволяє підвищити ефективність виробництва і забезпечити стабільну якість готової продукції.

Окрему увагу приділено обґрунтуванню аспіраційної системи. Визначено основні джерела пиловиділення та розроблено заходи щодо його ефективного видалення. Підібрано основні елементи системи, включаючи повітропроводи, пиловловлювальні пристрої та вентилятори. Обґрунтовано параметри їх роботи, що дозволяють забезпечити належні

санітарні умови у виробничих приміщеннях і підвищити рівень безпеки праці.

Проведено розрахунок енергетичного та матеріально-ресурсного забезпечення підприємства. Визначено потребу у сировині, воді, електроенергії та інших ресурсах, необхідних для забезпечення заданої продуктивності. Проведено оцінку витрат енергії на окремі технологічні операції, що дозволило визначити рівень енергоємності процесу і встановити можливі напрями його оптимізації. Також складено баланс сировини і продукції, який відображає розподіл маси зерна між готовим продуктом, побічними продуктами і втратами.

На завершальному етапі виконано техніко-економічні розрахунки, у межах яких визначено основні показники ефективності виробництва. Розраховано витрати на виробництво, встановлено рівень собівартості продукції та оцінено можливі економічні результати функціонування підприємства. Отримані результати свідчать про доцільність реалізації проєкту і підтверджують його економічну обґрунтованість.

Будівництво круп'яного заводу малої потужністю 80 т/добу у Одеській області технічно можливо та економічно ефективно. Інвестиції у розмірі 17433,5 тис грн окупаються 2,3 роки. Кредит у розмірі 12 203,4 тис грн буде повернутий за 1,3 років. Чиста приведена вартість проєкту на кінець 3-го року складе 7007,5 тис грн.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Правила організації і ведення технологічного процесу на круп'яних заводах. – К., 1998. – 164 с.
2. Шутенко, Є.І. Технологія круп'яного виробництва: навч. Посібник [Текст] / Є.І. Шутенко, С.М. Соц. – К.: Освіта України, 2010. – 272 с.
3. Мерко І. Т., Моргун В. О. Наукові основи і технологія переробки зерна: підручник для студентів вищих навчальних закладів. - Одеса: Друк, 2001.- 348 с.
4. Kaplan Evlice, A., & Özkaya, H. (2020). Effects of wheat cultivar, cooking method, and bulgur type on nutritional quality characteristics of bulgur. *Journal of Cereal Science*, 96, 103124. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.103124>
5. Terras, D. S., Djebballi, K., & Jedidi, E. (2019). Influence of process parameters on bulgur quality. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 11(5), 431–439. <https://doi.org/10.3920/qas2018.1303>
6. Hayta, M. (2002). Bulgur Quality as Affected by Drying Methods. *Journal of Food Science*, 67(6), 2241–2244. Portico. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb09534.x>
7. Yousif, S. I., Bayram, M., & Kesen, S. (2018). Characterization of Volatile Compounds of Bulgur (Antep Type) Produced from Durum Wheat. *Journal of Food Quality*, 2018, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2018/8564086>
8. UNAL, H. G., & SACILIK, K. (2011). MILLING QUALITY OF HULLED WHEAT BULGUR WITH STONE MILL. *Journal of Food Process Engineering*, 34(3), 893–904. Portico. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4530.2009.00516.x>
9. Marie, A. M., & Gebreil, S. (2024). Influence of Cooking and Drying Methods on Quality Characteristics of Different Cereals Bulgur. *Food Technology Research Journal*, 4(2), 107–122. <https://doi.org/10.21608/ftmj.2024.292694.1075>
10. Arif Yılmaz, V., & Faik Koca, A. (2020). Quality, sensorial and textural properties of einkorn and durum bulgur produced with several methods.

International Journal of Gastronomy and Food Science, 22, 100263.
<https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100263>

11. Bayram, M. (2023). Other durum wheat products—couscous and bulgur. ICC Handbook of 21st Century Cereal Science and Technology, 353–362.
<https://doi.org/10.1016/b978-0-323-95295-8.00021-6>

12. Erbaş, M., Aykın, E., Arslan, S., & Durak, A. N. (2016). Adsorption behaviour of bulgur. Food Chemistry, 195, 87–90.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.06.050>

13. Gruber, W., & Sarkar, A. (2012). Durum Wheat Milling. Durum Wheat, 139–159. <https://doi.org/10.1016/b978-1-891127-65-6.50013-1>

14. Dexter, J. E., & D'Egidio, M. G. (2012). Grading Factors Impacting Durum Wheat Processing Quality. Durum Wheat, 235–250.
<https://doi.org/10.1016/b978-1-891127-65-6.50018-0>

15. Bozzini, A., David, J., & Natoli, V. (2012). Origin and Distribution of Durum Wheat Genetic Diversity in the World. Durum Wheat, 1–14.
<https://doi.org/10.1016/b978-1-891127-65-6.50006-4>

16. Rachón, L., Pałys, E., & Szumiło, G. (2012). Comparison of the chemical composition of spring durum wheat grain (*Triticum durum*) and common wheat grain (*Triticum aestivum* ssp. *Vulgare*). Journal of Elemntology, (1/2012).
<https://doi.org/10.5601/jelem.2012.17.1.10>

17. Boggini, G., Namoune, H., Abecassis, J., & Cuq, B. (2012). Other Traditional Durum-Derived Products. Durum Wheat, 177–199.
<https://doi.org/10.1016/b978-1-891127-65-6.50015-5>

18. Sissons, M. (Ed.). (2023). Durum Wheat Products - Recent Advances. MDPI. <https://doi.org/10.3390/books978-3-0365-9820-8>

19. Wieser, H., Koehler, P., & Scherf, K. A. (2020). Chemical composition of wheat grains. Wheat - an Exceptional Crop, 13–45.
<https://doi.org/10.1016/b978-0-12-821715-3.00002-2>

20. Cornell, H. J., & Hoveling, A. W. (2020). The Composition, Properties, and Uses of Wheat Starch. *Wheat*, 127–171. <https://doi.org/10.1201/9780367812713-4>

21. Pepó, P., & Győri, Z. (2007). Amino acid compositions in wheat species with different genomes. *Cereal Research Communications*, 35(4), 1685–1699. <https://doi.org/10.1556/crc.35.2007.4.15>

22. Любич, В. В. (2016). Culinary properties of groats of spelt wheat cultivars and lines. *Myronivka Bulletin*, 3(0). <https://doi.org/10.21498/2518-7910.0.2016.119128>

23. Šramková, Z., Gregová, E., & Šturdík, E. (2009). Chemical composition and nutritional quality of wheat grain. *Acta chimica slovac*, 2(1), 115-138.

24. Choe, J. S., & Youn, J. Y. (2005). The chemical composition of barley and wheat varieties. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 34(2).

25. Rachon, L., & Szumilo, G. (2009). Comparison of chemical composition of selected winter wheat species. *Journal of Elementology*, 14(1), 135-145.

26. Khalid, A., Hameed, A., & Tahir, M. F. (2023). Wheat quality: A review on chemical composition, nutritional attributes, grain anatomy, types, classification, and function of seed storage proteins in bread making quality. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1053196.

27. Khan, K. (2016). *Wheat: chemistry and technology*. Elsevier.

28. JMares, D., & Stone, B. A. (1973). Studies on wheat endosperm I. Chemical composition and ultrastructure of the cell walls. *Australian Journal of Biological Sciences*, 26(4), 793-812.

29. Zecevic, V., Knežević, D., & Micanovic, D. (2007). Variability of technological quality components in winter wheat. *Genetika*, 39(3), 365-374.

30. Torbica, A., Antov, M., Mastilović, J., & Knežević, D. (2007). The influence of changes in gluten complex structure on technological quality of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Food research international*, 40(8), 1038-1045.

31. Johansson, E., Branlard, G., Cuniberti, M., Flagella, Z., Hüsken, A., Nurit, E., ... & Vazquez, D. (2020). Genotypic and environmental effects on wheat technological and nutritional quality. In Wheat quality for improving processing and human health (pp. 171-204). Cham: Springer International Publishing.

32. Graziano, S., Marando, S., Prandi, B., Boukid, F., Marmiroli, N., Francia, E., ... & Gulli, M. (2019). Technological quality and nutritional value of two durum wheat varieties depend on both genetic and environmental factors. Journal of agricultural and food chemistry, 67(8), 2384-2395.

33. Dexter, J. E., & Marchylo, B. A. (2001). Wheat quality requirements. Durum Wheat, Semolina and Pasta Quality: Recent Achievements and New Trends: Montpellier, France, November 27, 2000, (99), 139.