

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 агропромислового підприємства з виробництва борошна і круп. Проект круп'яного заводу продуктивністю 3 т/год»**

(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)

Здобувачки Дашкової Г.В.
(прізвище, ініціали)

Керівник: доцент Кустов І.О.
(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти: проф. Басюркіна Н.Й.
(посада, прізвище та ініціали)
доц. Штепа Є.П.
(посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від 04 червня 2026 р., протокол № 14.

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

Одеса – 2026 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

Кафедра Технології зернових продуктів, хліба і кондитерських виробів

Ступінь вищої освіти «Бакалавр»

Спеціальність 181 «Харчові Технології»

Освітня програма Технології зберігання і переробки зерна

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ТЗПХіКВ

Дмитро ЖИГУНОВ

«____» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Дашкової Ганни Володимирівни

1.Тема роботи Проект агропромислового підприємства з виробництва борошна і круп. Проект круп'яного заводу продуктивністю 3 т/год

Затверджена наказом університету від 02.10.2025 р. наказ № 537-03

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 « 02 » жовтня 2025 р.

Керівник _____ Кустов І.О.

Завдання прийняв до виконання _____ Дашкова Г.В.

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 _____ Дашкова Г.В.

Керівник _____ Кустов І.О.

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

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

Здобувач–вищої освіти Дашкова Г.В.
(ПІБ)

(підпис)

АНОТАЦІЯ

на кваліфікаційну роботу на тему
«Проект агропромислового підприємства з виробництва борошна і круп.
Проект круп'яного заводу продуктивністю 3 т/год»

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

Актуальність теми: полягає у необхідності розширення напрямків переробки зерна пшениці, збільшення виробництва круп'яної продукції та забезпечення населення харчовими продуктами тривалого зберігання зі стабільними споживчими властивостями. Сучасний розвиток круп'яної промисловості України характеризується зростанням попиту на продукти швидкого приготування, пластівці та інші продукти переробки зерна. Одеська область має значну сировинну базу продовольчої пшениці, розвинену транспортну та інженерну інфраструктуру, що створює сприятливі умови для будівництва круп'яного заводу продуктивністю 3 т/год.

Основні особливості роботи: у кваліфікаційній роботі виконано проєкт круп'яного заводу з виробництва пшеничної шліфованої крупи та пшеничних пластівців швидкого приготування продуктивністю 72 т/добу. Наведено техніко-економічне обґрунтування доцільності будівництва підприємства у місті Чорноморськ Одеської області. Виконано підбір та розрахунок технологічного обладнання, розроблено технологічну схему виробництва, проведено спеціальні та техніко-економічні розрахунки, передбачено впровадження системи НАССР, заходів з охорони праці та забезпечення безпечності виробництва.

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 розрахунки»; висновки та рекомендації; список літератури; графічні додатки.

Обсяг роботи: пояснювальна записка викладена на 100 сторінках. Графічна частина включає 5 листів.

Висновок: Будівництво круп'яного заводу малої потужності 72 т/добу в Одеській області технічно можливе та економічно ефективне. Інвестиції у розмірі 25767,4 тис грн окупаються за 2,9 року. Кредит у розмірі 18037,2 тис грн буде повернутий за 1,8 року. Чиста приведена вартість проекту на кінець 4-го року складе 8438,4 тис грн.

Ключові слова: круп'яний завод, пшенична крупа, пшеничні пластівці, зернопереробна промисловість, технологічний процес, пшениця, технологічне обладнання, техніко-економічне обґрунтування, НАССР, круп'яне виробництво.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	4
ЗМІСТ	6
ВСТУП	7
1. РОЗДІЛ 1 СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ	10
2. РОЗДІЛ 2 ТЕХНІКО–ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ	17
3. РОЗДІЛ 3 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ’ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА.....	26
3.1 Загальна характеристика генерального плану підприємства.....	26
3.2 . Архітектурно–будівельні рішення	31
4. РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	37
4.1 Наукове обґрунтування.....	37
4.2 Вимоги до показників якості сировини та розрахунок помельної партії	45
4.3 Обґрунтування схеми технологічного процесу	51
4.4 Розрахунок балансу помелу зерна.....	52
4.5 Підбір та розрахунок технологічного обладнання	53
4.6 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва. Застосування системи НАССР	58
4.7 Охорона праці.....	63
5. РОЗДІЛ 5 СПЕЦІАЛЬНІ РОЗРАХУНКИ.....	69
6. РОЗДІЛ 6 ЕНЕРГЕТИЧНЕ ТА МАТЕРІАЛЬНО–РЕСУРСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	73
7. РОЗДІЛ 7 ТЕХНІКО–ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ	85
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	96
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	98

ВСТУП

Круп'яна промисловість України є однією з найважливіших складових зернопереробної галузі та забезпечує населення широким асортиментом продуктів щоденного споживання. Її значення визначається не лише традиційною роллю круп у харчуванні населення, а й високою харчовою цінністю продукції, відносною стабільністю попиту та можливістю глибокої переробки різних видів зернової сировини. Сучасна структура круп'яної промисловості сформувалася на основі історичних особливостей споживання населення України, наявної сировинної бази та технологічних можливостей підприємств. Основними культурами, що переробляються на круп'яних підприємствах України, є гречка, просо, овес, рис, ячмінь, пшениця, кукурудза та горох. Останніми роками також спостерігається розширення переробки таких культур, як нут, сочевиця, кіноа, сорго та деяких інших нішевих зернових й зернобобових культур, однак їх частка у загальному обсязі виробництва поки що залишається незначною.

Найважливіше місце у структурі виробництва традиційно займають гречані крупи. Гречка є одним із найбільш характерних для української круп'яної промисловості видів продукції та має стабільно високий рівень споживання. З зерна гречки виробляють крупу ядрицю, проділ, пластівці швидкого приготування та різні продукти подальшої переробки. Саме гречана крупа протягом багатьох десятиліть залишається одним із найбільш затребуваних круп'яних продуктів в Україні. Висока популярність пояснюється харчовою цінністю, вмістом білка, клітковини, мінеральних речовин та традиціями споживання.

Важливу роль відіграє просо, з якого виробляють пшоно. Україна традиційно належить до країн зі значним споживанням пшоняних круп. Хоча за останні десятиліття популярність пшона дещо знизилася порівняно з гречкою та рисом, цей продукт продовжує залишатися важливим елементом внутрішнього споживання завдяки доступності та високій харчовій цінності.

Значні обсяги переробки припадають на овес. Із зерна вівса виробляють вівсяні крупи, плющені крупи, пластівці типу «Геркулес», швидкокорозварювані пластівці та продукти функціонального харчування. Саме вівсяна продукція має одну з найвищих динамік зростання споживання серед усіх круп'яних продуктів. Зміна структури харчування населення, популяризація здорового способу життя та збільшення попиту на продукти з високим вмістом харчових волокон сприяють постійному розширенню виробництва вівсяних пластівців.

Рисова крупа займає особливе місце у структурі української круп'яної промисловості. Значна частина рису, що переробляється в Україні, виробляється з імпоротної сировини. Із зерна рису отримують шліфований рис, подрібнений рис, рисові пластівці, рисове борошно та різноманітні продукти швидкого приготування. Споживання рису в Україні протягом останніх років має стабільність і поступове зростання завдяки універсальності використання.

Ячмінь є традиційною культурою для круп'яної промисловості України. З нього виробляють перлову та ячну крупу. Пшениця використовується для виробництва пшеничних круп, зокрема крупи «Полтавська» та «Артек», різних видів пластівців.

Кукурудза є однією з найбільш універсальних культур у круп'яній промисловості. З неї виробляють кукурудзяну крупу різних номерів, кукурудзяні пластівці, палички, сухі сніданки, екструдовані продукти та широкий асортимент харчових концентратів. Саме кукурудзяний напрям переробки останніми роками має високі темпи розвитку завдяки активному розширенню виробництва готових до споживання продуктів.

Горохова крупа також залишається важливим видом продукції. Хоча її частка у загальному виробництві відносно невелика, вона користується стабільним попитом завдяки високому вмісту білка та використанню у традиційних стравах української кухні.

До найбільш популярних належать гречана крупа, рисова крупа, вівсяні пластівці, кукурудзяна крупа та пшоно. Саме ці продукти складають основу внутрішнього споживання. За оцінками галузевих експертів, на них припадає понад 70 % загального обсягу реалізації круп'яної продукції в Україні.

Водночас останніми роками спостерігається суттєва трансформація структури попиту. Якщо раніше основна частка споживання припадала на традиційні крупи, то сьогодні дедалі більшу популярність набувають продукти швидкого приготування, пластівці, мультизернові суміші та продукти функціонального харчування. Особливо активно зростає попит на вівсяні пластівці, багатокомпонентні каші, гранолу та готові сніданки. Це пов'язано зі зміною способу життя населення, урбанізацією та прагненням скоротити час на приготування їжі.

Серед продуктів, які активно набувають популярності, слід виділити вівсяні пластівці швидкого приготування, мультизернові пластівці, булгур, кускус, крупи з високим вмістом харчових волокон, а також продукти на основі бобових культур. Хоча булгур і кускус не належать до традиційних українських круп, їх споживання зростає щороку завдяки поширенню сучасних технологій.

Перспективними напрямками розвитку круп'яної промисловості є виробництво органічних круп, безглютенової продукції, функціональних харчових продуктів, високобілкових сумішей, екструдованих виробів та продуктів здорового харчування. Особливий інтерес викликає переробка нуту, сочевиці та інших зернобобових культур, попит на які поступово збільшується не лише в Україні, а й на міжнародних ринках.

Споживання круп'яної продукції в Україні протягом останніх років залишається відносно стабільним. За різними оцінками, середньорічне споживання круп і круп'яних продуктів становить приблизно 15–20 кг на одну особу на рік. Найбільша частка припадає на рисову, гречану та вівсяну продукцію.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

За останні п'ять років обсяги виробництва круп і круп'яних продуктів в Україні коливалися під впливом врожайності окремих культур, змін у структурі посівів, логістичних факторів та воєнних дій. У довоєнний період виробництво круп'яної продукції оцінювалося приблизно на рівні 350–400 тис. т на рік. У 2022 році відбулося суттєве скорочення виробництва через порушення логістичних ланцюгів, втрату частини виробничих потужностей та загальне ускладнення господарської діяльності. Надалі галузь поступово адаптувалася до нових умов. У середньому за останні п'ять років річний обсяг виробництва круп можна оцінити приблизно у 320–360 тис. т. Окремі продукти демонстрували зростання навіть в умовах війни. Зокрема, ще до початку повномасштабного вторгнення фіксувалося збільшення виробництва круп та круп'яної продукції з вівса, кукурудзи, рису, ячменю та інших культур.

Структура підприємств круп'яної промисловості України характеризується значною відмінністю за масштабами виробництва. Найбільші підприємства зазвичай входять до складу вертикально інтегрованих агропромислових компаній або великих зернопереробних холдингів. Такі підприємства мають сучасне обладнання, високий рівень автоматизації, власну сировинну базу та розвинуті канали збуту. Вони складають значну частину загального обсягу виробництва та забезпечують присутність української продукції на зовнішніх ринках.

Середні підприємства становлять основу галузі. Саме ця група забезпечує значну частину регіонального виробництва та реалізує продукцію як через національні торговельні мережі, так і через локальні канали збуту. Багато середніх підприємств спеціалізуються на окремих видах продукції,

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.537-03.ІІ.2.1					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розробив		Дашкова Г.В.			Розділ 1		Літ	Аркуш	Аркушів	
Керівник		Кустов І.О.							10	
							ОНТУ, ТЗХ-41			
Консультант										
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.								

наприклад гречаній, кукурудзяній або вівсяній крупі.

Малі підприємства переважно орієнтовані на регіональні ринки та виробництво вузького асортименту продукції. Їх конкурентною перевагою є гнучкість виробництва та можливість швидко реагувати на зміни попиту. Водночас саме ця категорія підприємств найбільш чутлива до змін цін на енергоносії, логістичних витрат та коливань вартості сировини.

Однією з характерних особливостей сучасної круп'яної промисловості України є відносно невисокий рівень концентрації виробництва порівняно з борошномельною галуззю. Значна кількість підприємств працює в різних регіонах країни, що забезпечує різноманіття виробничої бази та певну стійкість галузі до локальних ризиків.

Серед основних проблем галузі насамперед слід виділити нестабільність сировинного забезпечення окремими культурами. Особливо це стосується гречки, проса та вівса, виробництво яких суттєво залежить від структури посівних площ. Коливання валових зборів цих культур безпосередньо впливають на завантаження переробних підприємств і рівень цін на готову продукцію.

Важливою проблемою залишається висока залежність окремих напрямків від імпортової сировини. Найбільш характерним прикладом є рисова галузь, де внутрішнє виробництво сировини не забезпечує потреб переробки. Це підвищує ризики, пов'язані з коливаннями світових цін та міжнародною логістикою.

Суттєвим фактором є зростання витрат на енергоресурси. Круп'яні підприємства належать до енергоємних виробництв, тому підвищення вартості природного газу та електроенергії безпосередньо впливає на собівартість продукції. У попередні роки різке подорожчання енергоносіїв вже призводило до підвищення цін на крупи та інші продукти переробки зерна.

Окремою проблемою є логістичні ризики, які особливо загострилися після 2022 року. Перебудова транспортних маршрутів, збільшення витрат на

перевезення та необхідність адаптації до нових умов експорту вплинули на економічну ефективність багатьох підприємств.

Проблемою також залишається недостатній рівень модернізації частини виробничих потужностей. Хоча великі підприємства активно впроваджують сучасні технологічні рішення, значна кількість середніх і малих виробників використовує обладнання з високим ступенем фізичного та морального зносу. Це обмежує можливості підвищення продуктивності праці та розширення асортименту продукції.

Ще одним викликом є зміна структури споживчого попиту. Традиційні види круп поступово втрачають привабливість на користь продуктів швидкого приготування, функціонального харчування та готових до споживання виробів. Для багатьох підприємств це означає необхідність інвестицій у нові види продукції та переорієнтацію виробничих програм.

Круп'яна промисловість України залишається важливою складовою агропродовольчого комплексу країни. Її розвиток базується на значній сировинній базі зернових і зернобобових культур, наявності виробничих потужностей та стабільному внутрішньому попиті. Найбільш популярними залишаються гречана, рисова, вівсяна, кукурудзяна та пшона продукція, тоді як найбільший потенціал зростання мають пластівці, продукти швидкого приготування, функціонального харчування, органічної продукції та вироби із зернобобових культур. Незважаючи на наявні проблеми, пов'язані із сировинним забезпеченням, енергетичними витратами, логістикою та модернізацією виробництва, галузь зберігає потенціал подальшого розвитку завдяки широкому асортименту, зростанню попиту на продукти здорового харчування та розширенню можливостей внутрішнього і зовнішнього ринків.

1.1. Характеристика об'єкта

Україна традиційно належить до провідних світових виробників пшениці, а валовий збір цієї культури впродовж багатьох років суттєво перевищує внутрішні потреби. Саме тому одним із найважливіших напрямів підвищення ефективності використання зернових ресурсів є збільшення

частки переробки зерна та розширення асортименту продукції. У цьому напрямку особливого значення набуває виробництво пшеничних круп'яних продуктів, зокрема цілої шліфованої крупи та пластівців, які можуть ефективно доповнювати традиційний асортимент круп'яної продукції українських підприємств.

Сучасна структура зернопереробної галузі України характеризується значним переважанням борошномельного напрямку використання пшениці. Протягом десятиліть основна частина продовольчого зерна спрямовувалася на виробництво борошна, що було обумовлено високою часткою хліба та хлібобулочних виробів у раціоні населення. Однак зміни споживчих переваг, трансформація харчової культури, збільшення попиту на продукти швидкого приготування та розвиток виробництва здорового харчування формують нові можливості для розширення напрямків використання зерна пшениці. У цих умовах виробництво круп'яної продукції дозволяє більш повно використовувати потенціал пшеничного зерна та забезпечує створення додаткових ніш для підприємств зернопереробної галузі.

Одним із ключових факторів розширення виробництва пшеничних круп є надзвичайно висока доступність сировинної бази. На відміну від гречки, проса або вівса, валові збори яких суттєво коливаються залежно від структури посівних площ та погодних умов, пшениця залишається найбільш масовою зерновою культурою України. Щорічне виробництво зерна пшениці вимірюється десятками мільйонів тонн, що створює надійну основу для стабільного забезпечення переробних підприємств сировиною. Висока доступність зерна мінімізує ризики дефіциту сировини та дозволяє підтримувати безперервність виробничого процесу протягом усього року.

Важливим фактором є також територіальна рівномірність виробництва пшениці. На відміну від окремих культур, які мають локалізовані зони вирощування, пшениця виробляється практично в усіх регіонах України. Це забезпечує можливість розміщення підприємств поблизу джерел сировини та знижує логістичні витрати на транспортування

зерна. Для підприємства продуктивністю 3 т/год така обставина має особливе значення, оскільки транспортна складова є важливим елементом собівартості продукції.

Розширення виробництва цілої шліфованої пшеничної крупи має важливе значення з точки зору розширення асортименту круп'яної продукції. Вітчизняний ринок традиційно орієнтований на гречану, рисову, вівсяну та кукурудзяну продукцію, проте останніми роками спостерігається зростання інтересу до альтернативних видів круп. Ціла шліфована пшенична крупа здатна зайняти окрему нішу між традиційними пшеничними крупами типу «Полтавська» та сучасними продуктами здорового харчування. Її перевага полягає у збереженні значної частини природної структури зерна та формуванні споживчих характеристик, які відповідають сучасним тенденціям раціонального харчування.

Не менш важливим є розвиток виробництва пшеничних пластівців. Виробництво пластівців належить до найбільш динамічних напрямків розвитку круп'яної промисловості як в Україні, так і у світі. Традиційно основна частка пластівців припадає на вівсяну продукцію, однак поступово збільшується попит на пластівці з інших зернових культур, зокрема пшениці. Це обумовлено зміною способу життя населення, урбанізацією та зростанням популярності продуктів швидкого приготування.

Пшеничні пластівці мають значний потенціал використання як самостійний продукт харчування, а також як компонент багатокomпонентних зернових сумішей, сухих сніданків, функціональних продуктів та продуктів спортивного харчування.

Виробництво пшеничних пластівців відповідає сучасним тенденціям споживання. Молодші вікові групи населення дедалі частіше віддають перевагу продуктам, які не потребують тривалого приготування. У зв'язку з цим попит на класичні крупи у певних групах населення поступово скорочується, тоді як споживання пластівців має стабільне зростання.

Значну роль відіграє також продовольча безпека держави. Чим ширшим є асортимент продуктів внутрішнього виробництва, тим вищою є стійкість продовольчої системи до зовнішніх ризиків. Розширення виробництва пшеничних круп і пластівців сприяє розширенню продовольчого забезпечення населення та зменшує залежність від імпортової продукції.

Перспективність виробництва цілої шліфованої пшеничної крупи та пластівців визначається також можливістю подальшого розширення асортименту на їх основі. Такі продукти можуть використовуватися як базова сировина для виробництва багатокомпонентних сумішей, функціональних харчових продуктів, сухих сніданків та інших видів продукції.

1.2. Мета і завдання проекту

Метою є проєкт агропромислового підприємства з виробництва борошна і круп. Проєкт круп'яного заводу продуктивністю 3 т/год.

Завданням проекту є:

- зробити техніко-економічне обґрунтування;
- надати загальну характеристику генерального плану підприємства та архітектурно-будівельні рішення;
- дослідити хімічний склад, структурно-механічні властивості та технологічні показники зерна твердої пшениці, що визначають його придатність до круп'яної переробки;
- проаналізувати вплив вмісту крохмалю, білкових речовин, клейковини, ліпідів, мінеральних речовин та склоподібності на споживчі властивості пшеничних круп;
- охарактеризувати вимоги ДСТУ 7699:2015 до якості пшеничних круп та показники, що визначають їх безпечність і технологічну цінність.
- зробити аналіз та обґрунтувати схему технологічного процесу переробки пшениці в крупи шліфовані та плющені продукти;
- вибрати, розрахувати та підібрати технологічне обладнання;

- зробити спеціальні розрахунки;
- зробити розрахунок енергетичного та матеріально ресурсного забезпечення для реалізації проєкту;
- зробити техніко-економічні розрахунки.

РОЗДІЛ 2

ТЕХНІКО–ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Техніко–економічне обґрунтування проекту будівництва підприємства з виробництва цілої шліфованої пшеничної крупи та пшеничних пластівців продуктивністю 3 т/год у місті Чорноморськ Одеської області базується на комплексному аналізі сучасного стану зернопереробної галузі України, особливостей розвитку круп'яної промисловості, наявності сировинної бази регіону, логістичних можливостей території розміщення підприємства, а також тенденцій розвитку виробництва харчових продуктів на основі зернової сировини. Обґрунтування доцільності реалізації такого проекту повинно розглядатися з урахуванням сучасних вимог до ефективного використання зернових ресурсів, розширення асортименту продукції зернопереробної галузі та підвищення рівня забезпечення населення продуктами харчування тривалого зберігання, що характеризуються стабільними споживними властивостями.

Одеська область протягом багатьох десятиліть залишається одним із найбільших зерновиробничих регіонів України. Завдяки природно–кліматичним умовам, значним площам сільськогосподарських угідь та розвиненій інфраструктурі регіон забезпечує стабільне виробництво продовольчого зерна, яке використовується як для внутрішніх потреб держави, так і для зовнішніх поставок. Особливістю регіону є висока концентрація підприємств, діяльність яких пов'язана зі зберіганням, транспортуванням та переробкою зернової сировини. Саме тому розміщення круп'яного підприємства на території Одеської області є логічним продовженням існуючої виробничої спеціалізації регіону та відповідає напрямкам розвитку зернопереробного комплексу.

Місто Чорноморськ займає особливе місце в структурі транспортної

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.537-03.ІІ.2.1					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розробив		Дашкова Г.В.			Розділ 2		Літ	Аркуш	Аркушів	
Керівник		Кустов І.О.							17	
							ОНТУ, ТЗХ-41			
Консультант		Басюркіна Н.Й.								
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.								

інфраструктури України. Наявність морського порту, розвиненої автомобільної мережі, залізничного сполучення та значної кількості підприємств зернового комплексу створює сприятливі умови для функціонування об'єктів харчової промисловості. Для круп'яного підприємства продуктивністю 3 т/год транспортна доступність має важливе значення, оскільки забезпечує можливість стабільного надходження зернової сировини з різних районів Одеської області та суміжних регіонів. Водночас розташування в безпосередній близькості до потужних транспортних вузлів сприяє оперативному переміщенню готової продукції до споживачів та підприємств харчової галузі.

Актуальність реалізації проєкту пов'язана також із сучасними тенденціями розвитку круп'яної промисловості України. Протягом останніх років спостерігається стійкий інтерес до продукції, виготовленої на основі зернової сировини, зокрема до круп та пластівців. Такі продукти займають важливе місце у структурі харчування населення завдяки своїм харчовим властивостям, тривалому терміну зберігання та універсальності використання. Особливу увагу привертають продукти, отримані з пшениці, яка є однією з основних зернових культур України та характеризується широкою доступністю сировинних ресурсів.

Необхідність будівництва підприємства продуктивністю 3 т/год обумовлюється також сучасними тенденціями розширення зернопереробного виробництва. Традиційно переважна частина продовольчої пшениці в Україні використовується для виробництва борошна. Разом із тим можливості використання пшениці значно ширші та включають виробництво різноманітних круп'яних продуктів. Розширення напрямків переробки зерна сприяє більш повному використанню потенціалу зернової сировини та підвищує гнучкість зернопереробної галузі. У зв'язку з цим створення підприємства, орієнтованого на виробництво пшеничних круп і пластівців, відповідає сучасним тенденціям розвитку харчової промисловості.

Важливим фактором, що обґрунтовує доцільність проєкту, є наявність достатньої сировинної бази. Одеська область стабільно належить до регіонів із високими валовими зборами пшениці. Значні обсяги виробництва зерна дозволяють забезпечити безперебійне постачання сировини для роботи підприємства протягом усього року. При цьому територіальна близькість виробників зерна до місця розташування підприємства сприяє збереженню якості зернової маси та забезпечує стабільність сировинного забезпечення.

Для підприємства продуктивністю 3 т/год важливе значення має відповідність обраної потужності особливостям регіонального зернопереробного комплексу. Дана продуктивність дозволяє створити виробничий об'єкт середнього масштабу, який здатний забезпечувати стабільний випуск продукції без надмірної концентрації виробничих ресурсів. Водночас така потужність є достатньою для організації безперервної роботи та ефективного використання виробничої інфраструктури.

Суттєве значення має також відповідність проєкту сучасним вимогам до організації харчових виробництв. Нове підприємство створюється з урахуванням чинних нормативних вимог щодо безпечності харчових продуктів, виробничої санітарії, охорони праці та екологічної безпеки. Це дозволяє забезпечити належний рівень виробничої культури та відповідність умов роботи сучасним стандартам функціонування харчових підприємств.

Однією з важливих передумов реалізації проєкту є наявність у Чорноморську розвиненої інженерної інфраструктури. Підприємство може бути забезпечене необхідними ресурсами для функціонування, включаючи електропостачання, водопостачання, водовідведення та транспортне обслуговування. Розвинена інженерна інфраструктура є необхідною умовою стабільної роботи будь-якого зернопереробного підприємства та має суттєве значення для забезпечення безперервності виробничої діяльності.

Важливим аспектом техніко-економічного обґрунтування є також відповідність проєкту сучасним тенденціям розвитку круп'яної

промисловості. Протягом останніх десятиліть спостерігається поступове розширення асортименту круп'яної продукції та зростання вимог до її безпечності й споживних властивостей. У цих умовах створення нового підприємства дозволяє впровадити сучасні підходи до організації виробництва та забезпечити випуск продукції, яка відповідає актуальним вимогам харчової галузі.

Особливе значення має той факт, що пшениця є однією з найпоширеніших культур в Україні. На відміну від окремих видів круп'яної сировини, виробництво яких має виражений регіональний характер, пшениця вирощується практично в усіх областях країни. Це створює сприятливі умови для стабільного забезпечення підприємства сировиною та знижує залежність виробництва від локальних коливань урожайності окремих культур.

Необхідність реалізації проекту також пов'язана з розвитком сучасної структури зернопереробної промисловості. В останні роки спостерігається тенденція до створення спеціалізованих підприємств, орієнтованих на випуск окремих видів продукції. Такий підхід дозволяє більш ефективно організовувати виробничу діяльність та забезпечувати стабільність характеристик готової продукції. Підприємство з виробництва пшеничних круп і пластівців відповідає даному напрямку розвитку галузі та сприяє підвищенню рівня спеціалізації круп'яного виробництва.

Важливим елементом обґрунтування є забезпечення безпечності харчової продукції. Сучасні вимоги до виробництва харчових продуктів передбачають впровадження комплексних систем контролю та управління безпечністю. Нове підприємство може бути спроектоване з урахуванням сучасних принципів організації виробничого контролю, що створює сприятливі умови для забезпечення стабільної якості та безпечності продукції.

Техніко–економічне обґрунтування будівництва підприємства з виробництва цілої шліфованої пшеничної крупи та пшеничних пластівців продуктивністю 3 т/год у місті Чорноморськ Одеської області базується на

поєднанні комплексу взаємопов'язаних факторів. До них належать потужна сировинна база регіону, вигідне транспортно–географічне положення міста, розвинена інженерна інфраструктура, стабільне виробництво продовольчої пшениці, актуальність розширення асортименту круп'яної продукції, відповідність проєкту сучасним напрямкам розвитку зернопереробної промисловості та можливість забезпечення високого рівня безпечності харчової продукції. Сукупність зазначених передумов свідчить про доцільність реалізації проєкту та підтверджує перспективність функціонування підприємства у структурі круп'яної промисловості Одеської області.

Основними споживачами круп'яних пшеничних продуктів у даному регіоні є: приватні торгові мережі, жителі міст Одеса, Біляївка, Ізмаїл, Чорноморськ, Южне, Кілія, Кодима, Болград та ін.

При цьому поблизу даного регіону є достатня сировинна база для виробництва круп і забезпечення потреби населення у плющених продуктах.

Послугами круп'яного заводу по переробці зерна у круп'яні продукти на давальницьких умовах будуть користуватися комерційні підприємства, сільськогосподарські підприємства і приватні особи. Обсяг переробки пропонується на рівні 18 000 т зерна, у тому числі власного зерна – 14 400 т та 3600 т – зерно клієнтів.

Режим роботи підприємства приймаємо перервний (з двома загальними вихідними днями – за рік – 102 дні) у дві зміни по 12 годин, із 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:

$$P_{\text{доб}} = 18000 / (250 \times 0,9) = 72 \text{ т/добу або } 3 \text{ т/год}$$

де 0,9 – коефіцієнт використання потужності.

Пропонується будівництво круп'яного заводу малої продуктивності в Одеській області потужністю 72 т/добу.

На виробництво круп планується закуповувати високоскловидну пшеницю 1–3 класу.

При проектуванні круп'яного заводу планується використовувати сучасну технологію, яка дозволяє виробляти продукцію – крупу пшеничну шліфовану (типу перлової) та плющені крупи швидкого приготування, що відповідають 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 та наданню послуг, що будуть вироблятися на новому підприємстві.

Загальний вихід пластівців планується – 80 %.

Загальний вихід готової продукції на підприємстві – 80 %. Структура переробки відповідає потребі споживачів у даному регіоні.

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

Розташування поблизу сировинної зони, а також використання сучасного технологічного процесу і технологічного обладнання дозволяє зменшити виробничі витрати, що дає можливість знизити ціни на продукцію і тарифи на послуги по переробці зерна на 5 % від рівня, що склався у даному регіоні.

Вільні ціни конкурентів на пшеничну крупу у регіоні складають:

18 000 грн/т пшеничної крупи типу Полтавська.

Ціни підприємства (без ПДВ) на пшеничну крупу:

$$18000/1,2 = 15000 \text{ грн/т}$$

З урахуванням прийнятої стратегії зниження цін на 5 %:

$$15000/1,05 = 14285 \text{ грн/т}$$

Вільні ціни на борошенце кормове складають 7000 грн/т.

Ціни підприємства (без ПДВ):

$$7000/1,2 = 5833 \text{ грн/т}$$

З урахуванням зниження на 5 %:

$$5833/1,05 = 5555 \text{ грн/т}$$

Вільний тариф на давальницьку переробку зерна приймається на рівні 840 грн/т, без ПДВ:

$$840/1,2 = 700 \text{ грн/т}$$

Відповідно зі зниженням на 5 %:

$$700/1,05 = 667 \text{ грн/т}$$

Обсяг виробництва та реалізації продукції і послуг по давальницькій переробці наведено у табл. 2.1.

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. Річний обсяг переробки зерна, т	18000	x	x
2. Обсяги переробки зерна власних ресурсів, т	14400	x	x
3. Виробництво продукції з власних ресурсів			
пластівці пшеничні, 80 %	11520	14285	164563,2
борошенце кормове,	2880	5555	15998,4

20 %			
4. Всього реалізація продукції (з власних ресурсів)	x	x	180561,6
5. Переробка зерна клієнтів	3600	667	2401,2
Всього	x	x	182962,8

Прибуток (П) визначається за формулою:

$$\Pi = \text{РП} \times \text{Р}_{\text{пр}} / (100 + \text{Р}_{\text{пр}})$$

де РП – обсяг реалізації продукції та послуг;

$\text{Р}_{\text{пр}}$ – рентабельність продукції та послуг, яку задають шляхом прогнозування, приймаємо $\text{Р}_{\text{пр}} = 12 \%$.

$$\Pi = 182962,8 \times 12 / (100 + 12) = 19603,2 \text{ тис. грн}$$

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.

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

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

Питомі капітальні вкладення приймаємо на рівні 180000 грн за одну тону виробничої потужності.

$$I_{\text{овф}} = 180 \times 72 = 12960 \text{ тис. грн}$$

У питомих капітальних кладеннях передбачено будівництво зерносховища і складів у складі круп'яного заводу у розмірах, що передбачають нормативну забезпеченість ємностей у добах запасу.

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

$$I_{ок} = 0,07 \times РП$$

$$I_{ок} = 0,07 \times 182962,8 = 12807,4 \text{ тис. грн}$$

Тоді:

$$I = 12960 + 12807,4 = 25767,4 \text{ тис. грн}$$

Висновки: Будівництво круп'яного заводу малої потужності технічно можливе та економічно доцільне, оскільки співвідношення суми інвестицій до прогнозованого прибутку дорівнює:

$$I/П = 25767,4/19603,2 = 1,3$$

У цьому випадку можна очікувати строк окупності інвестицій (з урахуванням дисконтування грошових потоків) до 2 років.

При визначенні джерел інвестування приймають, що 30 % інвестицій здійснюється за рахунок інвестора:

$$25767,4 \times 0,3 = 7730,2 \text{ тис. грн}$$

Решта – за рахунок кредиту.

Тобто сума кредиту (К) дорівнює:

$$К = 25767,4 - 7730,2 = 18037,2 \text{ тис. грн}$$

РОЗДІЛ 3

ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА

3.1 Загальна характеристика генерального плану підприємства

Генеральний план є одним із найважливіших елементів проєктування підприємств зернопереробної промисловості, оскільки саме він визначає просторову організацію виробничого комплексу, взаємне розташування будівель і споруд, транспортних комунікацій, інженерних мереж та допоміжних об'єктів. Для круп'яного підприємства продуктивністю 3 т/год генеральний план виступає основою формування раціональної виробничої структури, що забезпечує функціональну взаємодію всіх складових підприємства, створення належних санітарно-гігієнічних умов, дотримання вимог промислової безпеки та ефективне використання території. У сучасному проєктуванні підприємств круп'яної промисловості генеральний план розглядається не лише як схема розміщення окремих будівель, а як комплексне інженерне рішення, спрямоване на забезпечення безперервного функціонування виробничого об'єкта протягом усього терміну його експлуатації.

Проєктування генерального плану підприємства продуктивністю 3 т/год здійснюється з урахуванням специфіки круп'яного виробництва, особливостей сировинного забезпечення, необхідності приймання, розміщення та зберігання зерна, організації складського господарства, забезпечення транспортних потоків і створення належних умов для функціонування основних та допоміжних виробничих підрозділів. При цьому важливого значення набуває принцип функціонального зонування території, відповідно до якого вся площа підприємства розподіляється на окремі зони залежно від їх призначення. Такий підхід дозволяє забезпечити

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.537-03.ІІ.2.1			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Дашкова Г.В.				Розділ 3	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Кустов І.О.						26	
Консультант						ОНТУ, ТЗХ-41		
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.							

впорядкованість забудови, мінімізувати перетинання транспортних потоків та створити оптимальні умови для експлуатації виробничого комплексу.

Для підприємств круп'яної промисловості характерною особливістю є поєднання виробничих, складських, транспортних та адміністративно–побутових функцій у межах єдиної території. Саме тому генеральний план повинен забезпечувати логічне взаєморозташування всіх будівель і споруд з урахуванням їх функціонального призначення. Виробничий корпус виступає центральним елементом забудови, навколо якого формується загальна структура підприємства. Його розташування визначається необхідністю забезпечення зручного зв'язку із зерносховищами, складськими приміщеннями, транспортними комунікаціями та інженерними мережами.

Важливим принципом проектування генерального плану є забезпечення компактності забудови. Для підприємства продуктивністю 3 т/год дана вимога має особливе значення, оскільки середня потужність виробництва дозволяє розмішувати всі основні об'єкти на відносно обмеженій території без необхідності значного розосередження окремих будівель. Компактність забудови сприяє скороченню протяжності внутрішньомайданчикових комунікацій, підвищенню зручності експлуатації та створює сприятливі умови для організації виробничого середовища.

Одним із найважливіших завдань генерального плану є забезпечення раціонального використання земельної ділянки. У практиці проектування підприємств зернопереробної галузі особлива увага приділяється коефіцієнту забудови, коефіцієнту використання території та рівню благоустрою виробничого майданчика. Правильне співвідношення між забудованими площами, транспортними проїздами, відкритими майданчиками та озелениними територіями забезпечує оптимальні умови функціонування підприємства та відповідає сучасним вимогам промислового проектування.

Для круп'яного підприємства важливе значення має організація транспортної інфраструктури. Генеральний план повинен передбачати

наявність зручних під'їзних шляхів, які забезпечують безперешкодне надходження зернової сировини та відвантаження готової продукції. Особливістю підприємств даного типу є значна інтенсивність внутрішнього та зовнішнього транспортного руху, що обумовлює необхідність раціонального розміщення автомобільних проїздів, майданчиків для маневрування транспортних засобів та зон навантажувально–розвантажувальних робіт. При цьому особлива увага приділяється виключенню зустрічних транспортних потоків і забезпеченню безпечного пересування транспорту територією підприємства.

Суттєву роль у структурі генерального плану відіграють складські об'єкти. Для підприємства продуктивністю 3 т/год необхідним є створення достатніх потужностей для зберігання сировини та готової продукції. Відповідно складські споруди повинні бути інтегровані у загальну структуру забудови таким чином, щоб забезпечувати зручний зв'язок із виробничим корпусом та транспортною інфраструктурою. Їх розміщення здійснюється з урахуванням вимог санітарії, пожежної безпеки та експлуатаційної зручності.

Особливе місце у генеральному плані займають зерносховища. Для круп'яного підприємства вони є важливим елементом виробничої інфраструктури, оскільки забезпечують формування необхідного запасу зернової сировини та стабільність роботи підприємства. Розташування зерносховищ визначається необхідністю забезпечення раціонального транспортного зв'язку з виробничими об'єктами та зручності експлуатації. При цьому враховуються вимоги щодо санітарних розривів між окремими будівлями та спорудами, а також нормативні вимоги до організації виробничої території.

Важливим елементом генерального плану є адміністративно–побутова зона. Незважаючи на те, що основне призначення підприємства полягає у виробництві круп'яної продукції, створення належних умов для персоналу залишається одним із необхідних елементів сучасного проєктування. Адміністративно–побутові приміщення забезпечують розміщення служб

управління підприємством, побутове обслуговування працівників та виконання допоміжних функцій. Їх розташування повинно забезпечувати зручний доступ персоналу та водночас не створювати перешкод для функціонування виробничої частини підприємства.

Однією з характерних особливостей генерального плану сучасного круп'яного підприємства є інтеграція інженерних комунікацій у загальну структуру забудови. Виробничий комплекс не може функціонувати без систем електропостачання, водопостачання, водовідведення, тепlopостачання, вентиляції та інших інженерних мереж. Саме тому при проєктуванні генерального плану передбачається раціональне розміщення відповідних споруд та забезпечення можливості їх подальшої експлуатації й технічного обслуговування.

Особливого значення набуває організація санітарного благоустрою території. Для підприємств круп'яної промисловості характерною є наявність значних площ твердого покриття, необхідних для функціонування транспортної інфраструктури та виробничих майданчиків. Водночас сучасні вимоги до промислового проєктування передбачають обов'язкове озеленення території, створення санітарно-захисних насаджень та благоустрій вільних ділянок. Озеленення сприяє покращенню мікрокліматичних умов, зменшенню запиленості повітря та формуванню сприятливого виробничого середовища.

У структурі генерального плану важливу роль відіграють протипожежні заходи. Підприємства зернопереробної промисловості належать до об'єктів підвищеної пожежної небезпеки у зв'язку з наявністю значних обсягів зернової сировини та органічного пилу. Саме тому генеральний план повинен передбачати забезпечення нормативних протипожежних розривів між будівлями, можливість під'їзду пожежної техніки до всіх споруд та створення необхідної інфраструктури для ліквідації можливих аварійних ситуацій. Раціональне планування території в цьому

випадку виступає одним із ключових факторів забезпечення пожежної безпеки підприємства.

Для підприємства продуктивністю 3 т/год особливого значення набуває питання перспективного розвитку виробничого майданчика. Генеральний план повинен враховувати не лише поточні потреби підприємства, але й можливість подальшого розширення окремих виробничих або складських об'єктів. У практиці проектування зернопереробних підприємств важливим принципом є створення резервів території, які можуть бути використані для розвитку виробництва в майбутньому. Такий підхід забезпечує гнучкість планувальних рішень та сприяє довгостроковій експлуатації підприємства.

Сучасний генеральний план круп'яного підприємства проектується з урахуванням вимог виробничої логістики. Просторове розміщення будівель і споруд повинно забезпечувати впорядкований рух матеріальних потоків та виключати виникнення нераціональних транспортних зв'язків. При цьому особлива увага приділяється взаємному розташуванню основних виробничих об'єктів, складських приміщень та транспортних комунікацій. Такий підхід дозволяє забезпечити впорядковану організацію виробничої території та створити сприятливі умови для функціонування підприємства.

Значення генерального плану визначається також його впливом на санітарно-гігієнічний стан підприємства. Правильне зонування території, раціональне розміщення будівель та дотримання нормативних відстаней між окремими об'єктами сприяють створенню безпечного виробничого середовища. Особливо важливим це є для підприємств круп'яної промисловості, де значна увага приділяється забезпеченню належного санітарного стану виробничих та складських приміщень.

Для підприємства продуктивністю 3 т/год характерною є відносно компактна структура забудови, яка дозволяє забезпечити тісний функціональний зв'язок між усіма елементами виробничого комплексу. Така потужність виробництва не потребує надмірного розширення території та

створює можливість для формування раціональної планувальної структури. Саме тому генеральний план підприємства може бути реалізований із дотриманням принципів компактності, функціональності та зручності експлуатації.

3.2 . Архітектурно–будівельні рішення

Архітектурно–будівельні рішення є невід’ємною складовою проєктування сучасних підприємств круп’яної промисловості та визначають комплекс конструктивних, планувальних і об’ємно–просторових характеристик виробничого об’єкта. Для підприємства з виробництва круп’яної продукції продуктивністю 3 т/год архітектурно–будівельні рішення повинні забезпечувати відповідність будівель і споруд вимогам технологічного призначення, промислової безпеки, санітарного законодавства, пожежного захисту, енергоефективності та довговічності конструкцій. У сучасному промисловому будівництві архітектурна частина проєкту розглядається як комплекс взаємопов’язаних рішень, спрямованих на створення виробничого середовища, яке забезпечує надійне функціонування підприємства протягом усього нормативного терміну експлуатації.

Для круп’яних підприємств характерною особливістю є поєднання виробничих, складських, адміністративно–побутових та допоміжних об’єктів у межах єдиного виробничого комплексу. Саме тому архітектурно–будівельні рішення повинні враховувати специфіку роботи підприємства, необхідність розміщення значної кількості обладнання, забезпечення внутрішніх комунікацій, транспортування сировини та готової продукції, а також створення безпечних умов праці для персоналу. При цьому особливого значення набуває раціональне поєднання архітектурних і конструктивних рішень, які забезпечують функціональність виробничих приміщень та відповідність чинним нормативним вимогам.

Для підприємства продуктивністю 3 т/год доцільним є використання компактної об’ємно–планувальної структури, яка дозволяє розмістити всі необхідні виробничі та допоміжні приміщення у межах відносно невеликої

території. Такий підхід забезпечує зручність експлуатації виробничого комплексу, скорочує протяжність внутрішніх комунікацій та сприяє раціональному використанню земельної ділянки. Компактність забудови є характерною особливістю сучасних підприємств зернопереробної галузі середньої потужності та дозволяє забезпечити взаємозв'язок між окремими будівлями й спорудами без створення надмірно розгалуженої інфраструктури.

Основним архітектурним об'єктом підприємства є виробничий корпус, який являє собою головну споруду виробничого комплексу. Його архітектурно-будівельне вирішення визначається насамперед функціональним призначенням і необхідністю розміщення виробничого обладнання у відповідності до вимог технологічного проектування. Для підприємств круп'яної промисловості характерною є значна висота окремих приміщень, що обумовлено вертикальним розташуванням частини обладнання та транспортних систем. У зв'язку з цим виробничий корпус часто має багаторясну структуру або поєднання приміщень різної висоти в межах однієї будівлі.

Архітектурне вирішення виробничого корпусу повинно забезпечувати можливість розміщення обладнання, прокладання інженерних мереж, організації проходів для персоналу та виконання робіт з технічного обслуговування. При цьому важливого значення набуває створення необхідних об'ємів виробничих приміщень, які забезпечують належні санітарно-гігієнічні умови та сприяють підтриманню нормативних параметрів виробничого середовища. Особлива увага приділяється висоті поверхів, ширині проходів, розмірам монтажних прорізів і можливості доступу до окремих елементів виробничої інфраструктури.

У сучасному будівництві підприємств круп'яної промисловості широко використовуються каркасні конструктивні системи. Їх застосування дозволяє створювати великі внутрішні простори без значної кількості несучих стін, що суттєво підвищує гнучкість планувальних рішень. Для

підприємства продуктивністю 3 т/год використання залізобетонного або металевого каркаса забезпечує можливість раціонального розміщення виробничих приміщень та створює необхідні умови для подальшої модернізації або реконструкції виробничого комплексу.

Важливе значення мають конструкції зовнішніх огорожувальних елементів будівлі. Сучасні архітектурно–будівельні рішення передбачають використання матеріалів, які забезпечують належний рівень теплоізоляції, довговічності та стійкості до впливу виробничого середовища. Для підприємств зернопереробної галузі особливого значення набуває захист будівельних конструкцій від пилових навантажень, температурних коливань та впливу атмосферних факторів. Саме тому при проєктуванні виробничих корпусів широко застосовуються сучасні багат шарові огорожувальні конструкції з високими теплоізоляційними характеристиками.

Архітектурно–будівельні рішення повинні враховувати специфіку внутрішнього середовища виробничих приміщень. Для круп'яної промисловості характерною є наявність зернового пилу, що висуває підвищені вимоги до конструкцій стін, перекриттів та підлог. Поверхні внутрішніх огорожень повинні бути гладкими, стійкими до забруднення та придатними для регулярного очищення. Такі вимоги обумовлені необхідністю підтримання належного санітарного стану виробничих приміщень і забезпечення відповідності вимогам харчової промисловості.

Особливу роль відіграють конструкції підлог виробничих приміщень. Вони повинні характеризуватися високою механічною міцністю, зносостійкістю та стійкістю до впливу виробничих навантажень. Для підприємств круп'яної промисловості важливою є також відсутність пиловиділення з поверхні підлоги та можливість проведення ефективного санітарного обслуговування приміщень. Саме тому підлоги виконуються із матеріалів, які забезпечують тривалий термін експлуатації та відповідають вимогам харчових виробництв.

Важливим елементом архітектурно–будівельних рішень є забезпечення природного та штучного освітлення виробничих приміщень. Правильна організація світлового середовища має суттєвий вплив на умови праці персоналу та безпечну експлуатацію виробничого обладнання. Архітектурні рішення повинні передбачати достатню площу світлових прорізів, раціональне розміщення віконних конструкцій та можливість використання природного освітлення у денний час. Одночасно враховуються вимоги щодо енергозбереження та забезпечення оптимального мікроклімату виробничих приміщень.

Суттєве значення для підприємства продуктивністю 3 т/год має організація адміністративно–побутового корпусу. Дана будівля забезпечує розміщення служб управління, санітарно–побутових приміщень, гардеробів, кімнат відпочинку персоналу та інших допоміжних приміщень. Архітектурне вирішення адміністративно–побутового корпусу повинно забезпечувати комфортні умови перебування працівників та відповідати сучасним вимогам до організації виробничого середовища.

Особливе місце у структурі підприємства займають складські споруди. Архітектурно–будівельні рішення складських приміщень визначаються необхідністю забезпечення зберігання зернової сировини та готової продукції. Конструкції таких споруд повинні характеризуватися достатньою несучою здатністю, довговічністю та стійкістю до експлуатаційних навантажень. Водночас важливого значення набуває забезпечення захисту продукції від несприятливих атмосферних впливів та підтримання належного санітарного стану складських приміщень.

Для сучасних підприємств круп'яної промисловості характерним є використання індустріальних методів будівництва. Застосування збірних залізобетонних конструкцій, металевих каркасів та уніфікованих будівельних елементів дозволяє скоротити терміни будівництва, забезпечити високу якість монтажних робіт та підвищити довговічність будівель. Для підприємства продуктивністю 3 т/год такі рішення є особливо доцільними,

оскільки забезпечують оптимальне співвідношення між функціональністю споруд і можливостями їх експлуатації.

Важливим напрямком сучасного проєктування є забезпечення енергоефективності будівель. Архітектурно–будівельні рішення повинні сприяти зменшенню втрат теплової енергії, підвищенню ефективності використання інженерних систем та створенню сприятливих умов мікроклімату. Для цього використовуються сучасні теплоізоляційні матеріали, енергоефективні віконні конструкції та раціональні об’ємно–планувальні рішення, які дозволяють мінімізувати енергетичні витрати на утримання виробничих приміщень.

Значна увага приділяється забезпеченню довговічності будівельних конструкцій. Підприємства круп’яної промисловості належать до об’єктів тривалої експлуатації, тому всі конструктивні елементи повинні мати достатній запас міцності та відповідати нормативним вимогам щодо надійності. Архітектурно–будівельні рішення повинні враховувати можливі експлуатаційні навантаження, вплив зовнішнього середовища та необхідність забезпечення безпечної роботи підприємства протягом багатьох років.

Особливого значення набувають питання пожежної безпеки. Будівлі та споруди підприємства повинні відповідати встановленим вимогам щодо вогнестійкості конструкцій, наявності евакуаційних виходів та забезпечення можливості безпечної евакуації персоналу у разі виникнення надзвичайної ситуації. При проєктуванні виробничих корпусів враховуються категорії приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпекою, що впливає на вибір будівельних матеріалів і конструктивних рішень.

Не менш важливим є забезпечення вимог охорони праці. Архітектурно–будівельні рішення повинні створювати безпечні умови перебування працівників у виробничих та допоміжних приміщеннях. Це стосується організації шляхів пересування, розміщення сходових кліток, забезпечення належного освітлення, вентиляції та інших елементів

виробничого середовища. Відповідність будівель вимогам безпеки є одним із головних критеріїв оцінки якості проєктних рішень.

У сучасній практиці проєктування велика увага приділяється архітектурній виразності промислових об'єктів. Незважаючи на виробничий характер підприємства, його зовнішній вигляд повинен відповідати сучасним підходам до промислової архітектури. Використання сучасних фасадних систем, впорядкованість об'ємно–просторової композиції та узгодженість архітектурних рішень окремих будівель сприяють створенню цілісного архітектурного образу виробничого комплексу.

Для підприємства продуктивністю 3 т/год характерним є поєднання функціональності, компактності та раціональності архітектурно–будівельних рішень. Усі будівлі та споруди повинні забезпечувати можливість ефективної експлуатації, відповідати вимогам нормативної документації та створювати сприятливі умови для функціонування підприємства.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Наукове обґрунтування

Тверда пшениця є однією з найцінніших зернових культур для круп'яної промисловості завдяки високому вмісту білкових речовин, специфічним структурно–механічним властивостям ендосперму та здатності забезпечувати високий вихід доброякісних продуктів переробки. У технології круп'яного виробництва тверду пшеницю розглядають як сировину з підвищеною склоподібністю, значною щільністю ендосперму та високою міцністю зв'язку між крохмальними гранулами і білковим комплексом. Саме ці особливості визначають технологічні переваги зерна при луценні, шліфуванні, подрібненні та сортуванні проміжних продуктів.

Хімічний склад твердої пшениці характеризується значною концентрацією сухих речовин, серед яких переважають вуглеводи, білки, ліпіди, мінеральні елементи, харчові волокна та вітаміни. Середній вміст вологи у кондиційному зерні твердої пшениці становить 13,0–14,5 %. Цей показник має важливе значення для збереження технологічної придатності зерна, оскільки підвищення вологості понад 15 % активізує дихання зернової маси, прискорює розвиток мікрофлори та погіршує стійкість зерна під час зберігання. Для круп'яної промисловості особливе значення має рівномірний розподіл вологи в анатомічних частинах зернівки, оскільки це визначає ефективність воднотеплової обробки та стабільність режимів луцення.

Основну частину сухих речовин твердої пшениці становлять вуглеводи, вміст яких коливається в межах 65–72 %. Найбільшу частку серед них займає крохмаль, концентрація якого в зерні твердої пшениці становить у середньому 58–64 %. Крохмаль локалізований переважно в ендоспермі зернівки і представлений великими та дрібними гранулами. Для твердої

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.537-03.ІІ.2.1			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Дашкова Г.В.				Розділ 4	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Кустов І.О.						37	
Консультант						ОНТУ, ТЗХ-41		
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.							

пшениці характерна висока щільність пакування крохмальних гранул у білковій структурі, що забезпечує підвищену твердість ендосперму. Властивості крохмалю мають важливе значення для технологічної оцінки зерна, оскільки визначають водопоглинальну здатність круп, консистенцію готових каш та споживчі властивості продукції.

Амілоза у складі крохмалю твердої пшениці становить приблизно 24–28 %, тоді як частка амілопектину досягає 72–76 %. Таке співвідношення забезпечує помірну клейстеризацію та достатню пружність готових продуктів після теплової обробки. Температура клейстеризації крохмалю твердої пшениці перебуває в межах 58–67 °С. Під час варіння круп крохмальні гранули поглинають воду, збільшуються в об'ємі та частково руйнуються, що визначає консистенцію готового продукту.

Білкові речовини твердої пшениці є одним із найважливіших показників її технологічної цінності. Вміст білка у зерні коливається від 12 до 18 %, а в окремих високобілкових партіях може досягати 19–20 %. Для твердої пшениці характерний підвищений вміст білкових речовин порівняно з м'якою пшеницею, що безпосередньо впливає на твердість ендосперму та вихід круп'яних продуктів. Основними фракціями білків є гліадини та глютеніни, які утворюють клейковинний комплекс. Частка гліадинів у загальному білку становить приблизно 40–45 %, а глютенінів – 35–40 %. Решту становлять альбуміни та глобуліни.

Клейковина твердої пшениці характеризується високою пружністю та значною міцністю. Вміст сирої клейковини у зерні зазвичай становить 28–40 %. Саме ці властивості мають важливе значення для виробництва макаронних виробів і деяких видів круп'яних продуктів. Водночас надмірно висока міцність клейковини може ускладнювати подрібнення ендосперму та збільшувати енерговитрати під час переробки.

Амінокислотний склад білків твердої пшениці характеризується наявністю всіх незамінних амінокислот, хоча їх співвідношення не є оптимальним з погляду харчової цінності. Найбільше значення мають

глутамінова кислота, пролін, лейцин, валін, фенілаланін та ізолейцин. Вміст глутамінової кислоти може досягати 30–35 г на 100 г білка, проліну – 10–12 г, лейцину – 6–7 г, валіну – 4–5 г. Лімітуючою амінокислотою у білках твердої пшениці є лізин, концентрація якого становить лише 2–3 г на 100 г білка. Саме недостатній вміст лізину обмежує біологічну цінність пшеничного білка.

Ліпіди у зерні твердої пшениці містяться в кількості 1,8–3,0 %. Основна частина жиру локалізована у зародку та алеїроновому шарі. До складу ліпідів входять триацилгліцероли, фосфоліпіди, гліколіпіди та вільні жирні кислоти. Серед жирних кислот переважають ненасичені сполуки. Частка лінолевої кислоти становить 50–60 % від загальної кількості жирних кислот, олеїнової – 18–25 %, пальмітинової – 15–18 %, ліноленової – 3–5 %, стеаринової – близько 1–2 %. Наявність ненасичених жирних кислот підвищує харчову цінність зерна, однак одночасно сприяє активізації окиснювальних процесів під час тривалого зберігання.

Мінеральні речовини у твердій пшениці становлять 1,5–2,2 %. Зольність зерна є важливим показником технологічної оцінки, оскільки характеризує співвідношення ендосперму та оболонкових частин. У центральній частині ендосперму концентрація мінеральних речовин мінімальна, тоді як оболонки та алеїроновий шар містять найбільшу кількість зольних елементів. Основними макроелементами є фосфор, калій, магній, кальцій та натрій. Вміст фосфору становить 350–450 мг на 100 г зерна, калію – 300–450 мг, магнію – 120–170 мг, кальцію – 30–50 мг. Серед мікроелементів важливе значення мають залізо, цинк, марганець, мідь та селен. Концентрація заліза становить 3–5 мг на 100 г зерна, цинку – 2–4 мг, марганцю – 2–3 мг.

Вітамінний склад твердої пшениці представлений переважно вітамінами групи В та токоферолами. Найбільше значення мають тіамін, рибофлавін, ніацин та піридоксин. Вміст тіаміну становить 0,3–0,5 мг на 100 г, рибофлавіну – 0,1–0,2 мг, ніацину – 4–6 мг. У зародку міститься значна

кількість токоферолів, концентрація яких досягає 1,5–2,5 мг на 100 г зерна. Під час переробки значна частина вітамінів видаляється разом із оболонками та зародком, тому крупи з підвищеним ступенем шліфування характеризуються нижчою вітамінною цінністю.

Клітковина твердої пшениці міститься переважно в оболонкових частинах зернівки. Її загальний вміст становить 2–3 %, однак у периферійних анатомічних частинах концентрація клітковини значно вища. Основними компонентами харчових волокон є целюлоза, геміцелюлози, лігнін та пектинові речовини. У технології круп'яного виробництва оболонки є небажаною частиною зерна, тому під час лущення та шліфування їх максимально відокремлюють для підвищення споживчих властивостей готової продукції.

Особливе значення для технологічної оцінки твердої пшениці має склоподібність. Склоподібність характеризує консистенцію ендосперму та ступінь зв'язку між білковими речовинами і крохмальними гранулами. Для твердої пшениці цей показник зазвичай становить 70–100 %. Висока склоподібність забезпечує кращу стійкість зернівок до руйнування під час транспортування та сприяє отриманню крупних проміжних продуктів під час подрібнення.

Колір зерна твердої пшениці визначається наявністю каротиноїдних пігментів, серед яких переважає лютеїн. Вміст каротиноїдів становить 0,4–0,8 мг на 100 г зерна. Саме ці сполуки забезпечують жовтувате забарвлення ендосперму та готових продуктів переробки. Для круп'яної промисловості цей показник має важливе значення, оскільки крупи з кремовим або жовтуватим відтінком мають кращу споживчу оцінку.

Підготовку пшениці до переробки у пшеничні шліфовані крупи здійснюють відповідно до технологічної схеми, яка передбачає проведення таких операцій: очищення зерна від домішок, водотеплову обробку, лущення та контроль відходів. Для очищення зерна від домішок використовують скальператор, ситоповітряні сепаратори, каменевідбірник і трієри. З метою

підвищення ефективності видалення домішок доцільно застосовувати фракціонування зерна за крупністю у круп'яному розсійнику. Зазвичай цю операцію виконують після попереднього очищення зерна в скальператорі, ситоповітряному сепараторі та каменевідбірнику. У розсійнику встановлюють сита з пробивними отворами розміром 2,4×20 мм та 1,7х20 мм і проводять сепарування за схемою №2. У результаті одержують крупну фракцію зерна, що являє собою схід із сита 2,4х20 мм разом із крупними домішками, дрібну фракцію зерна з дрібними домішками у вигляді проходу сита 2,4х20 мм та сходу сита 1,7х20 мм, а також дрібне зерно пшениці з дрібними домішками, яке отримують проходом сита 1,7х20 мм. Надалі крупну та дрібну фракції зерна обробляють окремо у ситоповітряних сепараторах СПС 2 і СПС 3 та у трієрах – вівсюговідбірниках і куколевідбірниках відповідно.

Водотеплова обробка пшениці під час її підготовки до виробництва шліфованих круп полягає у зволоженні зерна теплою водою з температурою 35...45 °С до вологості 14,5...15,0 % з подальшим відволожуванням протягом 0,5...2,0 годин.

Після проведення водотеплової обробки пшеницю піддають луценню шляхом дворазового оброблення в оббивальних машинах, оснащених абразивними циліндрами, за таких параметрів роботи: колова швидкість бичів становить 14...16 м/с, ухил бичів – 8...10 %, зазор між бичами та абразивною поверхнею – 20...25 мм. При цьому на першій луцильній системі зерно обробляють інтенсивніше, використовуючи більші значення колової швидкості та ухилу бичів і менші значення зазору із наведеного діапазону. Кількість подрібнених зерен, що утворюються внаслідок луцення, не повинна перевищувати 15 %. На стадії луцення допускається заміна оббивальних машин машинами типу А1–ЗІН за умови колової швидкості дисків 16...18 м/с. Контроль відходів здійснюють на двох буратах. На перший бурат направляють проходи підсівних сит 1,7х20 мм ситоповітряних сепараторів та прохід аналогічних сит круп'яного розсійника А1–БРУ. На

другому бураті проводять контроль відносів оббивальних машин та аспіраторів.

Структурна схема перероблення лущеного зерна пшениці у крупи включає такі основні етапи: лущення зерна, шліфування цілого та подрібненого ядра, сортування продуктів шліфування, полірування крупних фракцій після шліфування, попереднє сортування продуктів полірування, остаточне сортування і контроль крупи, а також контроль борошенця та відходів. Процес лущення зерна пшениці здійснюють у зерноочисному відділенні після проведення воднотеплової обробки шляхом дворазового пропускання через оббивні машини з абразивним циліндром.

Шліфування попередньо лущеного зерна виконують шляхом його послідовного оброблення на трьох машинах типу А1–ЗШН.

Після проходження третьої шліфувальної системи проводять сортування продуктів шліфування у круп'яному розсійнику А1–БРУ. У результаті цього із суміші виділяють борошенце проходом сита № 063, а також частинки подрібненого ядра, які одержують проходом сита Ø 2,0 мм і сходом сита № 063 та які за своїми розмірами відповідають пшеничним шліфованим крупам № 4 і «Артек». Зазначені продукти без проведення полірування спрямовують на остаточне сортування та контроль крупи, що дозволяє запобігти їх надмірному подрібненню під час полірування і забезпечити вищий вихід шліфованих круп. Крупну фракцію продуктів шліфування, одержану сходом сита Ø 2,0 мм у розсійнику А1–БРУ, направляють на полірування. Етап полірування побудований аналогічно етапу шліфування та реалізується шляхом трьох послідовних проходів через машини типу А1–ЗШН. Для 1-ї, 2-ї та 3-ї шліфувальних систем колова швидкість дисків становить 16–18 м/с, тривалість оброблення при одноразовому пропуску – 12–25 с, а розмір отворів ситового циліндра – 1,0×15 мм. Для 1-ї, 2-ї та 3-ї полірувальних систем колова швидкість дисків становить 20–22 м/с, тривалість оброблення при одноразовому пропуску – 15–30 с, а розмір отворів ситового циліндра – 0,8×15 мм. Диски машин,

призначених для полірування, використовують з абразивного матеріалу меншої зернистості.

Після завершення останньої полірувальної системи проводять попереднє сортування продуктів полірування на двох сортувальних системах. Основним призначенням цього етапу є видалення борошенця з продуктів полірування, відокремлення крупних часток ядра, розміри яких перевищують розміри пшеничних шліфованих круп, а також одержання трьох фракцій крупи, які направляють на відповідні системи остаточного сортування та контролю. Частинки, що утворюють сід сита Ø 3,5 мм, повертають на етап полірування. Усього передбачено п'ять систем остаточного сортування, на кожній із яких виконують остаточне сепарування з отриманням відповідного номера крупи. Надалі кожний номер крупи піддають пневмосепаруванню для видалення залишків борошенця та контролюють на вміст металомагнітних домішок.

Контроль борошенця здійснюють на ситах із дрітної сітки № 063 з метою видалення частинок ядра, вміст яких у кормовому борошенні не повинен перевищувати 5 %. Залежно від розмірів виділених частинок їх повертають або на етап шліфування, або на етап полірування. Для контролю борошенця можуть застосовуватись розсійники, бурати або центрифугали.

Оцінку якості пшеничних круп в Україні проводять відповідно до вимог ДСТУ 7699:2015 «Крупи пшеничні. Технічні умови». Цей нормативний документ є основним стандартом, що регламентує класифікацію продукції, технічні вимоги до її якості, показники безпеки, правила приймання, методи контролю, вимоги до пакування, маркування, транспортування та зберігання пшеничних круп.

Дія стандарту поширюється на крупу пшеничну «Полтавська» № 1, № 2, № 3, № 4 та крупу пшеничну «Артек», які виробляють із зерна твердої або м'якої пшениці шляхом очистки, лущення, шліфування та подрібнення ендосперму. Стандарт встановлює комплекс органолептичних,

фізико–хімічних і технологічних показників, що характеризують якість готової продукції та її придатність до харчового використання.

Одним із головних показників якості пшеничних круп є вологість, яка не повинна перевищувати 14,0 %. Дотримання нормативної вологості має важливе значення для забезпечення збереженості продукції під час транспортування та зберігання. Підвищена вологість сприяє активізації мікробіологічних процесів, розвитку пліснявих грибів, самозігріванню продукції та погіршенню її споживчих властивостей.

Важливим показником якості є вміст доброякісного ядра, який для пшеничних круп повинен становити не менше 99,2 %. Доброякісне ядро являє собою повноцінні частинки ендосперму без оболонкових включень, сторонніх домішок та пошкоджених зерен. Високий вміст доброякісного ядра свідчить про ефективність технологічних операцій очистки, лущення та шліфування зерна.

Стандартом також нормується вміст смітної домішки, кількість якої не повинна перевищувати 0,3 %. До смітної домішки належать органічні та мінеральні включення, оболонки, частинки соломи, насіння бур'янів та інші сторонні компоненти. Наявність значної кількості домішок погіршує харчову цінність продукції, її зовнішній вигляд та кулінарні властивості.

Мінеральна домішка у пшеничних крупах допускається в кількості не більше 0,05 %. До неї належать частинки ґрунту, пісок, камінці та інші неорганічні включення. Контроль цього показника має особливе значення для безпечності продукції та запобігання пошкодженню технологічного обладнання під час переробки.

Згідно з вимогами ДСТУ 7699:2015 зараженість пшеничних круп шкідниками хлібних запасів не допускається. Наявність живих комах, кліщів або продуктів їх життєдіяльності свідчить про порушення санітарного стану виробництва чи умов зберігання продукції. Такі крупи вважаються непридатними до реалізації та харчового використання.

Важливим показником безпечності є вміст металомагнітної домішки. Її наявність контролюють після проходження продукції через магнітні сепаратори. Металомагнітні частинки можуть потрапляти до круп внаслідок зношування технологічного обладнання або недостатньої ефективності магнітної очистки.

Органолептичні показники пшеничних круп також мають важливе значення при оцінці їх якості. Колір продукції повинен бути жовтий або жовтий із різними відтінками, властивими пшеничній крупі. Потемніння або наявність сірих відтінків свідчить про порушення технологічних режимів переробки чи погіршення якості вихідної сировини.

Запах і смак пшеничних круп повинні бути властивими доброякісній продукції, без сторонніх присмаків і запахів. Не допускається затхлий, пліснявий, кислий або гіркий запах, оскільки це свідчить про псування продукції, розвиток мікрофлори або окиснювальні процеси у ліпідному комплексі зерна.

Для пшеничних круп важливе значення мають також показники крупності та вирівняності частинок. Вирівняність за розмірами забезпечує рівномірне набухання та стабільні кулінарні властивості продукції під час варіння. Надмірна кількість борошенця та дрібнодисперсних частинок погіршує зовнішній вигляд готових страв і сприяє злипанню каші.

4.2 Вимоги до показників якості сировини та розрахунок помельної партії

Вимоги до якості пшениці, яка надходитиме на переробку для виробництва цілої шліфованої крупы та пластівців на підприємстві продуктивністю 3 т/год, визначаються специфікою круп'яного виробництва та необхідністю забезпечення стабільних технологічних властивостей сировини протягом усього виробничого циклу. На відміну від борошномельного виробництва, де основна увага приділяється хлібопекарським властивостям зерна, у круп'яній промисловості

першочергове значення мають показники, які характеризують круп'яні властивості зернової маси, здатність зернівки забезпечувати високий вихід круп'яної продукції та одержання готового продукту з однорідними структурними характеристиками. Саме тому для виробництва цілої шліфованої пшеничної крупи та пластівців доцільно використовувати переважно зерно твердої пшениці або високосклоподібної м'якої пшениці, яка характеризується доброю виповненістю ендосперму, високою натурою та значною масою окремої зернівки.

При організації сировинної бази для підприємства продуктивністю 3 т/год доцільно передбачати надходження зерна з вологістю не більше 14,0 %. Даний показник має важливе значення не лише з точки зору зберігання зернової маси, але й для забезпечення стабільності фізичного стану сировини під час перебування на підприємстві. Зерно з вологістю понад 14,5 % характеризується підвищеним ризиком розвитку мікробіологічних процесів, погіршенням санітарного стану та зниженням стійкості під час зберігання. Для круп'яного виробництва перевагу віддають партіям із фактичною вологістю 12,5–13,5 %, що забезпечує стабільність властивостей зернової маси та створює сприятливі умови для подальшого використання сировини.

Одним із найважливіших критеріїв оцінювання пшениці для круп'яних цілей є натура зерна. Для підприємства, яке спеціалізується на виробництві цілої шліфованої крупи та пластівців, доцільно приймати зерно з натурою не нижче 760 г/л. Практика роботи круп'яних підприємств свідчить, що найкращі результати забезпечують партії з натурою 780–820 г/л. Підвищена натура свідчить про добру виповненість ендосперму, високу щільність зернівки та значну частку корисної речовини у загальній масі зерна. Зниження натури нижче 740 г/л зазвичай супроводжується погіршенням круп'яних властивостей та зменшенням виходу якісної продукції.

Особливого значення для круп'яної промисловості набуває склоподібність зерна. Саме цей показник значною мірою визначає

структурно—механічні властивості ендосперму та здатність зернівки зберігати цілісність під час механічного впливу. Для виробництва цілої шліфованої крупи рекомендується використовувати зерно зі склоподібністю не менше 60 %. Для твердої пшениці бажаним є рівень склоподібності 80–95 %. Для високоякісних партій м'якої пшениці склоподібність повинна перебувати в межах 60–75 %. Саме такі значення вважаються найбільш придатними для виробництва круп'яних продуктів із високими споживними характеристиками.

Не менш важливим показником є маса 1000 зерен. Для підприємства продуктивністю 3 т/год доцільно орієнтуватися на використання зерна з масою 1000 зерен не менше 35 г. Оптимальними для круп'яного виробництва вважаються значення 40–50 г, а для окремих сортів твердої пшениці цей показник може перевищувати 50 г. Великозерна пшениця характеризується більшою часткою ендосперму та кращими круп'яними властивостями порівняно з дрібнозерними партіями.

Важливою вимогою є висока вирівняність зернової маси. Для круп'яних підприємств доцільним є використання партій, у яких вміст основного зерна однієї крупності становить не менше 80–85 %. Вирівняність визначає однорідність фізичних властивостей зернової маси та є одним із критеріїв оцінювання придатності сировини до виробництва круп'яної продукції високої якості.

Зернова домішка в зерні, яке надходить на переробку, не повинна перевищувати 5 %. Для забезпечення стабільної роботи підприємства бажаним є рівень не більше 3 %. Вміст сміттевої домішки рекомендується обмежувати значенням 1 %, а максимально допустимий рівень не повинен перевищувати 2 %. Особливо жорсткі вимоги встановлюються до мінеральної домішки, вміст якої не повинен перевищувати 0,3–0,5 %, оскільки її наявність негативно впливає на санітарний стан виробництва та експлуатаційний стан обладнання.

Вміст зіпсованих зерен рекомендується обмежувати рівнем 0,3–0,5 %, фузаріозних зерен – не більше 0,3 %, пророслих зерен – не більше 2 %. Для виробництва високоякісної круп'яної продукції доцільно використовувати партії, у яких фактичний вміст пророслого зерна не перевищує 1 %. Такі вимоги пов'язані з необхідністю забезпечення стабільних споживних властивостей готової продукції та належного санітарного стану зернової маси.

Обов'язковою вимогою є відсутність зараженості живими шкідниками хлібних запасів. Не допускається наявність довгоносиків, кліщів, зернової молі та інших комах незалежно від ступеня зараження. Зерно повинно бути здоровим, без ознак самозігрівання, пліснявіння, затхлості або стороннього запаху. Наявність таких дефектів свідчить про порушення умов зберігання та робить зерно непридатним для використання у виробництві харчової продукції.

Одним із важливих критеріїв придатності зерна для круп'яного виробництва є однорідність партії за кольором, станом поверхні та ступенем виповненості зернівок. Для виробництва цілої шліфованої крупи найбільш придатними є партії, у яких переважають добре розвинені зернівки з характерним для сорту кольором та блиском. Наявність значної кількості щуплих зерен є небажаною, оскільки такі зернівки характеризуються недостатньо розвиненим ендоспермом і знижують технологічну цінність сировини. У виробничій практиці крупозаводів частка щуплих зерен у високоякісних партіях зазвичай не перевищує 3–5 %, тоді як збільшення їх кількості понад 8–10 % свідчить про погіршення круп'яних властивостей зернової маси.

Особливого значення набуває показник вирівняності зерна. Для виробництва круп'яної продукції рекомендується використовувати зернові партії, у яких вміст зерна основної фракції становить не менше 80 %, а для одержання крупи високої якості бажано не менше 85–90 %. Висока вирівняність забезпечує однорідність структурних характеристик зернівок та

сприяє отриманню круп'яної продукції зі стабільними споживними властивостями. Невирівняні партії, що містять значну кількість дрібних і великих зерен одночасно, характеризуються неоднорідністю технологічних властивостей і вважаються менш придатними для виробництва круп'яних продуктів.

Для підприємства продуктивністю 3 т/год особливе значення має стабільність показників якості протягом усього року. На відміну від великих комбінатів, які можуть одночасно працювати з різними партіями зерна та здійснювати їх змішування, підприємство середньої продуктивності потребує максимально однорідної сировинної бази. Саме тому різниця між показниками натури окремих партій не повинна перевищувати 20–30 г/л, а відхилення за склоподібністю бажано обмежувати рівнем 10–15 %. Це дозволяє забезпечити стабільність властивостей зернової маси та передбачуваність результатів перероблення.

Значну увагу приділяють вмісту битого зерна. У зерні, яке надходить на підприємство для виробництва круп'яної продукції, кількість механічно пошкоджених зернівок рекомендується обмежувати рівнем не більше 2–3 %. Збільшення вмісту битого зерна негативно впливає на загальний стан партії, погіршує її сипкість та може сприяти накопиченню дрібних часток, що ускладнює забезпечення належного санітарного стану виробництва. Для високоякісної сировини вміст битих зерен зазвичай не перевищує 1 %.

Суттєве значення має стан зародка. Зерно, яке надходить на круп'яне підприємство, повинно характеризуватися відсутністю ознак самозігрівання та біохімічних змін, пов'язаних із початком проростання. Навіть якщо кількість пророслих зерен формально не перевищує нормативних значень, значна активізація ферментативних процесів може негативно впливати на споживні властивості готової продукції. Саме тому для виробництва пшеничних пластівців особливо цінними вважаються партії, у яких вміст пророслих зерен не перевищує 0,5–1,0 %.

Важливим показником санітарного стану зернової маси є вміст пошкоджених шкідниками зерен. Навіть за відсутності живих комах зерно може містити зернівки з ознаками пошкодження довгоносиками, борошноїдами або іншими шкідниками запасів. Для круп'яного виробництва рекомендується використовувати партії, у яких вміст таких зерен не перевищує 1–2 %. Більш високі значення свідчать про погіршення санітарного стану зернової маси та можуть бути ознакою тривалого неналежного зберігання.

Особливу увагу приділяють показникам безпечності зерна. В сучасних умовах виробництва харчових продуктів важливим критерієм придатності сировини є відповідність вимогам щодо вмісту токсичних елементів, мікотоксинів, залишкових кількостей пестицидів та радіонуклідів. Вміст свинцю в зерні не повинен перевищувати 0,2 мг/кг, кадмію – 0,1 мг/кг, миш'яку – 0,2 мг/кг, ртуті – 0,03 мг/кг. Для дезоксиніваленолу допустимий рівень у продовольчій пшениці становить до 1250 мкг/кг, для зеараленону – до 100 мкг/кг. Дані показники мають особливе значення для виробництва круп'яної продукції, оскільки готові крупи та пластівці належать до продуктів безпосереднього споживання населенням.

Для підприємства продуктивністю 3 т/год важливе значення має також мікробіологічний стан зернової маси. Хоча чинні стандарти не завжди встановлюють прямі нормативи щодо загальної кількості мікроорганізмів у зерні, практика круп'яної промисловості передбачає використання зерна без ознак розвитку пліснявих грибів та активного мікробіологічного псування. Особливо небезпечними є представники родів *Fusarium*, *Aspergillus* та *Penicillium*, які можуть продукувати мікотоксини та негативно впливати на безпечність готової продукції.

4.3 Обґрунтування схеми технологічного процесу

Відповідно до поставленого завдання на круп'яному заводі передбачається перероблення пшениці у шліфовані та плющені круп'яні продукти. Для забезпечення ефективного технологічного процесу при проектуванні прийнято рішення використовувати сучасне обладнання вітчизняного та зарубіжного виробництва. Технологічну лінію виробництва шліфованих і плющених продуктів із зерна пшениці розміщено на п'яти поверхах металоконструкції.

Зерно пшениці з бункерів для неочищеного зерна за допомогою конвеєра та норії Makenas MEKE-314 подають на електронні ваги Makenas METK-058 для зважування. Зерно на першому етапі очищують у ситоповітряному сепараторі після чого воно надходить у каменевідбірник. Очищене таким чином зерно пшениці на наступному етапі спрямовують у трієрний блок який складається з трієра-куколевідбірника та трієра вівсюговідбірника де вилучаються короткі та довгі домішки. На наступному етапі зерно обробляють в оббивній машині яка забезпечує вилучення важковідокремлюваних домішок. Після цього зерно проходить контроль на наявність легких домішок і борошенця шляхом обробки в аспіраторі А1-БДА. Очищене від домішок зерно пшениці надходить на попереднє лушення-шліфування яке здійснюють шляхом обробки зерна на двох послідовних машинах луцильно-шліфувальних машин «Каскад». Після кожної луцильної системи суміш продуктів лушення-шліфування обробляють у аспіраторі А1-БДА. Після другої луцильно-шліфувальної системи зерно надходить у розсійник для сортування, де здійснюється розділення шліфованого ядра за крупністю, а також виділення борошенця та частинок подрібненого ядра. Контроль шліфованого ядра проводять у повітряному сепараторі із замкнутим циклом повітря, який забезпечує ефективне вилучення залишків легких домішок і борошенця.

На наступному етапі оброблене таким чином ціле ядро пшениці надходить на зволожувальний пристрій Makenas MEVK-200, який являє

собою конвеєр із нержавіючої сталі, в який подається вода. Після зволоження зерно спрямовують у бункери для відволожування, де воно витримується протягом 6–8 годин.

Після завершення процесу відволожування ядро за допомогою конвеєра Makenas MEVK–200 подають у бункер над пропарювачем, а далі – у пропарювач «Оліс» ППШ–О. Після пропарювання зерно надходить у бункери для темперування, звідки норією Makenas MEKE–314 та конвеєром Makenas MEVK–200 спрямовується в магнітний сепаратор Б8–БМП для вилучення металоманітних домішок. Далі підготовлене ядро надходить на плющильний станок Buhler MDFA–608. Отримані плющені продукти подаються на сушіння у стрічкову сушарку СХО–500. Після сушіння продукт направляють на ситоповітряний сепаратор Makenas MESM–100/150, де відокремлюється борошенце та частинки подрібненого ядра. Далі за допомогою норії Makenas MEKE–314 плющене ядро пшениці надходить на контрольне зважування на електронних вагах Makenas METK–058 та спрямовується у фасувально–пакувальну машину Makenas МЕРМ–300 або в бункери для готової продукції. Готову продукцію зберігають як у тарі на складі, так і безтарно у бункерах.

4.4 Розрахунок балансу помелу зерна

Баланс — це рівність кількісних і якісних показників продуктів, що надходять на окремий етап технологічного процесу або на весь технологічний процес, і продуктів, які виходять із цієї системи, окремого етапу чи всього технологічного процесу. У кількісному балансі відображають кількість продуктів, що надходять до систем, етапів, загального технологічного процесу і виходять з них. Баланс виражають у відсотках.

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

Назва технологічної операції	
Зволоження ядра	+7–12
Пропарювання та темперування крупи	+2–3
Плющення	–1,0–2,0
Просіювання та охолодження пластівців	–3,5–4,5
Фасування пластівців	–0,3–0,7

Кількісний баланс відповідно до розробленої технології виробництва плющеного ядра з шліфованого ядра пшениці представлений у табл. 4.1.

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, м^3 ;

η – об'ємна маса зерна (для шліфованого ядра пшениці складає $0,720 \text{ т/м}^3$ – за результатами досліджень), т/м^3 ;

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

Тоді ємкість металевого силосу для нелущеної пшениці становитиме:

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

Кількість металевих силосів для пшениці розраховуємо за формулою:

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

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:

$$n = \frac{72 * 30}{24 * 33,5} = 2,7 \text{ шт.}$$

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:

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

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.

$$n = \frac{72 * 4}{24 * 0,72 * 0,9 * 1,0 * 1,0 * 6,5} = 3,7 \text{ шт.}$$

Приймаємо 4 бункери.

Місткість одного бункера для відволоження пшениці:

Для пшениці:

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

Бункери для темперування

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

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

Приймаємо 3 бункери.

Місткість одного бункера для темперування:

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

Накопичувальні бункери матимуть місткість:

$$E_{\delta} = 1,0 * 1,0 * 1,2 * 0,72 * 0,9 = 0,8 \text{ т}$$

Розрахунок обладнання

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

$$Q_{з.оч} = k * Q,$$

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

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

$$Q_{з.оч} = 1,2 * 72 = 86,4 \text{ т/д.}$$

Продуктивність підготовчого відділення за одну годину визначаємо за формулою:

$$q_{з.оч} = \frac{q_{з.оч}}{q_m},$$

$$q_{з.оч} = \frac{86,4}{24} = 3,6 \text{ т/год}$$

Продуктивність відділення по переробці зерна за одну годину становить:

$$q_{з.оч} = \frac{72}{24} = 3,0 \text{ т/год}$$

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

$$n = \frac{q_{з.оч}}{q_m},$$

де q_m – продуктивність обладнання, т/год.

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

1. Каменевідбірник ОМП

продуктивність $q_m = 6 \text{ т/год.}$

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

Приймаємо 1 каменевідбірник ОМП–3,0

2. Трієр вівсюговідбірник ТЦО–3

продуктивність $q_m = 3 \text{ т/год.}$

$$n = 3,6 / 3 = 1,2$$

Приймаємо 1 трієр вівсюговідбірник ТЦО–3

3. Трієр куколевідбірник ТЦК–3

продуктивність $q_m = 3 \text{ т/год.}$

$$n = 3,6 / 3 = 1,2$$

Приймаємо 1 трієр куколевідбірник ТЦК–3

4. Аспіратор АСО–3

продуктивність $q_m = 3 \text{ т/год.}$

$$n = 3,6 / 3 = 1,2$$

Приймаємо 1 аспіратор АСО–3

4. Оббивна машина МАО–3

продуктивність $q_m = 3$ т/год.

$$n = 3,6 / 3 = 1,2$$

Приймаємо 1 оббивну машину МАО–3.

5. Ситоповітряний сепаратор ПСО

продуктивність $q_m = 3$ т/год.

$$n = 3,6 / 3 = 1,2$$

Приймаємо 1 ситоповітряний сепаратор ПСО

6. Пропарювач ОЛС «ППШ–О» :

$$n = 3,6/3 = 1,2$$

приймаємо 1 машину

7. Плющильний станок buhler MDFA–608:

$$n = 3,6/3,2 = 1,03$$

приймаємо 1 машину

8. Сушарка ОЛС СХО–500:

$$n = 3,6/2 = 1,8$$

приймаємо 2 машини

9. Просіювач MakenasMESM –100/150:

$$n = 3,6/5 = 0,72$$

приймаємо 1 машину

10. Ваги електронні МЕТК 05

$$n = \frac{1000 * Q_{з.оц.}}{24 * 60 * v * k} = \frac{1000 * 86,4}{24 * 60 * 50 * 2} = 0,6 \sim 1(\text{шт})$$

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

10. Пакувально–фасувальна установка MakenasMEPM–300:

$$n = 3,6/15 = 0,24$$

приймаємо 1 машину

11. Аспіратор А1 –БДА :

$$n = 3,6/3,3 = 1,09$$

приймаємо 1 машину

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

- поперечні і повздовжні проходи, які пов'язані з евакуаційними виходами на сходову драбину та проходи між групами машин 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 є невід'ємною складовою діяльності сучасних підприємств круп'яної промисловості та належить до основних інструментів забезпечення безпечності й стабільності виробництва харчової продукції. Для підприємства з виробництва цілої шліфованої пшеничної крупи та пластівців продуктивністю 3 т/год система контролю повинна охоплювати всі об'єкти виробничого середовища, які можуть впливати на безпечність готової продукції, її відповідність нормативним вимогам та санітарно-гігієнічним критеріям. У сучасних умовах функціонування харчової промисловості технохімічний контроль уже не розглядається виключно як засіб перевірки окремих показників продукції.

Його роль значно ширша і полягає у підтриманні стабільності виробництва, своєчасному виявленні можливих відхилень, контролі санітарного стану виробничого середовища та забезпеченні виконання вимог законодавства щодо безпечності харчових продуктів.

Підприємства круп'яної промисловості належать до харчових виробництв, діяльність яких безпосередньо пов'язана з виробництвом продукції масового споживання. Саме тому контрольні заходи повинні бути інтегровані в загальну систему управління виробництвом та здійснюватися на постійній основі. Особливістю круп'яної галузі є те, що безпечність продукції залежить не лише від властивостей зернової сировини, але й від санітарного стану виробничих приміщень, ефективності очищення обладнання, дотримання вимог особистої гігієни персоналу, стану інженерних систем та багатьох інших чинників. У зв'язку з цим технохімічний контроль набуває комплексного характеру та поширюється на всі складові виробничого середовища.

На підприємстві продуктивністю 3 т/год особливе значення має організація власної системи лабораторного контролю. Лабораторія є одним із ключових структурних підрозділів, що забезпечує проведення необхідних випробувань та контрольних досліджень. Її діяльність спрямована на отримання об'єктивної інформації щодо стану виробничого середовища, безпечності продукції та відповідності умов виробництва встановленим вимогам. Сучасна виробнича лабораторія повинна забезпечувати проведення технохімічних, санітарно-гігієнічних та мікробіологічних досліджень із використанням стандартизованих методик та засобів вимірювальної техніки.

Технохімічний контроль у круп'яній промисловості базується на принципі систематичного спостереження за станом виробничого процесу та характеристиками продукції. Його основною метою є забезпечення стабільності виробництва та своєчасне виявлення факторів, які можуть негативно впливати на безпечність продукції. При цьому важливе значення має не лише проведення окремих аналітичних визначень, але й оцінювання

тенденцій зміни контрольованих параметрів, аналіз причин можливих відхилень та розроблення коригувальних заходів.

У сучасній круп'яній промисловості значна увага приділяється забезпеченню простежуваності результатів контролю. Всі результати лабораторних досліджень підлягають документуванню та зберіганню протягом установленого терміну. Такий підхід забезпечує можливість аналізу накопичених даних, підтвердження відповідності продукції встановленим вимогам та здійснення внутрішнього аудиту системи контролю. Простежуваність є одним із базових принципів сучасних систем управління безпечністю харчових продуктів та дозволяє забезпечувати високий рівень довіри до результатів виробничого контролю.

Особливе місце в діяльності круп'яних підприємств займає мікробіологічний контроль. Незважаючи на те, що крупі належать до продуктів із відносно низькою активністю води, мікробіологічна безпечність залишається одним із ключових критеріїв оцінки їх якості. Мікроорганізми можуть потрапляти до виробничого середовища різними шляхами, включаючи сировину, повітря виробничих приміщень, поверхні обладнання, інвентар, транспортні засоби та персонал. Саме тому система мікробіологічного контролю повинна охоплювати всі потенційні джерела мікробного забруднення.

Значна увага приділяється контролю санітарного стану виробничого середовища. У сучасних умовах безпечність харчових продуктів значною мірою визначається не лише характеристиками самої продукції, але й рівнем санітарної культури виробництва. Для підприємства продуктивністю 3 т/год особливе значення має підтримання належного санітарного стану виробничих приміщень, обладнання, допоміжних споруд та інженерних систем. Відповідність санітарним вимогам розглядається як один із головних чинників профілактики мікробіологічних ризиків.

У структурі сучасного виробничого контролю важливу роль відіграє моніторинг виробничого середовища. Під цим поняттям розуміють систему

регулярних спостережень за станом приміщень, обладнання, робочих поверхонь та інших об'єктів, які можуть впливати на безпечність продукції. Моніторинг дозволяє своєчасно виявляти потенційні джерела небезпеки та забезпечує можливість оперативного реагування на будь-які зміни санітарного стану виробництва.

В останні десятиріччя провідне місце в системі забезпечення безпечності харчових продуктів посіла система НАССР. Її впровадження стало одним із найважливіших напрямків розвитку харчової промисловості як в Україні, так і в більшості країн світу. Для підприємств круп'яної промисловості застосування НАССР є обов'язковою вимогою законодавства та розглядається як основний інструмент управління ризиками, пов'язаними з виробництвом харчових продуктів.

Система НАССР ґрунтується на принципі попередження небезпек, а не на усуненні наслідків після їх виникнення. Саме цей підхід суттєво відрізняє її від традиційних методів контролю якості. Якщо класичний лабораторний контроль орієнтований переважно на оцінювання готової продукції, то НАССР спрямована на виявлення потенційних ризиків ще до моменту їх реалізації. У результаті основна увага приділяється не виявленню дефектів, а створенню умов, за яких виникнення небезпечної продукції стає малоімовірним.

Для підприємства продуктивністю 3 т/год застосування НАССР має особливе значення у зв'язку з необхідністю забезпечення стабільного рівня безпечності круп'яної продукції. Виробництво харчових продуктів завжди супроводжується наявністю біологічних, хімічних та фізичних небезпек. Саме тому система повинна забезпечувати їх своєчасне виявлення, оцінювання та контроль. Комплексний підхід до управління ризиками дозволяє підтримувати належний рівень безпечності продукції незалежно від обсягів виробництва чи особливостей виробничого середовища.

Однією з ключових особливостей НАССР є її інтеграція з програмами-передумовами. Для круп'яного підприємства до таких програм

належать санітарне утримання території, очищення та дезінфекція виробничих приміщень, боротьба зі шкідниками, контроль водопостачання, поводження з відходами, забезпечення особистої гігієни персоналу та інші заходи, спрямовані на підтримання належного санітарного стану виробництва. Саме програми–передумови створюють базу для ефективного функціонування системи НАССР та забезпечують мінімізацію більшості потенційних ризиків.

Особливого значення набуває документування всіх процедур контролю. Сучасна система управління безпечністю харчових продуктів неможлива без ведення відповідної документації. На підприємстві повинні бути розроблені та впроваджені процедури моніторингу, внутрішнього контролю, коригувальних дій, перевірки результативності системи та внутрішнього аудиту. Документування забезпечує простежуваність усіх дій персоналу та дозволяє підтвердити виконання вимог законодавства у сфері безпечності харчових продуктів.

Важливу роль у функціонуванні системи НАССР відіграє персонал підприємства. Без належного рівня підготовки працівників навіть найдосконаліша система контролю не може забезпечити очікуваний результат. Саме тому навчання персоналу розглядається як один із базових елементів системи управління безпечністю. Працівники повинні розуміти значення санітарних вимог, знати свої обов'язки у сфері контролю та усвідомлювати вплив власних дій на безпечність продукції.

Для підприємства круп'яної промисловості велике значення має також верифікація системи НАССР. Вона передбачає перевірку того, наскільки ефективно працюють усі елементи системи та чи забезпечують вони досягнення поставленої мети. Верифікація може включати аналіз документації, результати лабораторних досліджень, внутрішні аудити, оцінювання коригувальних заходів та інші форми контролю. Її проведення дозволяє своєчасно виявляти недоліки та вдосконалювати систему управління безпечністю.

Сучасний підхід до технохімічного і мікробіологічного контролю передбачає безперервне вдосконалення контрольних процедур. Виробниче середовище постійно змінюється, з'являються нові ризики, удосконалюються методи досліджень та нормативні вимоги. Саме тому система контролю повинна бути динамічною та здатною адаптуватися до нових умов. Безперервне вдосконалення є одним із фундаментальних принципів сучасних систем управління якістю та безпечністю харчових продуктів.

4.7 Охорона праці

Охорона праці на підприємствах круп'яної промисловості є одним із найважливіших напрямків організації виробничої діяльності, оскільки забезпечення безпечних умов праці належить до основних вимог сучасного харчового виробництва. Для підприємства з виробництва цілої шліфованої пшеничної крупи та пластівців продуктивністю 3 т/год питання охорони праці мають комплексний характер і охоплюють виробничі приміщення, технологічне обладнання, транспортні комунікації, інженерні мережі, санітарно-побутове забезпечення персоналу та організацію виробничого середовища. Сучасний підхід до охорони праці базується на принципі пріоритету життя і здоров'я працівника над результатами виробничої діяльності, що передбачає створення таких умов праці, за яких ризик виникнення виробничого травматизму, професійних захворювань та аварійних ситуацій зводиться до мінімально можливого рівня.

Підприємства зернопереробної галузі характеризуються наявністю комплексу виробничих факторів, які можуть впливати на безпеку праці персоналу. До них належать підвищений рівень запиленості повітря робочої зони, шумове навантаження, вібрація, значна кількість механізованого обладнання, електротехнічні установки, транспортні системи, а також необхідність виконання робіт у виробничих приміщеннях різного функціонального призначення. Саме тому охорона праці на підприємстві продуктивністю 3 т/год повинна розглядатися як невід'ємна складова

загальної системи управління виробництвом та бути інтегрованою в усі напрями діяльності підприємства.

Важливе значення має організація системи управління охороною праці. У сучасних умовах вона являє собою сукупність організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних та профілактичних заходів, спрямованих на забезпечення безпечних умов праці. Система управління охороною праці повинна охоплювати всі структурні підрозділи підприємства та забезпечувати постійний контроль за станом виробничого середовища. Основною метою такої системи є попередження небезпечних ситуацій шляхом своєчасного виявлення факторів ризику та впровадження відповідних заходів захисту.

Для підприємств круп'яної промисловості особливого значення набуває питання виробничої санітарії. Виробничі приміщення повинні відповідати вимогам санітарного законодавства та забезпечувати умови, за яких вплив шкідливих факторів на персонал не перевищує допустимих рівнів. Одним із найбільш характерних факторів для підприємств зернопереробної галузі є зерновий пил. Його утворення супроводжує значну кількість виробничих операцій, а наявність пилу у повітрі робочої зони може негативно впливати на стан здоров'я працівників. Саме тому забезпечення належного санітарного стану виробничих приміщень є одним із ключових напрямків охорони праці.

Важливу роль у забезпеченні безпечних умов праці відіграє вентиляція виробничих приміщень. Для підприємства продуктивністю 3 т/год система вентиляції повинна забезпечувати підтримання нормативних параметрів повітряного середовища та сприяти видаленню пилу, надлишкового тепла і вологи. Правильно організований повітрообмін має суттєве значення як для підтримання комфортних умов праці, так і для зниження ризику виникнення аварійних ситуацій, пов'язаних із накопиченням пилу у виробничому середовищі.

Одним із найважливіших елементів охорони праці є забезпечення нормативного мікроклімату. Параметри температури, відносної вологості та швидкості руху повітря повинні відповідати вимогам чинних нормативних документів. Відхилення мікрокліматичних показників від установлених значень може негативно впливати на працездатність персоналу, підвищувати рівень втомлюваності та створювати додаткові ризики для здоров'я працівників. Саме тому контроль мікроклімату є обов'язковою складовою виробничого контролю на підприємствах круп'яної промисловості.

Особливе значення для забезпечення безпечних умов праці має виробниче освітлення. Раціонально організована система освітлення забезпечує комфортні умови виконання виробничих операцій, знижує ризик травматизму та сприяє підвищенню безпеки праці. На підприємстві продуктивністю 3 т/год освітлення повинно відповідати характеру виконуваних робіт та забезпечувати необхідний рівень видимості на всіх робочих місцях. При цьому враховуються вимоги щодо природного та штучного освітлення, а також особливості архітектурно–будівельних рішень виробничих приміщень.

Важливим напрямком охорони праці є боротьба з виробничим шумом. Значна кількість обладнання, яке використовується на підприємствах круп'яної промисловості, є джерелом шумового навантаження різної інтенсивності. Тривалий вплив шуму може спричиняти негативні зміни у функціональному стані організму працівників, тому заходи щодо його зниження мають велике значення для забезпечення безпечних умов праці. Для цього використовуються сучасні конструктивні рішення, звукоізоляційні матеріали та організаційні заходи, спрямовані на мінімізацію впливу шуму на персонал.

Не менш важливим є питання вібраційної безпеки. Вібрація належить до факторів виробничого середовища, які можуть негативно впливати на стан здоров'я працівників при тривалому контакті. На підприємствах зернопереробної галузі джерелами вібрації можуть бути окремі види

технологічного обладнання та транспортних систем. Саме тому конструктивні рішення повинні передбачати використання засобів віброзахисту та забезпечувати дотримання нормативних вимог щодо рівнів вібраційного навантаження.

Особливе місце у системі охорони праці займає електробезпека. Сучасне круп'яне підприємство являє собою складний виробничий комплекс, оснащений значною кількістю електротехнічного обладнання. Безпечна експлуатація електроустановок є обов'язковою умовою функціонування підприємства та потребує виконання комплексу технічних і організаційних заходів. До них належать захисне заземлення, занулення, використання автоматичних засобів захисту, контроль технічного стану електрообладнання та підготовка персоналу з питань електробезпеки.

Для підприємств круп'яної промисловості характерною особливістю є підвищена вибухопожежна небезпека, пов'язана з наявністю органічного пилу. Пилоповітряні суміші за певних умов можуть створювати небезпечне середовище, тому профілактика пилових вибухів належить до найважливіших напрямків охорони праці. Велике значення мають підтримання чистоти виробничих приміщень, ефективна робота аспіраційних систем, контроль технічного стану обладнання та суворе дотримання вимог пожежної безпеки.

Пожежна безпека є невід'ємною складовою системи охорони праці. Для підприємства продуктивністю 3 т/год вона включає комплекс організаційних, технічних та профілактичних заходів, спрямованих на попередження виникнення пожеж та забезпечення захисту персоналу у разі надзвичайної ситуації. Важливе значення мають належний стан евакуаційних шляхів, наявність первинних засобів пожежогасіння, система оповіщення та підготовка персоналу до дій у разі виникнення пожежі.

Суттєву роль відіграє забезпечення безпеки під час експлуатації виробничого обладнання. Усі машини та механізми повинні відповідати вимогам технічних регламентів і нормативних документів щодо безпеки.

Конструкція обладнання повинна передбачати наявність захисних огорожень, блокувальних пристроїв, засобів аварійної зупинки та інших елементів, спрямованих на попередження виробничого травматизму. Регулярний контроль технічного стану обладнання є необхідною умовою безпечної роботи підприємства.

Особливого значення набуває організація безпечного пересування працівників територією підприємства. Виробничі проходи, сходові марші, транспортні комунікації та евакуаційні виходи повинні відповідати встановленим вимогам та забезпечувати безпечне пересування персоналу. Раціональне планування виробничих приміщень сприяє зниженню ризику нещасних випадків і створює сприятливі умови для виконання виробничих обов'язків.

Важливою складовою охорони праці є забезпечення працівників засобами індивідуального захисту. На підприємствах круп'яної промисловості використовуються спеціальний одяг, спеціальне взуття, засоби захисту органів дихання, слуху та зору. Їх застосування дозволяє знизити вплив шкідливих виробничих факторів і забезпечити додатковий рівень захисту персоналу. Водночас засоби індивідуального захисту розглядаються як доповнення до технічних та організаційних заходів безпеки, а не як їх заміна.

Велике значення має навчання персоналу з питань охорони праці. Працівники повинні знати вимоги безпеки, порядок дій у разі виникнення аварійних ситуацій, правила користування обладнанням та засобами захисту. Система навчання включає вступний інструктаж, первинний інструктаж на робочому місці, повторні інструктажі та перевірку знань з питань охорони праці. Саме підготовлений персонал є одним із головних чинників безпечного функціонування підприємства.

Не менш важливим є медичне забезпечення працівників. Персонал підприємства проходить попередні та періодичні медичні огляди, що дозволяє контролювати стан здоров'я працівників та своєчасно виявляти

можливі професійні захворювання. Медичний контроль є важливою складовою профілактики виробничих ризиків та сприяє підтриманню належного рівня працездатності персоналу.

У сучасних умовах охорона праці базується на принципах ризик-орієнтованого підходу. Це означає, що основна увага приділяється не ліквідації наслідків нещасних випадків, а попередженню їх виникнення шляхом систематичного аналізу небезпек і впровадження профілактичних заходів. Для підприємства продуктивністю 3 т/год такий підхід дозволяє своєчасно виявляти потенційні джерела ризику та забезпечувати високий рівень виробничої безпеки.

РОЗДІЛ 5 СПЕЦІАЛЬНІ РОЗРАХУНКИ

5.1. Аспірація

Аспірація в проєкті круп'яного заводу продуктивністю 3 т/год є базовою інженерною системою, що забезпечує одночасно технологічну ефективність процесів переробки зерна, стабільність роботи обладнання та нормативні санітарно-гігієнічні умови виробничого середовища. У структурі сучасного круп'яного виробництва аспірація розглядається як інтегрована частина технологічної схеми, оскільки повітряні потоки беруть участь не лише у видаленні пилу, а й у ряді процесів сепарації, транспортування та стабілізації роботи зерноочисного і луцильного обладнання. Її функціональна роль визначається необхідністю керованого видалення дрібнодисперсних частинок, лузги, пилу органічного походження та легких домішок, що утворюються на всіх стадіях механічної обробки зерна.

У процесі роботи круп'яного заводу пиловиділення має безперервний і багатоступеневий характер. Воно виникає під час приймання зерна, його переміщення транспортними механізмами, попереднього очищення, лущення, шліфування та сортування. Найбільш інтенсивні пилові викиди формуються у зонах механічного руйнування зернової оболонки, де відбувається утворення дрібних фракцій із високою здатністю до перенесення повітряними потоками. Без ефективної аспірації ці частинки осідають на обладнанні, погіршують умови праці, підвищують пожежну небезпеку та знижують стабільність технологічних процесів.

Аспіраційна система заводу продуктивністю 3 т/год проєктується як багатоконтурна мережа локальних відсмоктувачів, об'єднаних у загальну повітряну систему з централізованим джерелом розрідження. Основним принципом побудови є максимальна локалізація джерел пиловиділення

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.537-03.ІІ.2.1			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Дашкова Г.В.				Розділ 5	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Кустов І.О.						69	
Консультант								
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.					ОНТУ, ТЗХ-41		

безпосередньо в місцях його утворення. Це дозволяє зменшити загальний об'єм повітря, що підлягає очищенню, та підвищити енергоефективність системи. Локальні аспіраційні точки встановлюються у місцях завантаження та вивантаження зерна, на сепараторах, трієрах, лушильних і шліфувальних машинах, а також у пересипних вузлах транспортного обладнання.

Транспортна частина аспіраційної системи реалізується через мережу повітроводів, які забезпечують переміщення повітряно-пилової суміші до очисних апаратів. При їх проєктуванні враховується необхідність підтримання стабільної швидкості повітряного потоку, достатньої для транспортування частинок без їх осідання на внутрішніх поверхнях. Важливе значення має мінімізація гідравлічного опору системи, зменшення кількості різких поворотів і забезпечення рівномірного розподілу витрат повітря між різними технологічними вузлами. Неправильна аеродинамічна побудова мережі призводить до дисбалансу системи, зниження ефективності аспірації та накопичення пилу в окремих ділянках.

Очищення аспіраційного повітря у складі круп'яного заводу здійснюється за багатоступеневою схемою. На першому етапі застосовуються інерційні апарати типу циклонів, де відбувається відділення крупнодисперсних частинок за рахунок дії відцентрових сил у закрученому потоці. Другий етап представлений рукавними фільтрами, які забезпечують високий ступінь очищення дрібнодисперсного пилу шляхом фільтрації через пористі матеріали. Така комбінована схема дозволяє забезпечити стабільну ефективність очищення незалежно від коливань навантаження технологічної лінії та змін фізико-механічних властивостей пилу.

Окремим аспектом є участь аспірації у технологічних процесах сепарації. У сепараторах та аспіраційних каналах повітряний потік виконує не лише функцію видалення пилу, але й забезпечує розділення зернової маси за аеродинамічними властивостями. У цих випадках точне регулювання швидкості та напрямку повітря є критично важливим параметром, оскільки визначає ефективність відділення легких домішок і збереження основного

продукту. Недостатня інтенсивність потоку знижує якість очищення, тоді як надмірна може призводити до втрат повноцінних зерен або круп'яного продукту.

Енергетична ефективність аспіраційної системи є важливим критерієм проєктування, оскільки вентиляційне обладнання становить значну частку енергоспоживання підприємства. Зменшення втрат тиску в мережі досягається за рахунок оптимальної геометрії повітроводів, використання плавних переходів та раціонального компонування обладнання. Додатково застосовуються регульовані приводи вентиляторів, що дозволяють адаптувати продуктивність системи до фактичного навантаження технологічної лінії, забезпечуючи тим самим зниження енерговитрат без втрати ефективності аспірації.

Аспіраційна система виконує функцію зниження концентрації пилу до рівнів, які виключають негативний вплив на персонал і зменшують ризики виникнення вибухонебезпечних ситуацій. Пил зернового походження за певних умов утворює вибухонебезпечні суміші, тому його постійне видалення та недопущення накопичення в обладнанні є обов'язковою вимогою проєктування. Таким чином, аспірація виконує не лише технологічну, але й критично важливу захисну функцію.

У проєкті прийнято дві аспіраційні мережі, характеристика та компонування яких наведені у табл. 5.1.

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 (циклон у)	Вибір вентилятора
Аспіраційна мережа № 1						
Конвеєри скребкові Makenas MEZK-25 №1 та №2	3	2	10	20	Makenas s 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 s METS- 1500	Makenas MEDA-15
Просіювач Makenas MESM –100/150	2	1	54	54		
Фасувально-пакувальна установка Makenas MERM-300	1	1	8	8		
Конвеєр Makenas MEVK-200	1	4	10	40		
			Всього	122		

Аспіраційні мережі у проекті обслуговують норії Makenas MEKE-314, конвеєри Makenas MEVK-200, електронні ваги Makenas METK-058, плющильний станок Buhler MDFA-608 та фасувально-пакувальну установку Makenas MERM-300. Для забезпечення ефективного видалення пилу у проекті передбачено дві аспіраційні мережі, у кожній з яких встановлено циклон 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 продукти швидкого приготування, продуктивністю 3 т/год.

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.1.537-03.ІІ.2.1			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Дашкова Г.В.			Розділ 6	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник		Кустов І.О.					73	
						ОНТУ, ТЗХ-41		
Консультант								
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.						

споживання електроенергії за формулою:

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

де P_P – розрахункова активна потужність підприємства, кВт

$W_{ПИТ}$ – питома витрата електроенергії для вироблення 1т пластівців складає

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

$M_{РІЧ}$ – річна продуктивність підприємства,

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

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

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

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

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

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

Визначимо розрахункову активну потужність для підприємства:

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

Визначимо розрахункову активну потужність на освітлення приміщень лампами накаливання:

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

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

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

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:

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

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 з умови:

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

Таблиця 6.1 – Технічні дані конденсаторних компенсуючих установок

Тип	Номінальна напруга U_{HOM} , кВ	Номінальна потужність Q_{HOM} , квар	Номінальна ємність C_{HOM} , мкФ	Число ступенів регулювання	Маса, кг
КСК2–0,4–6 7–3У3	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 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), 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:

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

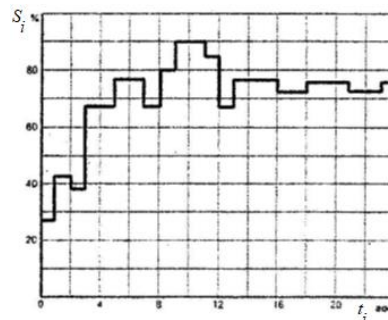


Рис. 6.1 Графік добового навантаження круп'яного заводу.

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.

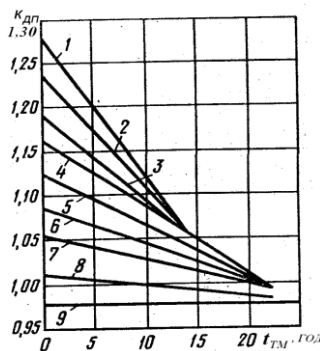


Рис. 6.2 – Графік допустимих перевантажень силових трансформаторів для K_{3T} : 1 – 0,60; 2 – 0,65; 3 – 0,70; 4 – 0,75; 5 – 0,80; 6 – 0,85; 7 – 0,90; 8 – 0,95; 9 – 1,00.

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

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

Потужність кожного з двох трансформаторів з урахуванням їх перевантажень складе:

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

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

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

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

Уточняємо тип та номінальну потужність трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності, та оберемо їх з умови (6.11):

$$S_{ТР\text{ ном}} \geq S_{ТР}.$$

Таблиця 6.3. – Технічні дані силових трансформаторів

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

Тоді:

$$S_{ТР\text{ ном}} = 160 \text{ кВ·А} \geq S_{ТР} = 106,8 \text{ кВ·А,}$$

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:

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

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

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

$$K_E = 0,05 \text{ кВт / квар};$$

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:

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

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

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

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

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

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

$$S_{ЕК} = S_{НОМ} \sqrt{2 \cdot \frac{\Delta P_X^I}{\Delta P_K^I}}, \quad (6.18)$$

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

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

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

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

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

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:

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

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

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

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

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:

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

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 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:

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

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

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 кабельної мережі:

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

Тоді:

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

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, $d_0 = 1,98$ грн./кВт год.,

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

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:

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

що зменшить вартість втрат електроенергії в лінії живлення.

Втрати електроенергії в лінії живлення складають:

– до компенсації реактивної потужності навантаження підприємства:

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

– після компенсації реактивної потужності навантаження підприємства:

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

Втрати електроенергії у трансформаторах складають:

– при паралельній роботі двох трансформаторів у перебігу $T_{\text{МАХ}}$:

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

– при паралельній роботі двох трансформаторів у перебігу $T'_{\text{МАХ}}$:

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

Витрати електроенергії на освітлення складають:

– для ламп розжарювання:

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

– для люмінесцентних ламп:

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

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

Результати розрахунків по економії електроенергії зведені у таблиці 6.4.

Таблиця 6.4. – Витрати та економія електроенергії

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

Загальна річна економія електроенергії на підприємстві за розрахунками складає $\Delta W = 166516 \text{ кВт}\cdot\text{год}$, 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 $S_0 = 2835756 \text{ грн.}$

Висновки

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

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

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 $\Delta S_0 = 329701,7 \text{ грн./рік}$, що складає $\Delta S\% = 11,6\%$ від річної вартості електроенергії, яка складає $S_0 = 2835756 \text{ грн.}$

РОЗДІЛ 7

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

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 – 10 чол.

Розрахунок загальної чисельності працюючих виконують виходячи з того, що питома вага робітників основного виробництва становить 50 % від загальної чисельності персоналу підприємства, тобто – 10 чол. При цьому у чисельність працівників основного виробництва не входять робітники відділення розфасовки. На підприємстві передбачається відділення розфасовки, його чисельність дорівнює – 1 чол. і додається до загальної чисельності працюючих після її визначення.

$$Ч_{\text{заг}} = 21 \text{ чол.}$$

Фонд оплати праці при будівництві нового підприємства визначають за формулою

$$\text{ФОП} = З_{\text{мін}} \times K_{\text{спів,сер}} \times K_{\text{підв}} \times Ч \times (1 + K_{\text{доп}}) \times N$$

де $З_{\text{мін}}$ – мінімальна гарантована місячна ставка некваліфікованого робітника у поточному році; 8000 грн;

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.537-03.П.2.1						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розробив		Дашкова Г.В.			Розділ 7			Літ	Аркуш	Аркушів	
Керівник		Кустов І.О.								85	
								ОНТУ, ТЗХ-41			
Консультант		Басюркіна Н.Й.									
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.									

$K_{\text{спів,сер}}$ – середній по підприємству коефіцієнт співвідношення ставок працюючих різних категорій до Змін, приймається на рівні 1,3;

$K_{\text{підв}}$ – коефіцієнт підвищення тарифних ставок і окладів проти мінімально гарантованих, приймається на рівні 1,2;

$K_{\text{доп}}$ – коефіцієнт, що враховує доплати та премії, приймається на рівні 0,3;

Ч – чисельність працюючих;

N – число місяців праці.

$$\text{ФОП} = 8000 \times 1,3 \times 1,2 \times 21 \times (1 + 0,3) \times 12 : 1000 = 4085,1 \text{ тис грн}$$

Середньомісячну заробітну плату визначають за формулою

$$\text{З}_{\text{сер}} = \text{ФОП} : \text{Ч} : 12$$

де Ч – чисельність працюючих, люд.;

12 – кількість місяців праці за рік.

$$\text{З}_{\text{сер}} = 4085,1 : 21 : 12 = 16210,7 \text{ грн}$$

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

$$\text{ПП} = 182962,8 : 21 = 8712,5 \text{ тис грн/чол.}$$

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

У 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 Фінансова та економічна оцінка проекту

Розрахунки собівартості продукції

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

- сировина і основні матеріали;

- допоміжні матеріали;
- паливо;
- енергія;
- основна і додаткова заробітна плата;
- відрахування на соціальні заходи;
- амортизація обладнання;
- інші прямі витрати;
- загальновиробничі витрати;
- виробнича собівартість;
- адміністративні витрати;
- витрати на збут;
- інші витрати основної діяльності;
- проценти за кредит;
- повна собівартість.

Повна собівартість переробки зерна клієнтів включає усі вище перелічені статті витрат, крім витрат на сировину та основні матеріали, витрат на збут та процентів 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 (B_z) визначається множенням середньозваженої оптової ціни зерна ($\Pi_{z,c}$) і витрат на доставку 1 т зерна на підприємство (T_p) на річний обсяг переробки зерна власних ресурсів ($Q_{z,вл}$), за формулою

$$B_z = (\Pi_{z,c} + T_p) \times Q_{z,вл}$$

Середня закупівельна ціна продовольчої пшениці 2–3 класу становить 9800 грн/т.

Витрати на доставку зерна – 250 грн/т.

$$B_z = (9800 + 250) \times 14400 : 1000 = 144720 \text{ тис грн}$$

Допоміжні матеріали

Витрати на допоміжні матеріали визначають виходячи з того, що на 1 тону переробки зерна витрачається 15 грн.

$$B_m = 0,015 \times 18000 = 270 \text{ тис грн}$$

Паливо

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

$$B_{\text{пал}} = C_{\text{пал}} \times N_{\text{пал,ум}} \times K_{\text{ум}} \times Q_z$$

де $C_{\text{пал}}$ – ціна натурального палива, грн/1000 м³;

Q_z – обсяг переробки зерна, т;

$N_{\text{пал,ум}}$ – норма витрат умовного палива, кг/т;

$K_{\text{ум}}$ – коефіцієнт переведення умовного палива у натуральне.

Ціна газу – 8200 грн за 1000 м³.

$N_{\text{пал,ум}} = 3 \text{ кг.}$

$K_{\text{ум}} = 0,88.$

$$B_{\text{пал}} = 3 \times 18000 \times 0,88 \times 8200 : 1000000 = 389,7 \text{ тис грн}$$

Енергія

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

Витрати на електроенергію визначають за формулою

$$B_{\text{ел}} = T_{\text{ел}} \times N_{\text{ел}} \times Q_z \times K_6$$

де $T_{\text{ел}}$ – тариф за електроенергію, грн/кВт·год;

$N_{\text{ел}}$ – норма витрат електроенергії;

Q_z – обсяг переробки зерна за рік;

K_6 – загальний вихід продукції.

$T_{\text{ел}} = 6,5 \text{ грн/кВт·год}$

$N_{\text{ел}} = 95 \text{ кВт·год}$

$K_6 = 0,80$

$$B_{\text{ел}} = 6,5 \times 95 \times 18000 \times 0,80 : 1000 = 8892 \text{ тис грн}$$

Витрати на воду розраховують за формулою

$$B_v = (T_v + T_k \times K_k) \times N_v \times Q_z$$

де T_B , T_K – тарифи відповідно на отримання води та водовідведення, грн/м³;

K_K – коефіцієнт співвідношення між обсягами водовідведення і отримання води;

H_B – норма витрат води на 1 т зерна.

$$T_B = 35 \text{ грн/м}^3$$

$$T_K = 28 \text{ грн/м}^3$$

$$K_K = 0,9$$

$$H_B = 0,25 \text{ м}^3/\text{т}$$

$$B_B = (35 + 28 \times 0,9) \times 0,25 \times 18000 : 1000 = 271,8 \text{ тис грн}$$

Витрати енергії визначають за формулою

$$B_{ен} = B_{ел} + B_B$$

$$B_{ен} = 8892 + 271,8 = 9163,8 \text{ тис грн}$$

Основна і додаткова заробітна плата

У дану статтю включається фонд основної і додаткової заробітної плати виробничих робітників, які безпосередньо пов'язані з виготовленням продукції.

$$B_{зп} = 0,6 \times 4085,1 = 2451,1 \text{ тис грн}$$

Відрахування на соціальні заходи

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

$$B_{відр} = 2451,1 \times 0,22 = 539,2 \text{ тис грн}$$

Амортизація обладнання

Амортизаційні відрахування розраховують за формулою

$$A = ОПВФ \times H_a$$

де ОПВФ – вартість виробничого обладнання;

H_a – норма амортизаційних відрахувань.

$$A = 12960 \times 0,5 \times 0,20 = 1296 \text{ тис грн}$$

Інші прямі витрати

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

$$V_{\text{інш}} = 0,05 \times (270 + 389,7 + 9163,8 + 2451,1 + 539,2 + 1296)$$

$$V_{\text{інш}} = 0,05 \times 14109,8 = 705,5 \text{ тис грн}$$

Загальновиробничі витрати

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

$$V_{\text{заг}} = 0,1 \times (14109,8 + 705,5)$$

$$V_{\text{заг}} = 0,1 \times 14815,3 = 1481,5 \text{ тис грн}$$

Виробнича собівартість

Виробничу собівартість визначають як суму усіх попередніх витрат.

$$144720 + 270 + 389,7 + 9163,8 + 2451,1 + 539,2 + 1296 + 705,5 + 1481,5 = \\ 161016,8 \text{ тис грн}$$

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.

$$V_{\text{адм}} = 0,15 \times (161016,8 - 144720) = 2444,5 \text{ тис грн}$$

$$V_{\text{зб}} = 0,13 \times 16296,8 = 2118,6 \text{ тис грн}$$

$$V_{\text{інш}} = 0,02 \times 16296,8 = 325,9 \text{ тис грн}$$

$$V_{\text{кр}} = 0,01 \times 16296,8 = 163,0 \text{ тис грн}$$

Повна собівартість

Повну собівартість визначають як суму виробничої собівартості та накладних витрат.

$$C_{\text{пов}} = 161016,8 + 2444,5 + 2118,6 + 325,9 + 163,0 = 166068,8 \text{ тис грн}$$

Результати розрахунків за статтями зводять у таблицю 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	144720
Допоміжні матеріали	270
Паливо	389,7
Енергія	9163,8
Основна і додаткова заробітна плата	2451,1
Відрахування на соціальні заходи	539,2
Амортизація обладнання	1296
Інші прямі витрати 5 %	705,5
Загальновиробничі витрати 10 %	1481,5
Виробнича собівартість	161016,8
Адміністративні витрати 15 %	2444,5
Витрати на збут	2118,6
Інші витрати основної діяльності	325,9
Проценти за кредит	163,0
Повна собівартість	166068,8
у т.ч. експлуатаційні витрати	164261,8

$$A_{\text{заг}} = A_{\text{обл}} + A_{\text{ін}} = 1296 + 492,5 = 1788,5 \text{ тис грн}$$

Розрахунок інших амортизаційних відрахувань здійснюють за формулою

$$A_{\text{ін}} = \text{ОПВ}\Phi_i \times N_{a,i}$$

$$A_{\text{соор}} = 12960 \times 0,3 \times 0,05 = 194,4 \text{ тис грн}$$

$$A_2 = 12960 \times 0,07 \times 0,2 = 181,4 \text{ тис грн}$$

$$A_3 = 12960 \times 0,02 \times 0,20 = 51,8 \text{ тис грн}$$

$$A_4 = 12960 \times 0,01 \times 0,5 = 64,8 \text{ тис грн}$$

$$A_{\text{ін}} = 194,4 + 181,4 + 51,8 + 64,8 = 492,4 \text{ тис грн}$$

Експлуатаційні витрати визначають як різницю між повною собівартістю та загальними амортизаційними відрахуваннями.

$$B_{\text{екс}} = 166068,8 - 1788,5 = 164280,3 \text{ тис грн}$$

Прибуток визначають як різницю між обсягами реалізації продукції та послуг і повною собівартістю.

$$\Pi = 182962,8 - 166068,8 = 16894 \text{ тис грн}$$

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

$$P_{\text{пр}} = (16894:166068,8) \times 100 = 10,2 \%$$

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

$$P_{\text{вир}} = [16894 \times 100 : (12960 + 12807,4)] = 15,5 \%$$

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.

Для економічної оцінки проекту приймають період:

$$T = (25767,4:16894) \times 1,5 + 1 = 3,3 \approx 4 \text{ роки}$$

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

Показники	1 рік	2 рік	3 рік	4 рік
Надходження коштів	146370,2	182962,8	182962,8	182962,8
Експлуатаційні витрати	131424,2	164280,3	164280,3	164280,3
Амортизаційні відрахування	1788,5	1788,5	1788,5	1788,5
Проценти за кредит	3607,4	1362,5	–	–
Балансовий прибуток	9549,9	15531,5	16894	16894
Податок на прибуток 18 %	1719	2795,7	3040,9	3040,9
Чистий прибуток	7830,9	12735,8	13853,1	13853,1
Чистий прибуток, що залишається на підприємстві	–	2548,6	13853,1	13853,1
Вільні грошові кошти	9619,4	14524,3	15641,6	15641,6

$$P_{\text{к1}} = 18037,2 \times 0,20 = 3607,4 \text{ тис грн}$$

$$P_{\text{б1}} = 146370,2 - 131424,2 - 1788,5 - 3607,4 = 9549,9 \text{ тис грн}$$

$$P_{\text{п1}} = 9549,9 \times 0,18 = 1719 \text{ тис грн}$$

$$P_{\text{ч1}} = 9549,9 - 1719 = 7830,9 \text{ тис грн}$$

$$K_{\text{зал,2}} = 18037,2 - 7830,9 = 10206,3 \text{ тис грн}$$

$$ВКГ_1 = 1788,5 + 7830,9 = 9619,4 \text{ тис грн}$$

$$П_{к2} = 10206,3 \times 0,20 = 2041,3 \text{ тис грн}$$

$$П_{62} = 182962,8 - 164280,3 - 1788,5 - 2041,3 = 14852,7 \text{ тис грн}$$

$$П_{п2} = 14852,7 \times 0,18 = 2673,5 \text{ тис грн}$$

$$П_{ч2} = 14852,7 - 2673,5 = 12179,2 \text{ тис грн}$$

$$К_{зал,3} = 10206,3 - 12179,2 = 0 \text{ тис грн}$$

$$ВКГ_2 = 12179,2 + 1788,5 = 13967,7 \text{ тис грн}$$

$$П_{63} = 182962,8 - 164280,3 - 1788,5 = 16894 \text{ тис грн}$$

$$П_{п3} = 16894 \times 0,18 = 3040,9 \text{ тис грн}$$

$$П_{ч3} = 16894 - 3040,9 = 13853,1 \text{ тис грн}$$

$$ВКГ_3 = 13853,1 + 1788,5 = 15641,6 \text{ тис грн}$$

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

Показники	1 рік	2 рік
Борг на початок року	18037,2	10206,3
Погашення кредиту	7830,9	10206,3
Борг на кінець року	10206,3	–
Проценти за кредит	3607,4	2041,3

Строк повернення кредиту дорівнює

$$T_{п.к} = 1 + (10206,3 : 12179,2) = 1,8 \text{ року}$$

Таблиця 7.4 – Розрахунок чистої приведеної вартості та строку окупності проекту

Показники	1 рік	2 рік	3 рік	4 рік
$(1+0,2)^i$	1,2	1,44	1,73	2,1
Вільні грошові кошти, тис грн	9619,4	13967,7	15641,6	15641,6
Дисконтована величина вільних грошових коштів, тис грн	8016,2	9699,8	9041,4	7448,4
Чиста приведена вартість проекту	–17751,2	–8051,4	990	8438,4

$$ЧПВ_1 = 8016,2 - 25767,4 = -17751,2 \text{ тис грн}$$

$$ЧПВ_2 = 9699,8 - 17751,2 = -8051,4 \text{ тис грн}$$

$$ЧПВ_3 = 9041,4 - 8051,4 = 990 \text{ тис грн}$$

$$ЧПВ_4 = 7448,4 + 990 = 8438,4 \text{ тис грн}$$

Строк окупності інвестицій:

$$T_{ок} = 2 + (8051,4 : 9041,4) = 2,9 \text{ року}$$

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;

ризики періоду проектування та будівництва;

ризики експлуатаційного періоду – виробничі та ринкові.

Висновки

Основні економічні показники діяльності підприємства представлені у таблиці 7.5

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

Показники	Розмірність	Значення показників
Добова потужність підприємства	тонн	72
Обсяги переробки зерна	тонн	18000
власних ресурсів	тонн	14400
ресурсів клієнтів	тонн	3600
Обсяг продаж (реалізації)	тис грн	182962,8
Виробництво продукції з власних ресурсів	%	80
Виробництво продукції з власних ресурсів	тонн	11520
Повна собівартість	тис грн	166068,8
Прибуток	тис грн	16894
Чисельність працівників	люди	21
Фонд оплати праці	тис грн	4085,1
Середньомісячна заробітна плата	грн	16210,7
Продуктивність праці	тис грн/люд	8712,5
Вартість основних виробничих фондів	тис грн	12960
Оборотні кошти	тис грн	12807,4
Рентабельність продукції та послуг	%	10,2
Рентабельність виробництва	%	15,5
Інвестиції	тис грн	25767,4
в т.ч. в основні виробничі фонди	тис грн	12960
в оборотні кошти	тис грн	12807,4
Кредит на будівництво підприємства	тис грн	18037,2
Термін повернення кредиту	років	1,8
Термін окупності інвестицій	років	2,9
Чиста приведена вартість проекту на кінець 4-го року	тис грн	8438,4

Висновки: Будівництво круп'яного заводу малої потужності 72 т/добу в Одеській області технічно можливе та економічно ефективне. Інвестиції у розмірі 25767,4 тис грн окупаються за 2,9 року. Кредит у розмірі 18037,2 тис грн буде повернутий за 1,8 року. Чиста приведена вартість проекту на кінець 4-го року складе 8438,4 тис грн.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

У кваліфікаційній роботі виконано проєкт агропромислового підприємства з виробництва борошна і круп – круп'яного заводу продуктивністю 3 т/год. В результаті виконання роботи досягнуто поставленої мети та вирішено основні завдання, пов'язані з проєктуванням сучасного підприємства з переробки зерна твердої пшениці у пшеничні шліфовані крупи та плющені продукти.

У роботі виконано техніко-економічне обґрунтування будівництва підприємства та підтверджено доцільність реалізації проєкту в умовах наявної сировинної бази і попиту на круп'яну продукцію. Надано характеристику генерального плану підприємства, визначено основні архітектурно-будівельні рішення та розміщення виробничих об'єктів із урахуванням вимог виробничої санітарії, пожежної безпеки та організації транспортних потоків.

Досліджено хімічний склад, структурно-механічні властивості та технологічні показники зерна твердої пшениці. Встановлено, що високий вміст білкових речовин, значна склоподібність та щільна структура ендосперму забезпечують ефективне проведення процесів лущення, шліфування та сортування продуктів. Проаналізовано вплив крохмалю, білків, клейковини, ліпідів, мінеральних речовин та харчових волокон на технологічні властивості зерна і споживчі властивості готових круп. Визначено, що тверда пшениця є цінною сировиною для круп'яного виробництва завдяки високому виходу доброякісного ядра та добрим органолептичним показникам готової продукції.

У роботі охарактеризовано вимоги ДСТУ 7699:2015 до якості пшеничних круп та показники, що визначають їх безпечність і технологічну цінність. Встановлено нормативні вимоги до вологості, вмісту доброякісного

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.537-03.ІІ.2.1		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ		
Розробив	Дашкова Г.В.						
Керівник	Кустов І.О.						
Консультант							
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.						
					Літ	Аркуш	Аркушів
						96	
					ОНТУ, ТЗХ-41		

ядра, смітної та мінеральної домішок, зараженості шкідниками хлібних запасів і вмісту металомангнітних домішок.

У роботі обґрунтовано технологічну схему переробки зерна пшениці у шліфовані та плющені круп'яні продукти. Передбачено проведення очистки зерна у ситоповітряних сепараторах, каменевідбірниках, трієрах та аспіраторах, подальше лушення і шліфування у машинах «Каскад», сортування продуктів у розсійнику, зволоження та відволожування ядра, пропарювання у пропарювачі ППШ-О, плющення на станку Buhler MDFA-608, сушіння, контроль, фасування та зберігання готової продукції. Для реалізації технологічного процесу підібрано сучасне технологічне обладнання вітчизняного та зарубіжного виробництва.

Будівництво круп'яного заводу малої потужності 72 т/добу в Одеській області технічно можливе та економічно ефективне. Інвестиції у розмірі 25767,4 тис грн окупаються за 2,9 року. Кредит у розмірі 18037,2 тис грн буде повернутий за 1,8 року. Чиста приведена вартість проекту на кінець 4-го року складе 8438,4 тис грн.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мерко І.Т. Технології мукомельного і круп'яного виробництва. - Одеса: ОНАХТ, 2010. - 472 с.
2. Шутенко Є.І. Технологія круп'яного виробництва. - Одеса: ОНАХТ, 2010. - 272 с.
3. ДСТУ 7699:2015 Крупи пшеничні. Технічні умови.
4. ДСТУ 3768:2019 Пшениця. Технічні умови.
5. Жигунов, Д. О., Мардар, М. Р., Соц, С. М., Барковська, Ю. С., & Жигунова, Г. Д. (2018). Дослідження технологічних властивостей пшениці та спельти як сировини для виробництва борошна і крупи. Наукові праці Національного університету харчових технологій, (24, № 5), 208-217.
6. Бачинська, П. С., & Харченко, Є. І. (2017). Технологічні властивості зерна пшениці різної крупності.
7. Pasha, I., Anjum, F. M., & Morris, C. F. (2010). Grain hardness: a major determinant of wheat quality. Food Science and Technology International, 16(6), 511-522.
8. Rosentrater, K. A., & Evers, A. D. (2017). Kent's technology of cereals: An introduction for students of food science and agriculture. Woodhead Publishing.
9. Pomeranz, Y. (1971). Wheat: chemistry and technology, American Association of Cereal Chemists. St. Paul. Minnesota. USA.
10. Hoseney, R. C. (1986). Principles of cereal science and technology. A general reference on cereal foods (p. 327pp).
11. Правила організації і ведення технологічного процесу на круп'яних заводах.
12. Sissons, M. (2016). Durum wheat chemistry and technology. Academic Press.
13. Rachón, L., Palys, E., & Szumilo, G. (2012). Comparison of the chemical composition of spring durum wheat grain (*Triticum durum*) and common wheat grain (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare*). Journal of Elementology, 17(1).

14. Sissons, M. (2008). Role of durum wheat composition on the quality of pasta and bread. *Food*, 2(2), 75-90.
15. Medcalf, D. G., D'appolonia, B. L., & Gilles, K. A. (1968). Comparison of chemical composition and properties between hard red spring and durum wheat. *Cereal Chem*, 45, 539.
16. Zarroug, Y., Mejri, J., Dhawefi, N., Ali, S. B. S., Felah, M. E., & Hassouna, M. (2015). Comparison of chemical composition of two durum wheat (*Triticum durum* L.) and bread wheat (*Triticum aestivum* L.) germ oils. *Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics*, 1(1), 69-73.
17. Manai–Djebali, H., Oueslati, I., Nouairi, I., Taamalli, A., Nait-Mohamed, S., Mliki, A., & Ghorbel, A. (2021). Chemical composition of durum wheat kernels: impact of the growing location. *Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration*, 6(1), 26.
18. Mastrangelo, A. M., & Cattivelli, L. (2021). What makes bread and durum wheat different?. *Trends in plant science*, 26(7), 677-684.
19. Dimitrios, A. (2023). Durum wheat: uses, quality characteristics, and applied tests.
20. Aoun, M., & Boukid, F. (2023). Novel quality features to expand durum wheat applications. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 103(9), 4268-4274.
21. Porceddu, E., Turchetta, T., Masci, S., D'ovidio, R., Lafiandra, D., Kasarda, D. D., ... & Nachit, M. M. (1998). Variation in endosperm protein composition and technological quality properties in durum wheat. *Euphytica*, 100(1), 197-205.
22. Porceddu, E. (1995). Durum wheat quality in the Mediterranean countries. *Durum wheat quality in the Mediterranean region*, (22), 11-21.
23. Elias, E. M. (1995). Durum wheat products. *Durum wheat improvement in the mediterranean region: New challenges*, Serie A: Séminaires Méditerranéennes, 40, 23-31.

24. Hammami, R., & Sissons, M. (2020). Durum wheat products, couscous. In *Wheat quality for improving processing and human health* (pp. 347-367). Cham: Springer International Publishing.
25. Saini, P., Kaur, H., Tyagi, V., Saini, P., Ahmed, N., Dhaliwal, H. S., & Sheikh, I. (2023). Nutritional value and end-use quality of durum wheat. *Cereal Research Communications*, 51(2), 283-294.
26. Sissons, M. (2022). Durum wheat products—recent advances. *Foods*, 11(22), 3660.
27. Ficco, D. B., Mastrangelo, A. M., Trono, D., Borrelli, G. M., De Vita, P., Fares, C., ... & Papa, R. (2014). The colours of durum wheat: a review. *Crop & Pasture Science*, 65(1), 1-15.
28. Dexter, J. E., & D'Egidio, M. G. (2012). Grading factors impacting durum wheat processing quality. *Durum Wheat Chemistry and Technology*; Sissions, M., Abecassis, J., Marchylo, B., Carcea, M., Eds, 235-250.
29. González, A. J. (1995). Milling process of durum wheat. *Durum wheat quality in the Mediterranean region*, 43-51.
30. Cubadda, F., Raggi, A., & Marconi, E. (2005). Effects of processing on five selected metals in the durum wheat food chain. *Microchemical Journal*, 79(1-2), 97-102.