

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 універсального крупозаводу продуктивністю 60 т/доб»

(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)

Здобувача Лашкіна Г.М.
(прізвище, ініціали)

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

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

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від 04.06. 2026 р., протокол № 14.

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

Одеса – 2026 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

Кафедра Технології зернових продуктів, хліба і кондитерських виробів

Ступінь вищої освіти «Бакалавр»

Спеціальність 181 «Харчові Технології»

Освітня програма Технології зберігання і переробки зерна

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ТЗПХіКВ

Дмитро ЖИГУНОВ

«_____» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Лашкіна Гліба Миколайовича

1. Тема роботи Проєкт універсального крупозаводу продуктивністю 60 т/доб

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

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

3. Вихідні дані роботи

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

4. Перелік питань, які потрібно розробити

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

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

Схема технологічного процесу, плани поверхів

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

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

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

Керівник _____ Кустов І.О.

Завдання прийняв до виконання _____ Лашкін Г.М.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач вищої освіти _____ Лашкін Г.М.

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 Лашкін Г.М.
(ПІБ)

(підпис)

АНОТАЦІЯ

на кваліфікаційну роботу на тему
«Проект універсального крупозаводу продуктивністю 60 т/доб»

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

Актуальність теми: Актуальність теми полягає в необхідності розвитку підприємств круп'яної промисловості, здатних переробляти зерно пшениці та ячменю у круп'яну продукцію з належними споживчими властивостями. Проект універсального крупозаводу продуктивністю 60 т/добу є доцільним, оскільки така продуктивність забезпечує промислову переробку зерна, раціональне використання сировини, випуск готової крупи та можливість роботи з різними видами зернової сировини залежно від виробничої програми.

Основні особливості роботи: У роботі обґрунтовано проект універсального крупозаводу продуктивністю 60 т/добу. Розглянуто техніко-економічну доцільність будівництва підприємства, наведено характеристику генерального плану, розроблено технологічну частину, визначено вимоги до якості зерна пшениці та ячменю, обґрунтовано схему технологічного процесу, виконано розрахунок балансу помелу зерна, підібрано технологічне обладнання, розглянуто аспірацію, технохімічний і мікробіологічний контроль, НАССР, охорону праці, енергетичне та матеріально-ресурсне забезпечення і техніко-економічні показники проекту.

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

Обсяг роботи: пояснювальна записка викладена на 105 сторінках. Графічна частина включає 6 листів.

Висновок: Будівництво універсального крупозаводу продуктивністю заводу з переробки зерна ячменю та пшениці в крупу продуктивністю 60 т/добу доцільно та ефективно. Термін окупності інвестицій складає 3,9 роки, наприкінці 4-го року чиста приведена вартість проекту стає позитивною, а наприкінці 5-го року дорівнює 10532 тис грн.

Ключові слова: крупозавод, зерно пшениці, зерно ячменю, круп'яна продукція, технологічна схема, лушчильно-шліфувальні машини Каскад.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	4
ЗМІСТ	5
ВСТУП	6
1. РОЗДІЛ 1 СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ	9
2. РОЗДІЛ 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ	20
3. РОЗДІЛ 3 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ’ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА.....	27
3.1 Загальна характеристика генерального плану підприємства.....	27
3.2 . Архітектурно-будівельні рішення	38
4. РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	49
4.1 Наукове обґрунтування.....	49
4.2 Вимоги до показників якості сировини та розрахунок помельної партії	52
4.3 Обґрунтування схеми технологічного процесу	56
4.4 Розрахунок балансу помелу зерна	57
4.5 Підбір та розрахунок технологічного обладнання	60
4.6 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва. Застосування системи НАССР	63
4.7 Охорона праці.....	69
5. РОЗДІЛ 5 СПЕЦІАЛЬНІ РОЗРАХУНКИ.....	74
6. РОЗДІЛ 6 ЕНЕРГЕТИЧНЕ ТА МАТЕРІАЛЬНО-РЕСУРСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	80
7. РОЗДІЛ 7 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	91
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	101
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	103

ВСТУП

Крупа є одним із найважливіших харчових продуктів переробки зерна і за значенням посідає друге місце після борошна. Її виробництво має велике продовольче значення, оскільки круп'яні продукти входять до щоденного раціону населення, добре зберігаються, зручні для перевезення, придатні для приготування широкого кола харчових страв і можуть використовуватися як сировина для виробництва продуктів швидкого приготування, харчових концентратів та окремих видів консервованої продукції.

У харчовому раціоні людини круп'яні продукти займають помітне місце, оскільки вони є джерелом вуглеводів, білків, харчових волокон, мінеральних речовин і вітамінів. Частка круп у загальному споживанні зернових продуктів може становити від 8 до 13 %, залежно від харчових традицій, рівня розвитку зернопереробної промисловості, доступності окремих видів сировини та споживчих уподобань населення.

До основних круп'яних культур належать рис, просо і гречка, оскільки переважну частину зерна цих культур використовують саме для виробництва круп. Разом з тим значний обсяг круп'яної продукції одержують із зерна вівса, ячменю, пшениці, кукурудзи, гороху та інших культур. В окремих випадках для виробництва круп'яних продуктів використовують сорго, чумизу, сочевицю та інші види зернової або зернобобової сировини. Така різноманітність сировинної бази зумовлена відмінностями анатомічної будови зерна, його хімічного складу, технологічних властивостей і харчової цінності.

Асортимент круп'яної продукції охоплює крупи з цілих ядер, подрібнені крупи, шліфовані й нешліфовані продукти, пластівці, продукти підвищеної готовності та продукти швидкого приготування. Розмаїття круп'яних продуктів має історичні, технологічні та споживчі передумови. У різних регіонах світу поширені ті види круп, які відповідають місцевій сировинній базі, традиціям харчування та умовам переробки зерна. Так, у країнах із розвиненим вирощуванням рису важливе місце займає рисова

круп, у регіонах поширення гречки - гречана крупа, у районах вирощування ячменю, вівса і пшениці - перлова, ячна, вівсяна та пшенична крупи.

Подальший розвиток круп'яного виробництва пов'язаний із удосконаленням технологічних схем, підвищенням ефективності підготовки зерна, поліпшенням режимів лущення, шліфування, сортування та виробництва продуктів підвищеної готовності. Значну увагу приділяють універсальним технологічним схемам, які дають змогу переробляти кілька культур на одному підприємстві з відповідним переналагодженням технологічного обладнання. Такий підхід особливо важливий для підприємств середньої продуктивності, де необхідно забезпечити гнучкість виробництва, повніше використання сировинної бази та випуск різних видів круп'яної продукції залежно від потреб ринку.

Важливим напрямом є також виробництво нових круп'яних продуктів із традиційної та нетрадиційної сировини. До таких продуктів належать пластівці, крупи швидкого приготування, суміші круп, продукти з підвищеною харчовою цінністю, а також вироби, призначені для дитячого, дієтичного та спеціального харчування. Особливого значення набуває переробка ячменю, вівса, гречки, кукурудзи, гороху та інших культур у продукти, що потребують меншої тривалості приготування, мають добрі споживчі властивості та зберігають характерні поживні складники зерна.

Актуальність проекту універсального крупозаводу продуктивністю 60 т/добу полягає в тому, що переробка пшениці та ячменю на одному підприємстві дає змогу раціонально використовувати поширену зернову сировину і забезпечувати випуск круп'яної продукції різного призначення без будівництва окремих спеціалізованих ліній для кожної культури. Пшениця і ячмінь є доступними для більшості зерновиробних регіонів культурами, мають значні обсяги вирощування, добре транспортуються і зберігаються, тому можуть бути надійною сировинною основою для підприємства середньої продуктивності. Для такого крупозаводу продуктивність 60 т/добу є технологічно обґрунтованою, оскільки вона дає

змогу організувати промислову переробку зерна з достатнім виходом готової продукції, але водночас не потребує надмірно складної виробничої структури.

Потреба в універсальній схемі зумовлена тим, що попит на окремі види круп'яної продукції може змінюватися залежно від сезону, цін на сировину, наявності зерна відповідної якості та потреб споживачів. Якщо підприємство орієнтоване лише на одну культуру, його робота значною мірою залежить від якості й доступності саме цієї сировини. Універсальний крупозавод, пристосований до переробки пшениці та ячменю, має ширші виробничі можливості: за потреби він може переходити з виробництва пшеничної крупи на виробництво перлової або ячної крупи після підготовки технологічної лінії, заміни ситових поверхонь, налагодження луцильного і шліфувального обладнання та уточнення режимів сортування продуктів лущення. Це підвищує завантаження технологічного обладнання протягом року і зменшує ризик простоїв.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

Повномасштабна війна істотно змінила умови роботи круп'яної промисловості України. Галузь, яка забезпечує населення крупами, пластівцями, продуктами швидкого приготування та іншими продуктами переробки зерна, опинилася під одночасним впливом сировинних, виробничих, енергетичних, кадрових, логістичних і збутових обмежень. Круп'яні підприємства залежать від безперервного надходження зерна, роботи елеваторного господарства, енергопостачання, транспорту, наявності працівників і можливості підтримувати технологічне обладнання у справному стані. Коли війна одночасно впливає на сировинну базу, складську інфраструктуру, перевезення, електропостачання і збут, підприємство втрачає звичну керованість виробничого процесу. Через це проблеми галузі мають не випадковий, а системний характер.

Найглибше війна вплинула на сировинну основу круп'яної промисловості. Для крупозаводу важливо не просто закупити зерно певної культури, а мати партії, які дають передбачуваний результат під час виробництва. У воєнних умовах така передбачуваність зменшилася, оскільки частина сільськогосподарських земель втратила виробничу придатність через бойові дії, мінну небезпеку, пошкодження господарств і порушення звичних виробничих зв'язків. За даними ФАО, у 2024 році посівні площі в Україні зменшилися на 7 % порівняно з 2023 роком, а 81,4 % виробників зернових і олійних культур у прифронтових областях повідомили про зниження врожайності. Це безпосередньо звужує можливості круп'яних підприємств щодо підбору сировини потрібної технологічної якості.

Для круп'яної промисловості така ситуація означає не тільки менший вибір зерна, а й складнішу роботу з кожною партією. Зерно, яке надходить на

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.І.1.6			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Лашкін Г.М.			Розділ 1	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник		Кустов І.О.					9	
Консультант								
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.				ОНТУ, ТЗХ-41		

підприємство з різних господарств і з різними умовами післязбиральної обробки, частіше потребує додаткової очистки, калібрування і точнішого вибору режимів переробки. Якщо підприємство не може накопичити достатній обсяг однорідної сировини, воно змушене частіше змінювати технологічний режим. Це погіршує ритмічність роботи ліній, збільшує кількість побічних продуктів і ускладнює виробництво крупи з якісними властивостями.

Енергетична нестабільність стала однією з найвідчутніших виробничих загроз. Круп'яне підприємство працює як безперервний технологічний потік, у якому зупинка однієї ділянки впливає на всі наступні операції. Електроенергія потрібна для подачі зерна, роботи зерноочисного обладнання, лушильних і шліфувальних систем, сортування продуктів лущення, аспірації, сушіння, охолодження, плющення, фасування і лабораторного контролю. ФАО зазначає, що відключення електроенергії в останні три місяці 2024 року зачепили 81 % аграрних підприємств України і 88 % підприємств у прифронтових областях. Для переробних підприємств зернового напрямку це означає підвищений ризик простоїв, збоїв технологічного режиму і зростання витрат на резервне живлення.

Перерва електропостачання в круп'яному виробництві має технологічні наслідки, а не тільки організаційні. Якщо зупинка відбувається під час воднотеплової обробки, темперування, сушіння або плющення, порушується вологісний і тепловий стан зерна. Якщо зупиняються норії, конвеєри або самопливні ділянки, продукт накопичується в проміжних місткостях і робочих зонах технологічного обладнання. Після відновлення роботи підприємство змушене витрачати час на очищення, перевірку стану продукту, повторне налагодження режимів і контроль якості. Через це резервні джерела живлення не є повним розв'язанням проблеми, бо вони підвищують собівартість і не завжди забезпечують роботу всього виробничого потоку.

Кадровий дефіцит також безпосередньо впливає на галузь. Круп'яне виробництво потребує працівників, які розуміють поведінку зерна під час переробки і можуть своєчасно змінити режим роботи технологічного обладнання. У воєнних умовах підприємства втрачають частину працівників через мобілізацію, переміщення населення, виїзд фахівців і зміну умов життя. ФАО серед головних труднощів аграрних підприємств називає нестачу робочої сили, зростання витрат, забруднення земель і перебої електропостачання, що разом знижує продуктивність і послаблює фінансову спроможність підприємств.

Для крупозаводу втрата досвідченого працівника не обмежується простою заміною однієї людини іншою. Оператор луцильної чи шліфувальної дільниці повинен розуміти, як змінюється продукт за різної подачі, як проявляється надмірна інтенсивність обробки, коли зростає частка подрібненого ядра, коли потрібно відкоригувати роботу сортувальних систем. Лаборант має своєчасно помітити зміну стану сировини або готової крупи. Слюсар і електрик повинні підтримувати технологічне обладнання без тривалих простоїв. Коли таких фахівців не вистачає, підприємство втрачає якість оперативного керування виробництвом.

Логістична проблема посилює всі інші труднощі. Круп'яна промисловість працює з масовою сировиною і масовою готовою продукцією, тому вартість перевезення безпосередньо впливає на собівартість. Війна ускладнила рух зерна від господарств і елеваторів до переробних підприємств, а готової продукції - до складів, торговельних мереж, гуманітарних постачань і споживачів. Пошкодження транспортної інфраструктури, зміна маршрутів, зростання вартості пального і ризику на окремих напрямках роблять перевезення дорожчим і менш передбачуваним. За оцінками KSE, непрямі втрати аграрного сектору України через війну можуть сягнути 83 млрд доларів США до кінця 2025 року, а значну частину цих втрат пов'язують зі скороченням виробництва, зміною технологій вирощування та експортно-логістичними обмеженнями.

Для круп'яних підприємств логістика важлива не лише як витрата, а як умова збереження якості. Затримки під час перевезення зерна, перевантаження в непристосованих місцях або нестача придатного транспорту підвищують ризик зволоження, забруднення і змішування партій. Готова крупа також потребує захисту від вологи, сторонніх запахів, пошкодження тари і зараження шкідниками. Якщо продукція довго перебуває у дорозі або на проміжних складах, підприємство несе не тільки транспортні, а й якісні ризики.

Зростання витрат стало постійним обмеженням для підприємств галузі. Подорожчали енергоносії, пальне, запасні частини, ремонт, пакувальні матеріали, лабораторні витратні матеріали, перевезення і заходи безпеки. Водночас крупи залишаються соціально важливою продукцією, тому підприємства не можуть безмежно переносити зростання собівартості у відпускну ціну. Це стискає виробничу рентабельність і скорочує можливості для технічного оновлення. У підсумку підприємство змушене обирати між поточним підтриманням роботи і довгостроковим розвитком, а в умовах війни перевага найчастіше надається першочерговому збереженню виробництва.

Технічний стан підприємств у таких умовах стає особливо важливим. Частина крупозаводів потребує оновлення обладнання. У мирних умовах ці роботи можна було планувати поступово. Під час війни кошти спрямовуються на ремонт пошкоджень, резервне енергозабезпечення, пальне, безпеку працівників і підтримання складів. Через це оновлення відкладається, а зношеність технологічного обладнання все сильніше впливає на якість продукції. Нестабільна робота луцильних систем збільшує кількість нелущеного зерна або частинок подрібненого ядра, неефективне сортування ускладнює виділення доброякісного ядра, а слабка аспірація підвищує запиленість і виробничі ризики.

Окремою проблемою є ускладнення лабораторного контролю. Воєнні умови збільшують різноманітність сировини, а отже, підприємство повинно

частіше перевіряти її придатність до переробки. Контроль потрібний на всіх етапах: від приймання зерна до зберігання готової продукції. Проте лабораторії також залежать від електроенергії, приладів, реактивів, витратних матеріалів і кваліфікованих працівників. Коли ці ресурси дорожчають або надходять із затримками, підприємству складніше підтримувати належну частоту і повноту контролю.

Проблеми збуту проявляються не як відсутність потреби в крупах, а як зміна структури попиту. Населення потребує доступних продуктів тривалого зберігання, але купівельна спроможність знизилася, а торговельна мережа в окремих регіонах працює нерівномірно. Підприємства змушені одночасно забезпечувати роздрібний ринок, оптових покупців, гуманітарні постачання і переробні підприємства харчової промисловості. Це вимагає різних видів пакування, різних строків відвантаження і різного підходу до запасів готової продукції. Подорожчання тари та нестабільність перевезень ускладнюють цю роботу.

1.1. Характеристика об'єкта

Підприємства круп'яної промисловості України належать до важливої частини зернопереробної галузі, оскільки забезпечують переробку зерна і зернобобових культур у крупи, пластівці, продукти швидкого приготування, борошно окремих зернових і бобових культур, борошенце, висівки та інші побічні продукти. Їхня роль визначається не лише виробництвом готової харчової продукції, а й участю у повному зерновому ланцюгу: від підбору сировини і її підготовки до випуску продукції, придатної для тривалого зберігання, перевезення, роздрібної реалізації, оптових поставок і використання у харчовій промисловості.

За виробничою структурою підприємства галузі є різнорідними. Частина з них має універсальний характер і переробляє кілька видів зернової сировини: гречку, просо, ячмінь, пшеницю, овес, кукурудзу, горох. Інші підприємства спеціалізуються на окремих культурах або окремих видах продукції, наприклад на пшоні, гречаній крупі, вівсяних пластівцях,

органічній або безглютеновій продукції. Таке розмежування зумовлене не тільки ринковим попитом, а й технологічними властивостями сировини. Зерно різних культур по-різному поводить під час очистки, лушення, шліфування, сортування продуктів лушення, воднотеплової обробки і плющення. Тому підприємства повинні мати відповідні технологічні схеми, належне зерноочисне обладнання, луцильні та шліфувальні системи, сортувальні дільниці, аспіраційні мережі, магнітні сепаратори, фасувальні лінії і складські приміщення.

Однією з характерних ознак українських круп'яних підприємств є поєднання виробництва вагової і фасованої продукції. Вагові крупи та пластівці потрібні для оптових поставок, переробних підприємств харчової промисловості, соціального забезпечення, гуманітарних потреб і великих споживачів. Фасована продукція орієнтована на роздрібний ринок, де поряд із якістю крупи важливими стають маса пакування, міцність тари, захист від зволоження, зовнішній вигляд, маркування, строк зберігання і зручність використання.

Підприємства круп'яної галузі мають значну залежність від сировинної бази. Їхня ефективність визначається не просто наявністю зерна, а його придатністю до переробки на конкретний вид продукції. Для крупозаводу важливо, щоб партія зерна забезпечувала передбачуваний перебіг очистки, лушення, шліфування і сортування. Якщо сировина неоднорідна або має знижені технологічні властивості, підприємство витрачає більше часу на підготовку, частіше змінює режими обробки, отримує більше лузги, борошенця, частинок подрібненого ядра і нелущеного зерна.

Показовим прикладом потужного підприємства круп'яної промисловості є ТОВ «Сквирський комбінат хлібопродуктів». За даними офіційного сайту, цех виробництва круп має лінію переробки зерна гречки на крупу потужністю 200 т за добу, лінію переробки зерна вівса на крупу потужністю 90 т за добу, лінію переробки зерна кукурудзи на крупу

потужністю 140 т за добу, а також лінію переробки зерна пшениці, ячменю, жита і проса на крупу потужністю 75 т за добу. Такі дані характеризують підприємство як великий крупозавод із розвиненою виробничою основою, здатний працювати з різними видами зернової сировини і випускати широкий асортимент круп'яної продукції.

Виробнича характеристика Сквирського комбінату хлібопродуктів важлива для розуміння будови сучасного крупозаводу. Його можливості визначаються не тільки наявністю кількох ліній, а й тим, що кожна культура потребує окремого технологічного підходу. Гречка потребує уважного режиму лущення для збереження ядра, овес вимагає якісної підготовки до виробництва круп і пластівців, кукурудза потребує ретельного сортування за крупністю, а пшениця, ячмінь, жито і просо мають власні вимоги до очистки, лущення та шліфування. Підприємство, яке працює з такою кількістю культур, повинно мати не лише обладнання, а й налагоджену систему виробничого контролю, досвідчених працівників і можливість оперативно змінювати режими залежно від властивостей сировини.

Інша група підприємств орієнтована на пластівці, суміші злаків і продукти швидкого приготування. Такі виробництва відрізняються від традиційного випуску круп тим, що поряд із лущенням, шліфуванням і сортуванням продуктів лущення важливими стають воднотеплова обробка, темперування, плющення, сушіння, охолодження та фасування. Для таких підприємств особливе значення має стабільність технологічного режиму, оскільки готова продукція повинна не тільки мати належний зовнішній вигляд, а й швидко набувати готовності під час приготування, зберігати структуру, не мати стороннього запаху і відповідати очікуваним споживчим властивостям.

До цього напрямку належить «Добродія Фудз». За даними офіційного сайту, бренд представлений понад 40 товарними позиціями, серед яких вівсяні та мультизлакові пластівці, крупи, готові порційні страви, суперфуду та інша продукція. Це характеризує підприємство як виробника, що працює

не лише у традиційному круп'яному сегменті, а й у напрямі продукції з вищим ступенем готовності до споживання. Для такого виробництва важливими є якість зернової сировини, точність воднотеплової обробки, рівномірність плющення, правильне сушіння, міцність пластівців і надійне пакування.

Підприємства, які виробляють пластівці та готові порційні страви, мають інший рівень вимог до споживчих властивостей продукції, ніж виробники традиційних вагових круп. Для них важливі не лише вихід готової продукції і зменшення кількості частинок подрібненого ядра, а й швидкість приготування, однорідність структури, здатність продукту зберігати форму після варіння, сумісність зернової основи з фруктовими, овочевими або іншими добавками. Саме тому такі підприємства ближчі до глибшої харчової переробки зерна, де круп'яна основа стає складником ширшого асортименту харчових продуктів.

Компанія «ТЕРРА» є прикладом підприємства, яке поєднує традиційне круп'яне виробництво з випуском ширшої групи продуктів на основі зернової та зернобобової сировини. За інформацією офіційного сайту, компанія заснована у 1998 році, а основними напрямками її діяльності є переробка зернобобових культур і виробництво натуральних круп, пластівців, супів, граноли і каш із фруктових-ягідними, овочевими та іншими добавками. Це показує розширення частини підприємств круп'яної промисловості за межі випуску традиційних круп і перехід до продукції, орієнтованої на зручність приготування та ширший споживчий попит.

Особливість підприємств такого типу полягає у складнішій організації виробництва. Вони повинні забезпечувати не тільки переробку зерна, а й правильне дозування додаткових компонентів, рівномірне змішування, фасування, маркування, захист продукції від зволоження і збереження якості під час перевезення. У такій моделі значення має не лише основне технологічне обладнання, а й робота фасувальних дільниць, складського господарства, лабораторії та системи контролю готової продукції. Продукція

на основі круп, пластівців, зернобобових і добавок потребує суворішої санітарної дисципліни, оскільки кожне розширення асортименту підвищує вимоги до роздільного зберігання, обліку і підготовки виробничих дільниць.

Окреме місце займають підприємства, орієнтовані на органічну, безглютенову або експортну продукцію. Для таких виробників важлива не тільки технологічна якість круп, а й простежуваність походження сировини, роздільне зберігання партій, запобігання змішуванню культур, виробнича гігієна, лабораторний контроль і підтвердження відповідності продукції вимогам конкретного ринку. У таких підприємств технологічна дисципліна має особливе значення, бо порушення на етапі приймання, транспортування або зберігання сировини може вплинути не тільки на якість продукту, а й на можливість його реалізації як органічного або спеціалізованого.

ТОВ «Агрофірма Поле» можна розглядати як приклад підприємства, пов'язаного зі спеціалізованим органічним напрямом. У матеріалах українського органічного сектору підприємство згадується серед виробників органічної продукції з асортиментом, що включав лущене просо, борошно з проса та іншу зернову продукцію. Таке підприємство характеризує частину галузі, яка працює не лише на масовий внутрішній ринок, а й у сегменті з підвищеними вимогами до сировини, виробничої гігієни, контролю якості та підтвердження походження продукції.

Експортна характеристика підприємств галузі також є неоднорідною. Частина виробників орієнтована переважно на внутрішній ринок, частина поєднує внутрішні продажі з експортом, а частина спеціалізується на продукції, придатній для зовнішніх ринків. Сквирський комбінат хлібопродуктів у відкритих галузевих матеріалах характеризується як підприємство, яке після модернізації переробляє значні обсяги зерна і експортує частину продукції. Це свідчить, що українські круп'яні підприємства можуть конкурувати не лише ціною, а й асортиментом, якістю, технологічною організацією та здатністю забезпечувати сталість партій продукції без використання цього слова в готовому тексті.

Водночас експортний потенціал круп'яної галузі перебуває під тиском через війну. Навіть підприємства з якісною продукцією і досвідом зовнішніх поставок залежать від логістики, вартості перевезень, роботи портів, доступності тари, сертифікаційних процедур і торговельних умов. Для продукції з відносно невисокою вартістю одиниці маси транспортна складова має особливе значення. Якщо перевезення дорожчає, то конкурентоспроможність круп, пластівців і борошняних продуктів на зовнішніх ринках знижується, навіть якщо саме виробництво зберігає належну якість.

Підприємства круп'яної галузі мають високу залежність від енергопостачання. Виробництво круп і пластівців потребує безперервної роботи транспортувального, зерноочисного, луцильного, шліфувального, аспіраційного, сушильного і фасувального обладнання. Перерва в електропостачанні може призвести до зупинки технологічного потоку, порушення режимів воднотеплової обробки, накопичення продукту в самопливах, погіршення санітарного стану, збільшення простоїв і втрат робочого часу. Для виробництв, пов'язаних із пластівцями та продуктами швидкого приготування, енергетична нестабільність особливо небезпечна, бо воднотеплова обробка, сушіння і охолодження потребують чіткого режиму.

Кадрова характеристика підприємств галузі також має особливе значення. Круп'яне виробництво потребує не лише операторів технологічного обладнання, а й фахівців, які розуміють властивості зерна, можуть коригувати режими луцення і шліфування, контролювати вихід готової продукції, оцінювати кількість борошенця, частинок подрібненого ядра, лузги та нелущеного зерна. Воєнні умови посилили проблему нестачі працівників. Втрата досвідчених майстрів, лаборантів, слюсарів, електриків, фахівців з аспірації, працівників складів і фасувальних ділень безпосередньо впливає на здатність підприємства підтримувати якість і безперервність виробництва.

З погляду якості продукції підприємства круп'яної промисловості характеризуються потребою у постійному лабораторному і виробничому контролі. На підприємстві необхідно контролювати стан сировини, напівпродуктів і готової продукції, оскільки від цього залежить не тільки вихід крупи, а й її споживчі властивості та безпечність. Для виробників, що працюють на зовнішні ринки або випускають органічну, безглютенову чи іншу спеціалізовану продукцію, контроль має бути ще суворішим, оскільки порушення простежуваності або змішування партій може призвести до втрати ринку, рекламаций і неможливості реалізації продукції у заявленому сегменті.

1.2. Мета і завдання проекту

Метою проекту є проект універсального крупозаводу продуктивністю 60 т/доб».

Завданням проекту є:

- зробити техніко-економічне обґрунтування;
- надати загальну характеристику генерального плану підприємства та архітектурно-будівельні рішення;
- провести аналіз хімічного складу зерна ячменю і пшениці;
- зробити аналіз та обґрунтувати універсальну схему технологічного процесу переробки ячменю і пшениці в крупи продуктивністю 60 т/доб;
- вибрати, розрахувати та підібрати технологічне обладнання;
- обґрунтувати аспірацію;
- розрахувати енергетичне та матеріально-ресурсне забезпечення
- зробити техніко-економічні розрахунки.

РОЗДІЛ 2

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Будівництво універсального крупозаводу продуктивністю 60 т/добу в Одеській області є доцільним. Такий завод належить до підприємств середньої продуктивності, здатних забезпечити промислову переробку зерна у крупи без надмірного ускладнення виробничої структури. Його універсальність полягає у можливості переробки кількох видів зернової сировини: ячменю, пшениці, кукурудзи, гороху, проса, гречки та інших культур відповідно до виробничої програми і сировинної ситуації.

Одеська область має виражену зернову спеціалізацію, що створює сировинну основу для розміщення підприємства з переробки зерна. Для крупозаводу важливо бути наближеним до районів вирощування сировини, оскільки це зменшує витрати на перевезення, полегшує заготівлю партій потрібної якості, скорочує час між збиранням, доробкою, зберіганням і подачею зерна у виробництво. Якщо підприємство розміщене близько до постачальників, воно має кращі умови для відбору якісної сировини, укладання договорів із сільськогосподарськими підприємствами і роздільного зберігання партій за культурами та технологічними властивостями.

Продуктивність 60 т/добу є раціональною для універсального крупозаводу регіонального значення. Підприємство такої потужності може мати повноцінний виробничий корпус, склади сировини, склад готової продукції, лабораторію, приймально-відпускні пристрої, аспіраційні системи, фасувальну дільницю, допоміжні та побутові приміщення. Водночас воно не потребує такого великого обсягу сировини і збуту, як крупозаводи значно більшої продуктивності. Це знижує ризик недовантаження технологічного обладнання, особливо в періоди нерівномірного надходження зерна або зміни

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.І.1.6			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Лашкін Г.М.				Розділ 2	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Кустов І.О.						20	
						ОНТУ, ТЗХ-41		
Консультант	Басюркіна Н.Й.							
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.							

попиту на окремі види круп.

Універсальність підприємства підвищує його виробничу гнучкість. Якщо завод орієнтований лише на одну культуру, його робота залежить від урожаю, ціни і якості саме цієї сировини. Універсальний крупозавод може змінювати співвідношення видів продукції залежно від наявності ячменю, пшениці, кукурудзи, гороху, проса або гречки. За достатньої кількості якісного ячменю доцільно збільшувати випуск ячмінних круп; за сприятливої сировинної ситуації щодо пшениці - пшеничних круп; за наявності попиту на кукурудзяні крупи - відповідної продукції з кукурудзи. Такий підхід дає змогу краще використовувати технологічне обладнання і зменшувати залежність підприємства від коливань однієї сировинної позиції.

Транспортне положення Одеської області також сприяє розміщенню крупозаводу. Регіон має розвинені автомобільні й залізничні зв'язки, складську інфраструктуру, вихід до портових і торговельних напрямів. Для підприємства це означає можливість організувати регулярне підвезення зерна від виробників, відвантаження готової продукції покупцям, торговельним мережам, харчовим виробництвам і складським операторам.

Техніко-економічна доцільність проекту пов'язана також із тим, що переробка зерна у крупи підвищує додану вартість місцевої сировини. Продаж зерна як сировини дає нижчий рівень переробки в межах регіону, тоді як виробництво круп створює готовий харчовий продукт, придатний для реалізації на внутрішньому ринку і для подальшого використання у харчовій промисловості. Завод забезпечує робочі місця для операторів технологічного обладнання, працівників лабораторії, складів, фасувальної дільниці, ремонтної служби, служби якості, охорони праці, збуту і постачання. Крім прямих робочих місць, підприємство створює попит на транспортні послуги, тару, пакувальні матеріали, ремонт, лабораторні дослідження, санітарне обслуговування і послуги зі знезараження та боротьби зі шкідниками.

Важливим елементом обґрунтування є наявність попиту на крупи як на продукти масового харчування. Крупи використовуються у домашньому

харчуванні, харчовій промисловості, виробництві сумішей, продуктів швидкого приготування, харчових концентратів та інших зернових продуктів. Вони добре зберігаються за належних умов, зручні для транспортування і можуть реалізовуватися як у мішках для покупців, так і у споживчій тарі для роздрібного продажу. Для підприємства доцільним є поєднання кількох каналів збуту: реалізація фасованої продукції, відвантаження круп у транспортній тарі, постачання харчовим виробництвом і продаж побічних продуктів переробки.

Побічні продукти круп'яного виробництва також впливають на економічну доцільність. У процесі лушення, шліфування і сортування продуктів лушення утворюються лузга, борошенце, частинки подрібненого ядра, кормові відходи. За належного санітарного стану і відповідності показникам безпечності ці продукти можуть бути використані у кормовому напрямі або передані на інші види переробки. Це зменшує кількість невикористаних відходів, покращує загальне використання зернової сировини і створює додаткові господарські зв'язки з іншими підприємствами.

Будівництво крупозаводу має враховувати можливі ризики. До них належать коливання врожайності, неоднорідність якості зерна, зміна цін на сировину, електроенергію, тару і транспорт, порушення логістики, недовантаження потужності, технологічні простої, санітарні відхилення і зміна попиту на окремі види круп. Знизити ці ризики можна за рахунок універсальної виробничої схеми, роботи з кількома постачальниками, достатньої складської бази, лабораторного контролю, роздільного зберігання партій, належного технічного обслуговування, різних каналів збуту і випуску кількох видів продукції.

Будівництво універсального крупозаводу продуктивністю 60 т/добу в Одеській області є доцільним з техніко-економічного погляду. Регіон має сировинні передумови для переробки зерна, зручне транспортне положення, можливості збуту готової продукції і потребу в розвитку переробки

сільськогосподарської сировини. Універсальний характер підприємства дає змогу переробляти кілька культур, зменшувати залежність від однієї сировинної позиції і гнучко змінювати виробничу програму. Основними умовами ефективної роботи заводу є правильний вибір місця будівництва, надійне постачання зерна, достатні склади, якісне технологічне обладнання, лабораторний контроль, НАССР, охорона праці, ефективна аспірація, санітарний порядок і продумана система збуту. Саме сукупність цих чинників підтверджує доцільність проєкту без виконання числових економічних розрахунків.

Суттєвою економічною перевагою для регіону є й те, що переробка ячменю на крупу залишає більшу частину доданої вартості в межах області. Якщо зерно вивозиться у вигляді сировини, прибуток осідає переважно у трейдерів або компаній, які здійснюють експортні операції. Якщо ж зерно переробляється локально, то вартість праці, енергії, логістики, обслуговування обладнання та суміжних послуг залишається на місці, створюючи економічний ефект для цілого регіону.

Ціни на продукцію прийняті на рівні середніх в регіоні розташування заводу. Вони наведені в таблиці 2.1.

Прибуток (П) визначається за формулою

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

де РП – обсяг реалізації продукції;

Рпр – рентабельність продукції.

Приймаємо рентабельність 10 %.

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

Таблиця 2.1– Обсяги виробництва та реалізації продукції

Показники	Значення показника	Оптові ціни підприємства (без ПДВ) грн/т	Обсяги реалізації продукції, тис грн
Добова потужність підприємства, т	60	×	×
Річний робочий період, діб	250	×	×
Річна потужність заводу, т	12500	×	×
Коефіцієнт використання потужності	0,9	×	×
Річний обсяг переробки зерна ячменю, т	11250	×	×
Виробництво продукції:	×	×	×
крупя типу перлової з ячменю і пшениці % т	65 8100	25000	202500
подрібнене ядро з ячменю і пшениці % т	2 225	12000	2700
відходи % т	32,3 2846	2500	5383
Всього	×	×	210583

Визначення інвестицій для будівництва підприємства

Інвестиції визначаються за формулою:

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

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

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

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

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

До будівельної складової відноситься:

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

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

До складу устаткування та обладнання відноситься:

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

Розрахунок інвестицій у будівництво – Ібуд

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

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

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

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

Всього інвестицій у будівництво:

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

Розрахунок інвестицій в устаткування – Іуст

Інвестиції в устаткування основного виробництва визначаються за формулою:

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

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

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

Вартість устаткування основного виробництва (Вуст,осн) визначено, виходячи з вартості комплектної поставки обладнання для типового виробництва. Вартість комплектної поставки устаткування для виробництва крупи з ячменю дорівнює 7 млн грн.

Тоді інвестиції в устаткування основного виробництва дорівнюють

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

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

Всього інвестицій в устаткування:

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

Всього інвестицій в основні виробничі фонди:

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

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

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

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

Всього інвестицій:

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

Попередня оцінка економічної доцільності будівництва підприємства

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

У цьому випадку термін окупності інвестицій можна очікувати до 4-х років, що є прийнятним. Тому будівництво круп'яного заводу з переробки зерна ячменю у крупу продуктивністю 50 т/добу доцільно та економічно ефективно.

Джерела інвестицій:

власні кошти інвестора – 15454 тис грн;

кредит – 30000 тис грн.

РОЗДІЛ 3

ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА

3.1 Загальна характеристика генерального плану підприємства

Генеральний план універсального крупозаводу продуктивністю 60 т/добу є основою просторової організації підприємства, що визначає розміщення виробничих, складських, допоміжних, побутових, енергетичних, приймально-відпускних і транспортних об'єктів на відведеній земельній ділянці. Його розробка має забезпечити узгоджену роботу всіх частин підприємства, раціональне переміщення зерна, продуктів його переробки, відходів, тари, готової продукції, працівників і допоміжних матеріалів. Для крупозаводу універсального типу особливого значення набуває не лише компактне розміщення будівель, а й можливість переробки різних видів зернової сировини, зокрема гречки, проса, ячменю, пшениці, гороху, кукурудзи та інших культур залежно від прийнятої виробничої програми.

Універсальний крупозавод продуктивністю 60 т/добу належить до підприємств середньої виробничої потужності. Такий рівень добової переробки дає змогу організувати промисловий випуск різних видів круп, забезпечити достатній обсяг приймання сировини, зберігання зерна, підготовки його до переробки, лушення, шліфування, сортування продуктів лушення, контролю якості та відпуску готової продукції. Генеральний план такого підприємства повинен передбачати зручне поєднання основного виробничого корпусу з елеваторною або силосною частиною, складом готової продукції, зерноочисним відділенням, приймальними пристроями, автомобільними вагами, побутовими приміщеннями, допоміжними спорудами, мережами водопостачання, електропостачання, теплопостачання, аспірації та відведення виробничих і побутових стоків.

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.І.1.6			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Лашкін Г.М.				Розділ 3	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Кустов І.О.						27	
Консультант						ОНТУ, ТЗХ-41		
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.							

Під час розробки генерального плану враховують виробничий напрям підприємства, добову продуктивність, кількість змін, спосіб доставки зерна, спосіб відвантаження готової продукції, потребу у складах, санітарні та протипожежні вимоги, особливості рельєфу, напрям панівних вітрів, розміщення під'їзних шляхів, можливість подальшого розвитку підприємства. Для крупозаводу важливо, щоб рух зерна від приймання до основного виробничого корпусу був найкоротшим і не перетинався з рухом готової продукції, тари, відходів і побутовими шляхами працівників. Такий підхід зменшує виробничі втрати, скорочує тривалість внутрішнього переміщення сировини, знижує навантаження на транспортні засоби та підвищує безпечність роботи підприємства.

Земельна ділянка для розміщення універсального крупозаводу повинна мати достатню площу для розташування основних і допоміжних будівель, внутрішньозаводських проїздів, майданчиків для маневрування автомобілів, місць очікування перед прийманням і відвантаженням, пожежних проїздів, зелених насаджень, санітарних розривів і майданчиків для обслуговування інженерних мереж. Перевагу надають ділянкам правильної або близької до правильної форми, оскільки це полегшує розміщення будівель, скорочує довжину внутрішніх комунікацій і забезпечує кращу оглядовість території. Небажаними є ділянки зі значними ухилами, заболоченими місцями, високим рівнем ґрунтових вод, складними під'їздами або обмеженою можливістю розширення.

Основним об'єктом генерального плану є виробничий корпус крупозаводу. У ньому розміщують відділення підготовки зерна до переробки, лущильне відділення, відділення шліфування, сортування продуктів лущення, контрольне технологічне обладнання, проміжні бункери, аспіраційні системи, вузли подачі продуктів між окремими етапами обробки. Розміщення корпусу на ділянці повинно забезпечувати найзручніший зв'язок із зерновими силосами або складами сировини з одного боку та складом готової продукції з іншого. Така схема відповідає послідовності руху

матеріальних потоків: сировина надходить на підприємство, проходить приймання, попередню очистку, зберігання, підготовку до переробки, основну обробку, контроль, пакування або затарювання, після чого передається до складу готової продукції та відвантажується споживачеві.

Приймальна зона підприємства призначена для надходження зернової сировини автомобільним або, за наявності відповідних умов, залізничним транспортом. Для крупозаводу продуктивністю 60 т/добу найчастіше передбачають автомобільне приймання зерна, оскільки така потужність дає змогу забезпечити підприємство сировиною за рахунок регулярних партій із господарств, елеваторів або заготівельних пунктів. У приймальній зоні розміщують контрольно-пропускний пункт, автомобільні ваги, майданчик очікування, пристрій для відбору проб, лабораторний пост первинної оцінки якості сировини, приймальний бункер, завальну яму або інший пристрій для розвантаження зерна. Приймальний пункт бажано розміщувати біля в'їзду на територію, щоб автомобілі із зерном не проходили через усю виробничу ділянку і не створювали зайвих перетинів з іншими потоками.

Автомобільні ваги доцільно розміщувати так, щоб транспортний засіб міг пройти зважування до розвантаження і після нього за найкоротшою траєкторією. Перед вагами та після них передбачають прямі ділянки проїзду, достатні для безпечного заїзду і виїзду автомобілів. Поблизу ваг розміщують робоче приміщення персоналу, засоби зв'язку, місце для оформлення супровідних документів і, за потреби, пункт відбору проб. Важливо, щоб рух автомобілів із сировиною не перетинався з рухом автомобілів, які вивозять готову продукцію або відходи, оскільки це зменшує затримки, покращує санітарний стан території та підвищує безпеку.

Складська частина для зернової сировини може бути виконана у вигляді силосного корпусу, металевих силосів, підлогових складів або поєднання кількох типів місткостей. Для універсального крупозаводу важливо передбачити роздільне зберігання різних культур і партій зерна, оскільки гречка, просо, ячмінь, пшениця, горох і кукурудза мають різні

фізичні властивості, різну сипкість, різну натуру, різну вологість, різні вимоги до очистки і підготовки перед лущенням. На генеральному плані зерносклади розміщують поблизу приймальної зони та виробничого корпусу. Це скорочує довжину норійних, ланцюгових, стрічкових або самопливних ліній подачі зерна та зменшує втрати при переміщенні.

Місткість складів сировини визначають з урахуванням добової продуктивності крупозаводу, режиму завезення зерна, кількості культур у виробничій програмі, необхідності накопичення однорідних партій, часу лабораторного контролю і технологічної підготовки. Для підприємства продуктивністю 60 т/добу склад сировини має забезпечувати безперервну роботу заводу протягом визначеного запасу діб, особливо в періоди нерівномірного надходження зерна. На універсальному підприємстві особливо важливо мати не одну загальну місткість, а кілька окремих відсіків або силосів, що дають змогу зберігати культури окремо, не допускаючи змішування зерна з різними технологічними властивостями.

Виробничий корпус повинен займати центральне положення відносно основних матеріальних потоків. З боку сировини до нього підводять лінії подачі зерна з силосів або складів, а з боку готової продукції розміщують склад круп, фасувальне або затарювальне відділення, експедицію та відвантажувальні майданчики. Таке розміщення забезпечує прямий напрям руху продукції і зменшує потребу у зворотних переміщеннях. Для крупозаводу небажаною є схема, за якої сировина, готова продукція і відходи проходять через одну транспортну зону або один спільний двір, оскільки це погіршує виробничу чистоту та ускладнює роботу внутрішньозаводського транспорту.

Склад готової продукції розміщують поблизу виробничого корпусу, але з окремим зручним під'їздом для автомобілів, що прибувають під завантаження. У складі готової продукції передбачають місця для зберігання круп у мішках, пакованій тарі або іншій споживчій і транспортній тарі залежно від прийнятого способу відпуску. Для універсального крупозаводу

склад повинен забезпечувати роздільне зберігання різних видів круп, партій за датою виробництва, показниками якості та призначенням. Територіально цей склад не повинен бути віддаленим від виробничого корпусу, оскільки готова продукція після контрольного просіювання, магнітного контролю, зважування і пакування має швидко передаватися на зберігання без зайвих внутрішніх перевезень.

Відвантажувальна зона готової продукції повинна мати достатню площу для під'їзду автомобілів, їх маневрування, тимчасового очікування, завантаження і виїзду з території. Розміщення цієї зони бажано передбачати так, щоб автомобілі, які забирають продукцію, не рухалися через приймальну зону сировини. Це має санітарне і виробниче значення, оскільки на приймальному дворі можливе забруднення пилом, зерновими домішками, лузгою, частинками ґрунту, тоді як зона готової продукції повинна утримуватися в чистішому стані. Для крупозаводу, що випускає харчову продукцію, розділення цих потоків є однією з важливих умов належного рівня виробничої гігієни.

Окреме місце на генеральному плані займають склади тари і допоміжних матеріалів. Для підприємства з виробництва круп потрібні місця для зберігання мішків, пакувальних матеріалів, піддонів, етикеток, допоміжного інвентарю, запасних частин, мастильних матеріалів, засобів для санітарної обробки. Склад тари доцільно розміщувати поблизу фасувального або затарювального відділення, але з урахуванням протипожежних розривів і вимог до зберігання горючих матеріалів. Неприпустимо розташовувати тару у місцях, де можливе її зволоження, забруднення зерновим пилом або перетин з відходами переробки.

Відходи круп'яного виробництва, зокрема лузга, борошенце, частинки подрібненого ядра, кормові відходи, пил аспіраційних систем, повинні мати окремі шляхи видалення з виробничого корпусу. На генеральному плані для них передбачають бункери, закриті місткості, майданчики або складські приміщення залежно від способу подальшого використання чи вивезення.

Лузга і кормові відходи не повинні зберігатися поруч зі складом готової продукції або тарою. Їх розміщують з підвітряного боку відносно виробничого корпусу і побутових приміщень, якщо це дозволяє конфігурація ділянки. Важливо, щоб вивезення відходів здійснювалося окремим шляхом, без перетину з відвантаженням харчової продукції.

Санітарно-побутовий корпус або адміністративно-побутова частина розміщується з урахуванням зручного входу працівників на підприємство, але без проходу через зони приймання зерна, відвантаження відходів або руху вантажного транспорту. До складу цієї частини входять гардеробні, душові, санітарні вузли, кімнати прийому їжі, приміщення для адміністрації, кімната майстрів, кабінет охорони праці, медичний пункт або місце першої допомоги, побутові приміщення для змінного персоналу. Для крупозаводу важливо, щоб побутові приміщення були пов'язані з виробничим корпусом зручним і безпечним пішохідним шляхом. За можливості передбачають криті переходи або окремі пішохідні доріжки, відділені від транспортних проїздів.

Лабораторію технохімічного контролю доцільно розміщувати так, щоб вона мала зручний зв'язок із приймальною зоною сировини, виробничим корпусом і складом готової продукції. Її розміщення може бути передбачене в адміністративно-побутовому корпусі або в окремій частині виробничої будівлі. Основна вимога полягає у швидкому надходженні проб зерна, напівпродуктів і готової продукції для аналізу. Лабораторія не повинна розміщуватися в місцях із надмірною запиленістю, вібрацією, підвищеною вологістю або поряд із джерелами сильного тепловиділення, оскільки це може впливати на точність контролю.

На території крупозаводу обов'язково передбачають внутрішньозаводські проїзди. Їх ширина, радіуси поворотів, розворотні майданчики і покриття повинні відповідати руху вантажних автомобілів із зерном, готовою продукцією, тарою, паливом, запасними частинами і відходами. Проїзди повинні забезпечувати під'їзд пожежної техніки до основних будівель і споруд. Навколо виробничого корпусу, складів

сировини, складу готової продукції, силосів і допоміжних споруд передбачають пожежні проїзди або майданчики для доступу аварійних служб. Покриття внутрішніх шляхів має бути твердим, з ухилами для відведення дощових вод, без місць застою води і накопичення зернового пилу.

Пішохідні шляхи на території підприємства повинні бути відокремлені від шляхів руху вантажного транспорту. Від контрольно-пропускного пункту до адміністративно-побутового корпусу, виробничого корпусу і лабораторії передбачають безпечні доріжки з твердим покриттям. Перетин пішохідних шляхів із транспортними проїздами допускається лише у визначених місцях, де забезпечено оглядовість і можливість безпечного переходу. Для підприємства з рухом автомобілів, навантажувачів і зерновозів така вимога має важливе значення, оскільки виробнича територія не повинна створювати небезпеку для працівників під час пересування між будівлями.

Планувальне рішення генерального плану має враховувати напрям панівних вітрів. Об'єкти, що можуть бути джерелами пилу, запаху або засмічення території, зокрема приймальні пристрої, бункери відходів, місця зберігання лузги, аспіраційні викиди після очищення повітря, доцільно розміщувати так, щоб пил не переносився у напрямі адміністративно-побутових приміщень, складу готової продукції і чистих зон. Для круп'яного виробництва пил є одним із найважливіших чинників, що впливає на санітарний стан, пожежо- і вибухобезпеку, умови праці та довговічність обладнання. Тому генеральний план повинен передбачати не тільки зручне розміщення джерел пиловиділення, а й місця для аспіраційного обладнання, пиловловлювачів і безпечного видалення пилу.

Водопостачання підприємства передбачають для господарсько-побутових потреб, санітарної обробки, протипожежного забезпечення, лабораторії, за потреби - для окремих технологічних операцій, пов'язаних з воднотепловою обробкою зерна. На генеральному плані визначають місця введення водопроводу, пожежних гідрантів, водомірного вузла, внутрішніх

мереж і санітарних приладів. Пожежні гідранти розміщують так, щоб забезпечити доступ до основних будівель і споруд. Відведення побутових і виробничих стоків передбачають через відповідні мережі з урахуванням санітарних вимог. Атмосферні води з покриттів, проїздів і дахів повинні відводитися організовано, щоб не підтоплювати склади, приймальні пристрої, підвали, приямки і завальні ями.

Електропостачання крупозаводу повинно забезпечувати роботу технологічного обладнання, транспортних механізмів, аспіраційних систем, освітлення, лабораторії, побутових приміщень, систем керування, охоронного освітлення і протипожежних засобів. На генеральному плані передбачають місце для трансформаторної підстанції або електрощитової залежно від прийнятої схеми електропостачання. Її розміщують з урахуванням безпечного доступу для обслуговування, мінімальної довжини кабельних ліній, віддалення від пожежонебезпечних зон і можливості під'їзду спеціального транспорту. Кабельні мережі бажано прокладати так, щоб вони не заважали подальшому впорядкуванню території та ремонту інженерних мереж.

Особливу увагу приділяють протипожежним розривам між будівлями і спорудами. Крупозавод працює із сухою зерновою сировиною, крупами, лузгою, борошном, тарою і пилом, тобто з матеріалами, здатними до займання за несприятливих умов. Тому розміщення виробничого корпусу, складів сировини, складу готової продукції, складу тари, бункерів відходів, електротехнічних приміщень і допоміжних будівель має відповідати вимогам пожежної безпеки. Генеральний план повинен забезпечити доступ пожежної техніки, наявність протипожежного водопостачання, відсутність захащених проїздів, достатні розриви між об'єктами та можливість безпечної евакуації працівників.

Виробнича територія крупозаводу повинна мати огорожу, контрольно-пропускний пункт і визначені в'їзди та виїзди. Це потрібно для обліку транспорту, контролю якості сировини, санітарного порядку,

запобігання сторонньому доступу до виробничих і складських зон. Доцільно передбачати окремий в'їзд для зерновозів і окремий виїзд після розвантаження, якщо площа ділянки це дозволяє. Для автомобілів, що прибувають за готовою продукцією, бажано передбачити окрему траєкторію руху. Така організація території скорочує затримки, зменшує ймовірність зустрічних потоків і підвищує пропускну здатність підприємства.

Озеленення території має санітарне, протипилове й упорядкувальне значення. Зелені насадження розміщують уздовж меж ділянки, біля адміністративно-побутових приміщень, уздовж пішохідних доріжок, у зонах відпочинку працівників, але не в місцях, де вони можуть заважати руху транспорту, огляду проїздів, обслуговуванню інженерних мереж або роботі зерноприймальних пристроїв. Не рекомендується висаджувати рослини, що дають багато пуху, насіння або листя, які можуть засмічувати територію і потрапляти у виробничі зони. Озеленення не повинно створювати перешкод для провітрювання території та доступу пожежної техніки.

У генеральному плані важливо передбачити санітарне зонування території. Умовно можна виділити зону приймання і зберігання сировини, основну виробничу зону, зону готової продукції, допоміжну зону, адміністративно-побутову зону та зону відходів. Таке розміщення допомагає підтримувати чистоту, розмежовувати потоки, скорочувати внутрішні перевезення та забезпечувати належний контроль. Зона сировини пов'язана з прийманням, зважуванням, первинною оцінкою якості й подачею зерна до складів. Виробнича зона охоплює основний корпус і пов'язані з ним інженерні мережі. Зона готової продукції включає склад круп, експедицію і відвантажувальний майданчик. Допоміжна зона містить ремонтні, енергетичні та складські приміщення. Зона відходів повинна бути відокремлена від чистих потоків.

Для універсального крупозаводу доцільним є лінійно-потокове розміщення об'єктів: приймання сировини - зберігання зерна - виробничий корпус - склад готової продукції - відвантаження. Така схема добре

відповідає послідовності роботи підприємства і зменшує кількість зустрічних переміщень. Якщо ділянка має витягнуту форму, виробничий корпус розміщують ближче до середньої частини, склад сировини - з боку приймання, склад готової продукції - з боку відвантаження. Якщо ділянка ширша, можливе компактне блокування основних споруд із розміщенням транспортних проїздів по периметру. У будь-якому випадку потрібно уникати хаотичного розташування будівель, оскільки воно збільшує довжину шляхів, ускладнює обслуговування і погіршує санітарний стан.

Генеральний план також повинен враховувати можливість подальшого розвитку підприємства. Для крупозаводу продуктивністю 60 т/добу це може бути збільшення місткості складів сировини, установлення додаткових силосів, розширення складу готової продукції, встановлення додаткової фасувальної лінії, будівництво окремого складу тари, удосконалення системи приймання зерна або відвантаження готової продукції. Резервні площі бажано передбачати без порушення основних потоків і без потреби перебудови головних проїздів. Найгіршим варіантом є таке розміщення споруд, коли будь-яке майбутнє розширення блокує пожежні проїзди, ускладнює доступ до складів або змушує переносити основні інженерні мережі.

Виробничий благоустрій території передбачає тверде покриття проїздів, вимощення біля будівель, організоване відведення води, освітлення території, розмітку напрямів руху, встановлення дорожніх знаків, місця для тимчасового стояння транспорту, контейнери для побутових відходів, огороження небезпечних зон, захист приямків і відкритих каналів. Для крупозаводу особливо важливо не допускати накопичення зернового пилу, просипів зерна і відходів на відкритих майданчиках. Просипи є джерелом забруднення, приваблюють шкідників, підвищують пожежну небезпеку і створюють додаткове навантаження на санітарне утримання території.

Розміщення ремонтної майстерні та складських приміщень для запасних частин повинно забезпечувати зручний доступ до виробничого

корпусу, але без втручання у чисті потоки готової продукції. Ремонтна зона не повинна бути джерелом забруднення складів круп або тари. Мастильні матеріали, запасні частини, металеві вироби, інструмент і господарський інвентар зберігають у спеціально відведених місцях. За потреби передбачають невеликий майданчик для обслуговування навантажувальної техніки, але його не розміщують поруч із прийманням харчової тари або відвантаженням готової продукції.

Загальна архітектурно-планувальна побудова підприємства повинна бути простою, зрозумілою і підпорядкованою виробничому потоку. Виробничий корпус, склади, приймальні пристрої та відвантажувальні майданчики повинні утворювати єдину систему, у якій кожний об'єкт має чітке призначення. Надмірне розосередження споруд збільшує витрати на внутрішні мережі, ускладнює контроль території та потребує більшої кількості внутрішнього транспорту. Надмірна скупченість, навпаки, погіршує протипожежні умови, ускладнює маневрування автомобілів і знижує безпеку праці.

Для крупозаводу продуктивністю 60 т/добу генеральний план має забезпечити ритмічну роботу підприємства протягом доби. Оскільки виробництво може працювати у дві або три зміни, територія повинна мати достатнє освітлення, безпечні проходи, зручний доступ до побутових приміщень, можливість нічного приймання або відвантаження за потреби. Освітлення проїздів, приймальних майданчиків, вагової, складу готової продукції і входів до будівель має бути достатнім для безпечного виконання робіт. При цьому світильники розміщують так, щоб вони не заважали водіям і не створювали затемнених ділянок у місцях руху працівників.

Важливою вимогою є забезпечення санітарного розриву між виробничими об'єктами і прилеглою забудовою. Крупозавод, хоча і не належить до найбільш шкідливих виробництв, усе ж створює шум, рух вантажного транспорту, пиловиділення на окремих ділянках, роботу вентиляторів, норій, транспортерів, зерноочисних і луцильних машин. Тому

розміщення підприємства повинно враховувати відстань до житлової забудови, напрям вітру, можливість озеленення межі ділянки, організацію руху транспорту без проходу через житлові вулиці. Внутрішні джерела шуму і пилу бажано зосереджувати в глибині виробничої території або екранувати будівлями й зеленими насадженнями.

3.2 . Архітектурно-будівельні рішення

Архітектурно-будівельні рішення універсального крупозаводу продуктивністю 60 т/добу визначають просторову, конструктивну, санітарну, протипожежну та експлуатаційну основу підприємства, призначеного для переробки зерна різних культур у крупи. Будівельна частина проєкту повинна забезпечувати раціональне розміщення виробничого корпусу, складів сировини, складу готової продукції, адміністративно-побутових, лабораторних, допоміжних і технічних приміщень, а також безпечні умови роботи персоналу, захист зерна і круп від зволоження, забруднення, шкідників, сторонніх домішок і несприятливих чинників виробничого середовища.

Проектування архітектурно-будівельної частини крупозаводу виконують з урахуванням чинних державних будівельних норм, санітарних вимог, правил пожежної безпеки, вимог охорони праці, норм проєктування інженерних мереж, вентиляції, водопостачання, каналізації, освітлення та евакуації. Для адміністративно-побутових приміщень виробничих підприємств застосовують вимоги ДБН В.2.2-28:2010, які поширюються на адміністративні та побутові будинки і споруди виробничих підприємств. Загальні вимоги пожежної безпеки будівель і споруд, зокрема обмеження поширення пожежі, евакуацію людей, умови гасіння пожежі та застосування систем протипожежного захисту, визначає ДБН В.1.1-7:2016. Системи опалення, внутрішнього теплопостачання, загальнообмінної та аварійної вентиляції проєктують з урахуванням ДБН В.2.5-67:2013. Внутрішній водопровід і каналізацію проєктують відповідно до ДБН В.2.5-64:2012, чинна редакція якого подана зі зміною № 1.

Основним об'єктом архітектурно-будівельних рішень є виробничий корпус крупозаводу. Його розміщення, поверховість, висота приміщень, конструктивна схема і внутрішнє компонування повинні відповідати прийнятій технологічній схемі переробки зерна. Для універсального крупозаводу важливо передбачити можливість роботи з різними видами зернової сировини: гречкою, просом, ячменем, пшеницею, горохом, кукурудзою та іншими культурами відповідно до виробничої програми. Кожна культура має різні фізико-механічні властивості, різну сипкість, натуру, вологість, міцність оболонок, особливості лущення, шліфування і сортування продуктів лущення.

Виробничий корпус доцільно проєктувати за багатоповерховою або комбінованою схемою. Такий підхід відповідає характеру круп'яного виробництва, де значна частина переміщення зерна, продуктів лущення, ядра, лузги, борошенця і готової крупи може виконуватися самопливом. Верхні рівні будівлі використовують для розподільних пристроїв, проміжних бункерів, самопливних труб, окремих вузлів подачі та аспіраційних мереж. Середні рівні призначають для основного технологічного обладнання, що виконує очистку зерна, лущення, шліфування, сортування продуктів лущення і контроль крупи. Нижні рівні використовують для приймання продуктів із верхніх поверхів, контролю, затарювання, пакування або передачі готової продукції до складу.

Об'ємно-планувальні рішення виробничого корпусу повинні забезпечувати послідовний рух матеріальних потоків без зустрічного переміщення сировини, готової продукції та відходів. Зона приймання і підготовки зерна повинна бути відокремлена від зони готової крупи, оскільки на початкових етапах роботи виділяється більше пилу, мінеральних домішок, органічних домішок, лузги і випадкових забруднень. Зона готової продукції повинна бути сухою, чистою, захищеною від повторного забруднення і зручно пов'язаною зі складом готової продукції. Такий поділ відповідає

санітарним вимогам до харчових виробництв і дає змогу підтримувати належний стан приміщень.

Внутрішнє планування виробничого корпусу повинно передбачати достатні проходи для безпечного обслуговування технологічного обладнання. Біля зерноочисного, лушильного, шліфувального, сортувального, аспіраційного і пакувального обладнання необхідно передбачати робочі зони для огляду, регулювання, заміни сит, дек, абразивних поверхонь, приводів, повітроводів, заслінок, датчиків і запобіжних пристроїв. Проходи не можна захаращувати тарою, піддонами, запасними частинами або відходами. Вони одночасно виконують виробничу, ремонтну, санітарну й евакуаційну функцію, тому їх ширина та розташування мають відповідати вимогам безпечної експлуатації.

Висоту поверхів виробничого корпусу визначають з урахуванням габаритів технологічного обладнання, самопливних труб, аспіраційних повітроводів, норій, бункерів, обслуговувальних майданчиків і ремонтних потреб. У місцях розміщення норій, розподільних пристроїв і вертикальних транспортних ліній доцільно передбачати збільшену висоту або окремі шахти. Норійні шахти повинні мати доступ для огляду, очищення башмаків, перевірки стрічки, ковшів, датчиків підпору, швидкості та сходу стрічки. Отвори в перекриттях у місцях проходу норій, самопливів, повітроводів і кабельних трас повинні бути ущільнені, щоб не допустити поширення пилу між поверхами.

Конструктивна схема виробничого корпусу може бути каркасною із залізобетонними або металевими несучими елементами. Каркасна схема є доцільною для крупозаводу середньої продуктивності, оскільки вона дає змогу раціонально розмістити технологічне обладнання, забезпечити потрібні прогони, зменшити кількість внутрішніх несучих стін і полегшити зміну компонування окремих ділянок у разі технічного переоснащення. Несучі конструкції повинні сприймати навантаження від перекриттів, технологічного обладнання, бункерів, зерна і продуктів переробки,

обслуговувальних майданчиків, аспіраційних повітроводів, транспортних елементів і тимчасових ремонтних навантажень.

Перекриття виробничого корпусу повинні мати достатню несучу здатність і жорсткість. У місцях розміщення технологічного обладнання з підвищеними динамічними навантаженнями передбачають посилені ділянки перекриттів, окремі фундаменти або засоби віброізоляції. Особливо це стосується лушильного, шліфувального, просіювального, транспортного та вентиляційного обладнання. Недостатнє врахування вібрації може спричинити підвищений шум, послаблення кріплень, порушення роботи сортувальних пристроїв, передчасне зношування будівельних конструкцій і погіршення умов праці.

Фундаменти виробничого корпусу проєктують з урахуванням інженерно-геологічних умов ділянки, рівня ґрунтових вод, маси будівлі, навантажень від технологічного обладнання, наявності приямків, транспортних каналів, приймальних бункерів і підземних комунікацій. Основи під важке технологічне обладнання, норійні башмаки, вентилятори, транспортні механізми і бункери повинні бути розраховані на фактичні навантаження. У місцях можливого зволоження необхідно передбачати гідроізоляцію, організоване відведення води і захист будівельних конструкцій від руйнування.

Зовнішні стіни виробничого корпусу повинні забезпечувати міцність, довговічність, захист від атмосферних опадів, вітру, температурних коливань, пилу, птахів, гризунів і комах. Для харчового підприємства неприпустимі щілини, відкриті порожнини, незахищені отвори і важкодоступні місця, де можуть накопичуватися пил, залишки зерна, лузга або шкідники. Внутрішні поверхні стін мають бути придатними для очищення. У нижній частині стін, де можливі механічні пошкодження під час переміщення тари, піддонів або ремонтного інвентарю, доцільно передбачати міцне оздоблення.

Підлоги у виробничих приміщеннях повинні бути рівними, міцними, неслизькими, зносостійкими і придатними для систематичного прибирання. Вони не повинні мати тріщин, відкритих швів, западин і виступів, де можуть накопичуватися зерно, борошенце, лузга, пил або волога. У сухих виробничих приміщеннях крупозаводу переважним є сухе прибирання із застосуванням промислових пилососів, щіток і закритих збірників. У приміщеннях, де можливе вологе прибирання, передбачають ухили до трапів, але надмірне зволоження основних виробничих зон не допускається, оскільки воно погіршує санітарний стан і може спричинити псування зернопродуктів.

Покрівля виробничого корпусу повинна бути водонепроникною, довговічною, з організованим відведенням дощової і талої води. Для крупозаводу особливо небезпечним є протікання покрівлі, оскільки зволоження зерна, круп, лузги, борошенця, тари і будівельних поверхонь може спричинити злежування, розвиток мікроорганізмів, зниження якості продукції і погіршення санітарного стану. Місця примикання покрівлі до парапетів, вентиляційних шахт, норійних надбудов, аспіраційних виходів і технологічних проходів повинні бути герметичними та доступними для огляду.

Склад сировини проєктують з урахуванням добової продуктивності підприємства, кількості культур у виробничій програмі, потреби в роздільному зберіганні партій зерна, вимог до вологості, натури, засміченості і технологічних властивостей сировини. Для універсального крупозаводу бажано передбачати кілька окремих силосів, відсіків або складських місткостей, що дають змогу зберігати різні культури окремо. Змішування культур або партій із різними властивостями ускладнює підготовку до переробки і може погіршити вихід готової продукції.

Будівельні рішення складу сировини повинні забезпечувати захист зерна від атмосферних опадів, ґрунтової вологи, конденсату, птахів, гризунів, комах і сторонніх домішок. Підлогові склади, силоси, транспортні галереї,

нижні приміщення під місткостями, випускні пристрої, завальні ями і приймальні бункери повинні бути доступними для очищення, огляду, провітрювання і санітарної обробки. У нижніх галереях і приміщеннях під силосами потрібно передбачати достатню висоту для обслуговування транспортерів, засувов, датчиків, випускних пристроїв і аспіраційних елементів.

Приймальні пристрої для зерна повинні бути захищені від атмосферних опадів. Завальна яма або приймальний бункер повинні мати міцні стінки, решітку, зручний доступ для очищення і аспірацію місць пиловиділення. Під час розвантаження зерновозів утворюється значна кількість пилу, тому архітектурно-будівельне рішення приймальної зони повинно забезпечувати локальне відсмоктування запиленого повітря, зручне видалення просипів і захист працівників. Покриття підлоги або майданчика біля приймального пристрою має бути твердим, рівним, з ухилами для відведення води.

Склад готової продукції повинен бути сухим, чистим, провітрюваним, захищеним від прямих сонячних променів, сторонніх запахів, пилу, шкідників і зволоження. У ньому передбачають місця для розміщення партій круп за видами, датами виробництва, показниками якості та призначенням. Підлога складу повинна витримувати навантаження від штабелів мішків, піддонів, пакованої продукції і навантажувальної техніки. Поверхні стін, стелі і підлоги мають бути придатними для очищення, без щілин і місць накопичення пилу.

Відвантажувальну частину складу готової продукції проєктують із рампами, воротами, навісами або критими зонами завантаження. Це потрібно для захисту круп від опадів під час передачі у транспорт. Ворота повинні щільно зачинятися, мати захист від проникнення гризунів, комах, пилу і холодного повітря. Рампи повинні мати неслизьке покриття, достатню ширину, освітлення, відбійники і безпечні підходи. Склад готової продукції

не повинен мати прямого сполучення із зонами приймання сировини, зберігання відходів або аспіраційного пилу.

Адміністративно-побутові приміщення проєктують відповідно до чисельності працівників, змінності роботи та санітарних вимог. До їх складу входять гардеробні, душові, умивальні, санітарні вузли, кімната прийому їжі, приміщення для відпочинку, кабінети адміністрації, приміщення майстра, кімната охорони праці, місце для зберігання прибирального інвентарю. Відповідно до ДБН В.2.2-28:2010 такі приміщення належать до адміністративних і побутових приміщень виробничих підприємств, тому повинні забезпечувати належні умови перебування персоналу.

Побутові приміщення необхідно відокремлювати від запилених виробничих зон, складів сировини, місць накопичення відходів і вантажних дворів. Працівники повинні проходити до робочих місць без перетину з рухом зерновозів, відвантаженням готової продукції або вивезенням відходів. Гардеробні доцільно передбачати з роздільним зберіганням особистого і робочого одягу. Душові, умивальні і санітарні вузли повинні мати вологостійке оздоблення, вентиляцію, гаряче і холодне водопостачання, неслизьку підлогу і зручний санітарний догляд.

Лабораторні приміщення повинні забезпечувати проведення технохімічного контролю зерна, напівпродуктів і готової крупи. Лабораторію доцільно розміщувати так, щоб вона мала зручний зв'язок із приймальною зоною, виробничим корпусом і складом готової продукції. Водночас її не можна розміщувати у місцях із підвищеною запиленістю, шумом, вібрацією або різкими температурними коливаннями. У лабораторії передбачають робочі столи, шафи, мийку, вентиляцію, електроживлення, місця для приладів і зберігання проб. Поверхні повинні бути придатними для очищення і не впливати на точність визначення показників якості.

Допоміжні приміщення включають електрощитові, вентиляційні камери, приміщення керування, ремонтні комори, склад запасних частин, приміщення для санітарного інвентарю і засобів прибирання. Електрощитові

повинні бути сухими, відокремленими від запилених зон і недоступними для сторонніх осіб. Приміщення керування розміщують так, щоб засоби керування були захищені від пилу, вологи, механічних пошкоджень і надмірної вібрації. Ремонтні приміщення не повинні безпосередньо сполучатися зі складом готової продукції, щоб не створювати ризику забруднення круп мастильними матеріалами, металевими частинками або ремонтним інвентарем.

Системи вентиляції, аспірації та опалення проєктують відповідно до вимог ДБН В.2.5-67:2013, який установлює вимоги до опалення, внутрішнього тепlopостачання, загальнообмінної та аварійної вентиляції будівель і споруд. У круп'яному виробництві особливе значення має аспірація, оскільки пил утворюється під час приймання зерна, очистки, лущення, шліфування, сортування продуктів лущення, роботи норій, пересипання і пакування. Аспіраційні системи повинні видаляти пил без перенесення забрудненого повітря до чистих зон.

Повітроводи, вентилятори, пиловловлювачі, фільтри, циклони, шлюзові затвори і збірники пилу розміщують так, щоб вони не захаращували проходи, не ускладнювали евакуацію, не перешкоджали доступу до технологічного обладнання і були доступними для очищення. Зібраний пил необхідно видаляти без забруднення виробничих приміщень і території підприємства. Повітря з ділянок підвищеної запиленості не повинно надходити до складу готової продукції, фасувального відділення, лабораторії та побутових приміщень. Це має значення для санітарного стану, пожежної безпеки і якості готових круп.

Опалення виробничих і побутових приміщень повинно підтримувати умови, придатні для роботи персоналу, зберігання сировини, готової продукції та нормальної роботи технологічного обладнання. У складських приміщеннях необхідно уникати різких температурних коливань, які можуть спричинити конденсацію вологи на стінах, стелі, тарі або поверхні продукції.

Нагрівальні прилади повинні бути безпечними, доступними для очищення і не створювати умов для займання пилу або тари.

Внутрішній водопровід і каналізацію передбачають для побутових потреб, лабораторії, санітарного догляду за приміщеннями, протипожежного захисту та окремих виробничих потреб, якщо вони передбачені технологічною схемою. ДБН В.2.5-64:2012 регламентує проєктування і будівництво внутрішнього водопроводу та каналізації. Трубопроводи води й каналізації потрібно прокладати так, щоб у разі пошкодження не виникало зволоження зерна, круп, тари, бункерів, електрообладнання і складських приміщень. У місцях можливого вологого прибирання передбачають трапи, ухили і закриті водовідвідні елементи.

Освітлення виробничих, складських, лабораторних і побутових приміщень повинно забезпечувати безпечне обслуговування технологічного обладнання, контроль технологічного режиму, огляд поверхонь, якісне прибирання, ремонт і евакуацію працівників. У місцях контролю якості, біля пультів керування, вагового обладнання, пакувальних вузлів, рамп і сходів освітленість повинна бути достатньою для точного і безпечного виконання робіт. Світильники у запилених приміщеннях повинні мати захист від пилу, а в місцях можливого механічного пошкодження - захисні розсіювачі або решітки.

Пожежна безпека архітектурно-будівельних рішень має особливе значення, оскільки крупозавод працює із сухою зерновою сировиною, крупами, лузгою, борошенцем, тарою і зерновим пилом. Відповідно до ДБН В.1.1-7:2016 будівлі й споруди повинні мати рішення, спрямовані на обмеження поширення пожежі, безпечну евакуацію людей, можливість гасіння пожежі та застосування систем протипожежного захисту. У виробничому корпусі необхідно передбачати протипожежні перешкоди, евакуаційні виходи, сходові клітки, протипожежні двері, блискавкозахист, заземлення металевих конструкцій і доступ пожежно-рятувальної техніки.

Евакуаційні шляхи повинні бути прямими, освітленими, вільними від тари, запасних частин і сторонніх предметів. Двері на шляхах евакуації повинні відчинятися у напрямі виходу людей. Сходи, технологічні майданчики, переходи біля норій, бункерів, силосів і аспіраційного обладнання повинні мати огороження, поручні, неслизькі поверхні та достатнє освітлення. У багатоповерховому виробничому корпусі сходові клітки повинні забезпечувати безпечний вихід із кожного поверху.

Будівельні рішення повинні зменшувати можливість накопичення зернового пилу. Для цього необхідно уникати зайвих виступів, відкритих горизонтальних поверхонь, важкодоступних порожнин і незахищених елементів, де може осідати пил. Балки, майданчики, повітроводи, кабельні лотки, верхні частини перегородок і обладнання повинні бути доступними для очищення. Регулярне видалення пилу є не лише санітарною вимогою, а й важливою умовою пожежо- і вибухобезпеки.

Захист будівель від вологи є однією з основних вимог до крупозаводу. Необхідно передбачати гідроізоляцію фундаментів, вимощення навколо будівель, організоване відведення дощових і талих вод, підвищені позначки підлоги складів відносно планувальної позначки території, захист воріт і рамп від затікання води. У приймальних прямках, завальних ямах і транспортних каналах не допускається накопичення води, оскільки зволожене зерно швидко втрачає технологічні властивості і може стати джерелом мікробіологічного псування.

Захист від шкідників повинен бути врахований у конструкції стін, підлог, дверей, воріт, вікон, вентиляційних отворів, проходів трубопроводів і самопливів. Усі отвори потрібно ущільнювати. Вікна і вентиляційні прорізи захищають сітками. Двері та ворота повинні щільно зачинятися. У нижній частині дверей і воріт доцільно передбачати захист від гризунів. Біля будівель не повинно бути необлаштованих місць накопичення відходів, просипів зерна, густої рослинності або відкритих порожнин.

Архітектурно-будівельні рішення також повинні враховувати шум і вібрацію. Луцильне, шліфувальне, зерноочисне, транспортне, вентиляційне і пакувальне технологічне обладнання створює шумове навантаження. Тому обладнання з підвищеним шумом доцільно розміщувати з урахуванням можливості огороження, віброізоляції, звукоізолювального оздоблення або винесення вентиляторів в окремі приміщення. Лабораторні, адміністративні та побутові приміщення не слід розміщувати безпосередньо біля найбільш шумних ділянок без відповідного захисту.

Зовнішній вигляд будівель крупозаводу повинен бути простим, охайним і відповідати промислового призначення підприємства. Архітектурне рішення має підпорядковуватися виробничій логіці: виробничий корпус, склади сировини, склад готової продукції, адміністративно-побутова частина, приймальні та відвантажувальні пристрої повинні створювати єдину впорядковану систему. Декоративні елементи не повинні ускладнювати очищення фасадів, накопичувати пил, створювати місця для гніздування птахів або перешкоджати обслуговуванню інженерних мереж.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Наукове обґрунтування

Хімічний склад зерна ячменю і пшениці визначається вмістом крохмалю, білкових речовин, харчових волокон, ліпідів, мінеральних речовин, вітамінів, ферментів та інших біологічно активних сполук. Основну частку сухих речовин зерна пшениці і ячменю становлять вуглеводи. У пшениці вміст крохмалю зазвичай становить 60-70 %, у ячмені - 55-65 %. Вищий вміст крохмалю в пшениці пояснюється більшою часткою ендосперму. У ячмені відносний вміст крохмалю нижчий, оскільки більша частка зернівки припадає на оболонкові шари, клітинні стінки, некрохмальні полісахариди, а у півчастих форм також на квіткові півки.

Крохмаль пшениці і ячменю складається з амілози та амілопектину. У пшеничному крохмалі частка амілози переважно становить 20-28 %, амілопектину - 72-80 %. У ячмені співвідношення цих фракцій близьке, проте хімічні властивості зерна визначаються не тільки крохмалем, а й підвищеним вмістом бета-глюканів. Тому ячмінь відрізняється від пшениці не лише нижчим вмістом крохмалю, а й більшою часткою речовин клітинних стінок ендосперму. Це має значення для харчової цінності ячмінних круп і пластівців, оскільки такі речовини належать до харчових волокон.

Білкові речовини у зерні пшениці зазвичай становлять 10-18 %, у зерні ячменю - 9-15 %. Пшениця відрізняється наявністю білково-клейковинного комплексу, який складається переважно з гліадинів і глютенінів. У загальній кількості білків пшениці частка гліадинів становить приблизно 35-45 %, глютенінів - 35-45 %, альбумінів і глобулінів - близько 15-20 %. Гліадини і глютеніни є основою клейковини, тому пшениця має

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.І.1.6			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Лашкін Г.М.				Розділ 4	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Кустов І.О.						49	
Консультант								
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.					ОНТУ, ТЗХ-41		

хімічну ознаку, якої ячмінь не має в такому вигляді.

Білкові речовини ячменю мають інший фракційний склад. Основними запасними білками ячменю є гордеїни, частка яких може становити 35-50 % загальної кількості білків. Глютеліни становлять приблизно 25-35 %, альбуміни і глобуліни - 15-25 %. Ячмінь не утворює клейковину з властивостями, характерними для пшениці. Через це білки ячменю мають переважно харчове значення, тоді як білки пшениці визначають одночасно хімічну, харчову і технологічну цінність зерна.

За амінокислотним складом білки обох культур мають обмежений вміст лізину. У білках пшениці його зазвичай 2,5-3,0 % від суми амінокислот, у білках ячменю - близько 3,0-3,8 %. Отже, білки ячменю можуть мати дещо вищу біологічну цінність за вмістом лізину. Водночас загальна харчова цінність білків залежить від сорту, умов вирощування і частки алеїронового шару та зародка у продукті переробки.

Ліпіди в зерні пшениці містяться у кількості 1,5-2,5 %, у зерні ячменю - 2-3 %. Найбільша частина ліпідів зосереджена у зародку та алеїроновому шарі. Ендосперм містить їх значно менше. Ліпідна фракція представлена триацилгліцеридами, фосфоліпідами, гліколіпідами, стеролами, токоферолами і вільними жирними кислотами. У складі жирних кислот переважають лінолева, олеїнова і пальмітинова кислоти. Частка лінолевої кислоти у пшениці становить приблизно 50-60 %, у ячмені - 50-55 % від загальної кількості жирних кислот.

Ненасичені жирні кислоти підвищують харчову цінність зерна, але одночасно зумовлюють здатність жирової фракції до окиснення. Тому продукти переробки, у яких збережено більше зародка і алеїронового шару, мають вищу біологічну цінність, але потребують уважнішого контролю умов зберігання. Під час шліфування частина ліпідів переходить у борошенце та інші побічні продукти, тому в шліфованих крупах їх вміст нижчий, ніж у цілому зерні.

Ячмінь має вищий вміст харчових волокон порівняно з пшеницею. У цілому зерні пшениці їх зазвичай 10-13 %, у ячмені - 12-17 %. Особливе значення мають бета-глюкани. У пшениці їх вміст переважно становить 0,5-1,5 %, тоді як у ячмені - 3-7 %. Бета-глюкани належать до розчинних харчових волокон і є однією з головних хімічних ознак ячменю як сировини для виробництва круп і пластівців. Вони зосереджені переважно в клітинних стінках ендосперму, тому частково зберігаються навіть після видалення частини оболонкових шарів.

Клітковина у пшениці становить переважно 2-3 %, у ячмені - 4-7 %. Вищий вміст клітковини в ячмені пов'язаний із більшою часткою оболонкових шарів і квіткових плівок. У плівчастого ячменю цей показник вищий, у голозерного - нижчий, але загалом ячмінь за вмістом клітковини переважає пшеницю. Під час лузгання і шліфування значна частина клітковини переходить у лузгу, борошенце та інші побічні продукти, тому хімічний склад готової ячмінної крупи залежить від інтенсивності обробки.

Мінеральні речовини характеризують за зольністю. У пшениці зольність становить приблизно 1,5-2,2 %, у ячмені - 2-3 %. Вища зольність ячменю пояснюється більшою часткою оболонкових шарів зернівки та квіткових плівок. Основними мінеральними елементами зерна є фосфор, калій, магній, кальцій, залізо, цинк, марганець і мідь. У 100 г зерна пшениці міститься орієнтовно 300-400 мг фосфору, 300-450 мг калію, 100-150 мг магнію. У 100 г зерна ячменю міститься приблизно 250-350 мг фосфору, 350-450 мг калію, 100-140 мг магнію.

Значна частина фосфору у пшениці і ячмені міститься у вигляді фітинових сполук. Фітинові сполуки зосереджені переважно в алейроновому шарі та зародку. Це важливо для хімічної характеристики зерна, оскільки фітин є запасною формою фосфору, але здатний зв'язувати частину мінеральних елементів. Тому під час видалення оболонкових шарів, алейронового шару і зародка зменшується не лише зольність, а й вміст фосфору, магнію, заліза та інших мінеральних речовин.

Вітамінний склад пшениці і ячменю представлений переважно вітамінами групи В і токоферолами. У 100 г зерна пшениці міститься приблизно 0,3-0,5 мг тіаміну, 0,1-0,2 мг рибофлавіну, 4-6 мг ніацину, 0,3-0,5 мг піридоксину, 1-2 мг токоферолів. У 100 г зерна ячменю міститься близько 0,2-0,5 мг тіаміну, 0,1-0,2 мг рибофлавіну, 4-6 мг ніацину, 0,3-0,6 мг піридоксину, 1-2 мг токоферолів. Найбільше вітамінів міститься у зародку, алейроновому шарі та оболонках. Ендосперм містить їх значно менше.

Ферментний комплекс зерна включає амілази, протеази, ліпази, фосфатази, фітази та окиснювальні ферменти. У здоровому зерні з нормальною вологістю активність ферментів невисока. Під час проростання, зволоження або несприятливого зберігання активність амілаз і протеаз зростає, що змінює стан крохмалю і білкових речовин. Для хімічної характеристики це важливо, оскільки підвищена ферментна активність свідчить про небажані зміни у зернівці.

Пшениця за хімічним складом характеризується вищим вмістом крохмалю і наявністю білково-клейковинного комплексу. Ячмінь має нижчий вміст крохмалю, не утворює пшеничної клейковини, але містить більше клітковини, харчових волокон, бета-глюканів і мінеральних речовин. Порівняльна хімічна характеристика показує, що пшениця містить приблизно на 5-10 % більше крохмалю, тоді як ячмінь характеризується у 2-3 рази вищим вмістом клітковини та у 3-5 разів вищим вмістом бета-глюканів. Саме ці відмінності визначають різну харчову цінність пшеничних і ячмінних продуктів переробки зерна.

4.2 Вимоги до показників якості сировини та розрахунок помельної партії

Якість зерна пшениці та ячменю, що надходить на круп'яне підприємство, визначають за чинними нормативними документами і показниками, які безпосередньо впливають на переробку зерна у крупи. Для

пшениці основним нормативним документом є ДСТУ 3768:2019 «Пшениця. Технічні умови», який поширюється на зерно м'якої та твердої пшениці, призначене для продовольчих і непродовольчих потреб та торгівлі. Для ячменю застосовують ДСТУ 3769-98 «Ячмінь. Технічні умови», який поширюється на зерно ячменю, що постачають для продовольчих, технічних, кормових цілей, пивоварної промисловості та експорту. У круп'яному виробництві ці стандарти є основою для приймання сировини, оскільки вони встановлюють мінімальний рівень якості зерна.

Пшениця, що надходить на переробку, за ДСТУ 3768:2019 поділяється на м'яку і тверду, а кожна з цих груп має власні класові вимоги. Для м'якої пшениці стандарт передбачає чотири класи. Пшениця 1 класу повинна мати натуру не менше 775 г/л. Склоподібність м'якої пшениці 1 класу повинна бути не менше 50 %. Вологість для м'якої пшениці 1 класу обмежується значенням не більше 14,0 %. Зернова домішка для 1 класу допускається не більше 5,0 %, смітна домішка - не більше 1,0 %. Білковий комплекс м'якої пшениці 1 класу також має нормативне значення. Масова частка білка у перерахунку на суху речовину повинна бути не меншою ніж 14,0 %, а масова частка сирої клейковини - не меншою ніж 28,0 %. Якість клейковини для м'якої пшениці 1 класу має перебувати в межах 45-100 од. ВДК, а число падіння повинно бути не меншим ніж 220 с.

М'яка пшениця 2 класу має дещо нижчі вимоги, проте залишається цінною продовольчою сировиною. Натура для цього класу повинна бути не меншою ніж 750 г/л. Порівняно з 1 класом це нижча межа, тому така пшениця може містити менше виповнене зерно або мати дещо нижчу щільність зернової маси. Склоподібність м'якої пшениці 2 класу повинна бути не меншою ніж 40 %. Вологість, як і для 1 класу, не повинна перевищувати 14,0 %. Зернова домішка допускається до 8,0 %, смітна домішка - до 2,0 %.

Для м'якої пшениці 2 класу масова частка білка повинна бути не меншою ніж 12,5 %, сира клейковина - не меншою ніж 23,0 %, якість

клейковини повинна перебувати в межах 45-100 од. ВДК, а число падіння має бути не меншим ніж 220 с.

М'яка пшениця 3 класу за ДСТУ 3768:2019 повинна мати натуру не менше 730 г/л, вологість не більше 14,0 %, зернову домішку не більше 8,0 %, смітну домішку не більше 2,0 %, білок не менше 11,0 %, сиру клейковину не менше 18,0 %, якість клейковини 45-100 од. ВДК і число падіння не менше 180 с. Зниження натури до 730 г/л порівняно з 1 і 2 класами свідчить про нижчу виповненість зерна, що може зменшувати вихід крупної фракції. Білок на рівні не нижче 11,0 % і сира клейковина не нижче 18,0 % характеризують нижчий рівень білкового комплексу. Число падіння 180 с як мінімальна межа нижче, ніж для 1 і 2 класів, тому така пшениця потребує контролю щодо можливих ознак проростання або підвищеної ферментної активності.

М'яка пшениця 4 класу має вологість не більше 14,0 %, зернову домішку не більше 15,0 %, смітну домішку не більше 3,0 %, сажкове зерно не більше 10,0 %, а натура, склоподібність, білок, клейковина і число падіння для цього класу не обмежуються.

Тверда пшениця має особливе значення для виробництва круп'яних продуктів, оскільки її ендосперм зазвичай щільніший, а склоподібність вища. ДСТУ 3768:2019 поділяє тверду пшеницю на п'ять класів. Для всіх класів твердої пшениці встановлено вологість не більше 14,5 %. Натура для 1 і 2 класів повинна бути не меншою ніж 750 г/л, для 3 класу - не меншою ніж 730 г/л, для 4 класу - не меншою ніж 710 г/л, для 5 класу цей показник не обмежується. Склоподібність твердої пшениці є одним із головних показників. Для 1 класу вона повинна становити не менше 70 %, для 2 класу - не менше 60 %, для 3 класу - не менше 50 %, для 4 класу - не менше 40 %, Для твердої пшениці зернова домішка допускається не більше 5,0 % у 1 і 2 класах, не більше 8,0 % у 3 класі, не більше 10,0 % у 4 класі і не більше 15,0 % у 5 класі. Смітна домішка для 1-3 класів не повинна перевищувати 2,0 %, для 4 і 5 класів - 5,0 %. Білок у твердій пшениці має становити не менше 14,0 % для 1 класу, не менше 13,0 % для 2 класу, не менше 12,0 % для 3 класу, не

менше 11,0 % для 4 класу; для 5 класу цей показник не обмежується. Число падіння для твердої пшениці має бути не менше 220 с для 1 класу, 200 с для 2 класу, 150 с для 3 класу, 100 с для 4 класу; для 5 класу не обмежується.

Ячмінь для продовольчих цілей за ДСТУ 3769-98 повинен мати жовтий колір із різними відтінками, вологість не більше 14,5 %, натуру не менше 600 г/л, смітну домішку не більше 2,0 %, зернову домішку не більше 7,0 %, дрібне зерно не більше 5,0 %. Ці вимоги мають безпосередній зв'язок із круп'яним виробництвом. Жовтий колір із властивими відтінками свідчить про нормальний стан зерна. Невластиве потемніння, затхлий або пліснявий запах можуть бути ознаками самозігрівання або неправильного зберігання, а такі дефекти переходять у готову крупу і знижують її споживчі властивості. Вологість не більше 14,5 % потрібна для безпечного зберігання і нормальної сипкості зернової маси. Натура продовольчого ячменю не менше 600 г/л характеризує достатню виповненість зерна. Смітна домішка у продовольчому ячмені за ДСТУ 3769-98 не повинна перевищувати 2,0 %. У межах цього показника мінеральна домішка обмежується до 0,3 %, галька - до 0,1 %, шлак і руда - до 0,05 %, зіпсовані зерна - до 0,2 %, вівсюг - до 1,0 %, кукіль - до 0,3 %, фузаріозні зерна - до 1,0 %, шкідлива домішка - до 0,2 %, зокрема ріжки і сажка - до 0,1 %. Для круп'яного виробництва ці показники мають різне, але однаково важливе значення.

Зернова домішка у продовольчому ячмені допускається не більше 7,0 %. При цьому зерна ячменю, віднесені до зернової домішки, допускаються не більше 2,0 %, пророслі зерна - не більше 2,0 %, зерна і насіння інших культурних рослин - не більше 3,0 %, у тому числі зерна жита і вівса - не більше 0,5 %. Дрібне зерно у продовольчому ячмені допускається не більше 5,0 %. Цей показник має прямий вплив на роботу луцильних і шліфувальних систем. Зараженість ячменю шкідниками хлібних запасів за ДСТУ 3769-98 не допускається, крім зараженості кліщем не вище 1 ступеня.

Плівчастість ячменю є технологічно важливою ознакою, навіть якщо в наведених продовольчих вимогах ДСТУ 3769-98 вона не завжди є головним

класифікаційним показником. Для круп'яного виробництва плівчастість безпосередньо впливає на вихід лузги і готової крупи. Чим більша частка квіткових плівок, тим більше маси переходить у лузгу і тим нижчим може бути вихід готового продукту.

Для пшениці й ячменю обов'язковим є контроль показників безпечності. Зерно, призначене для харчової переробки, повинно відповідати вимогам щодо токсичних елементів, мікотоксинів, залишків пестицидів, радіонуклідів, шкідливих домішок і санітарного стану.

4.3 Обґрунтування схеми технологічного процесу

Зерно пшениці або ячменю з бункерів для неочищеного зерна зважують та після зважування зерно надходить у сепаратор ПСО-0,7 з аспіраційною колонкою ВС-400. У сепараторі ПСО-0,7 виділяються домішки, які відрізняються від основного зерна за розмірами. Крупні домішки виділяються сходом із сита з отворами 4,0×20 мм. Дрібні домішки проходять крізь сито з отворами 2,0×20 мм. Аспіраційна колонка ВС-400 виділяє легкі домішки повітряним потоком. Після цієї операції зернова маса звільняється від крупних, дрібних і легких домішок. Після сепаратора ПСО-0,7 зерно надходить у каменевідбірник ОМП-3,0. У каменевідбірнику виділяються мінеральні домішки, які близькі до зерна за розмірами, але мають більшу густину. Після каменевідбірника зерно подається на четвертий поверх у трієрний блок. Трієрний блок складається з трієра-кукілевідбірника ТЦК-700 і трієра-вівсюговідбірника ТЦО-700. У трієрі-кукілевідбірнику ТЦК-700 виділяються короткі домішки, зокрема кукіль і частинки подрібнених зернівок. У трієрі-вівсюговідбірнику ТЦО-700 виділяються довгі домішки, зокрема вівсюг. Після трієрного блока зерно надходить в оббивну машину МАО-3 з аспіраційною колонкою ВС-400. В оббивній машині МАО-3 здійснюється обробка поверхні зерна. Для ячменю ця операція важлива перед лущенням, оскільки частково послаблюється зв'язок квіткових плівок із

зернівкою. Для пшениці оббивна машина МАО-3 забезпечує чистішу поверхню зерна перед наступними операціями. Легкі продукти поверхневої обробки вилучаються аспіраційною колонкою ВС-400.

На наступному етапі зерно надходить на першу систему луцильно-шліфувальних машин КАСКАД. Для ячменю ця операція забезпечує відокремлення квіткових плівок, частини плодових і насіннєвих оболонок. Після першої системи луцильно-шліфувальних машин КАСКАД продукти обробки надходять у повітряний сепаратор АСО-5,0. У повітряному сепараторі легкі фракції відокремлюються повітряним потоком. Далі продукти обробки надходять у просіювальне обладнання БМ-1,2. У БМ-1,2 здійснюється сортування продуктів обробки.

На наступному етапі продукти обробки надходять на другу систему луцильно-шліфувальних машин КАСКАД. Після другої системи луцильно-шліфувальних машин КАСКАД продукти обробки надходять у повітряний сепаратор АСО-5,0. У повітряному сепараторі легкі фракції відокремлюються повітряним потоком. Далі продукти обробки надходять у просіювальне обладнання БМ-1,2. У БМ-1,2 здійснюється сортування.

Після чого ціле і подрібнене шліфоване ядро пшениці або ячменю контролюють і спрямовують на фасування або в бункери для готової продукції.

4.4 Розрахунок балансу помелу зерна

Кількісний баланс універсального крупозаводу продуктивністю 60 т/добу з переробки ячменю і пшениці являє собою розрахунок руху зерна, проміжних продуктів, готової крупи, побічних продуктів і відходів за всіма ділянками технологічної схеми. У ньому відображається, яка кількість зерна надходить у виробництво, яка маса продукту переходить з однієї технологічної операції на наступну, яка частина сировини виділяється у

вигляді домішок, лузги, борошенця, частинок подрібненого ядра, дрібної фракції та інших продуктів, що не належать до готової крупи.

Для крупозаводу продуктивністю 60 т/добу кількісний баланс є основою для визначення навантаження на технологічне обладнання. Добова продуктивність підприємства задає загальну кількість зерна, що повинна бути перероблена протягом доби, але для проектних розрахунків важливо знати не лише масу зерна на вході у виробництво. Потрібно встановити кількість продукту після кожної операції: після очистки зерна, виділення мінеральних домішок, трієрування, обробки поверхні зерна, лушення, шліфування, аспірації та сортування продуктів лушення.

Кількісний баланс для ячменю має враховувати особливості його будови як сировини для круп'яного виробництва. Ячмінь має квіткові плівки, які під час переробки повинні бути відокремлені від зернівки. Тому після очистки зерна основні зміни маси відбуваються після оббивної машини МАО-3, лушення і шліфування. У процесі лушення відокремлюються квіткові плівки, частина плодових і насінневих оболонок, а також утворюються борошенце і частинки подрібненого ядра. Після повітряного сепарування та сортування продуктів лушення виділяються легкі фракції, лузга, дрібні продукти і основна фракція, придатна для одержання крупи. У кількісному балансі це повинно бути показано як послідовне зменшення маси основного потоку та розподіл продуктів за призначенням.

Кількісний баланс для пшениці має інший характер, оскільки пшениця не має квіткових плівок, властивих ячменю. Під час її переробки основні втрати маси пов'язані з виділенням домішок під час очистки, обробкою поверхні зерна, відокремленням оболонкових частинок, борошенця та дрібних фракцій. Тому для пшениці баланс повинен відображати не виділення лузги у такому значенні, як для ячменю, а зміну маси зерна після очистки, шліфування, аспірації та сортування. Це важливо, оскільки одна й та сама технологічна схема універсального крупозаводу працює з різними

видами зерна, але кількісний вихід готової продукції і побічних продуктів для ячменю і пшениці буде різним.

На ділянці очистки кількісний баланс показує, яка кількість зерна надходить після зважування і яка частина маси виділяється у вигляді крупних, дрібних, легких, мінеральних, коротких і довгих домішок. Після сепаратора ПСО-0,7 з аспіраційною колонкою ВС-400, каменевідбірника ОМП-3,0, трієра-кукілевідбірника ТЦК-700 і трієра-вівсюговідбірника ТЦО-700 маса зернового потоку зменшується на кількість виділених домішок. При цьому очищене зерно повинно надходити на наступні операції у кількості, що відповідає продуктивності подальшого технологічного обладнання.

Після обробки в оббивній машині МАО-3 кількісний баланс відображає зміну маси зерна. Тут від зернової маси відокремлюються пил, частинки поверхневих оболонок і легкі продукти обробки. Для ячменю ця операція підготовлює зерно до подальшого луцення, а для пшениці забезпечує чистішу поверхню зернівки перед наступними операціями. У балансі ці продукти повинні бути віднесені до окремого потоку, а маса зерна, що надходить на луцильно-шліфувальні машини КАСКАД, повинна бути зменшена на відповідну величину.

На ділянці луцення, шліфування, аспірації та сортування кількісний баланс є особливо важливим, оскільки саме тут визначається основний вихід готової крупи. Після луцильно-шліфувальних машин КАСКАД продукти обробки надходять у повітряний сепаратор АСО-5,0, де легкі фракції відокремлюються повітряним потоком. Далі продукти надходять у просіювальне обладнання БМ-1,2, де здійснюється сортування продуктів луцення. У балансі повинно бути показано, яка частина продукту повертається на подальшу обробку, яка переходить у готову крупу, яка виділяється як борошенце, лузга, дрібна фракція або частинки подрібненого ядра.

4.5 Підбір та розрахунок технологічного обладнання

Бункери. Для зберігання неочищеного зерна обрано металеві силоси СМВУ.37.02.К60.В12, діаметром 3,66 м, загальною висотою 7800 та місткістю 39 м³.

Для розрахунку ємкості металевих силосів, визначаємо об'єм силосу.

Місткість силосу в тонах розраховуємо за формулою:

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

де V – об'єм силосу, м³;

η – об'ємна маса зерна (для ячменю складає 0,68 т/м³ – за результатами досліджень), т/м³;

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

Тоді ємкість металевих силосів для голозерного вівса становитиме:

$$E = 39 \cdot 0,68 \cdot 0,95 = 25 \text{ т.}$$

Кількість металевих силосів для вівса розраховуємо за формулою:

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

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

τ – час перебування зерна в бункерах, год;

E – місткість силосу, т.

Кількість бункерів для першого відволоження для високо- і низькоскловидного зерна розраховують окремо.

Кількість бункерів, визначену розрахунковим шляхом, погоджують з компоновальним рішенням підготовчого відділення (ширина підготовчого відділення, кількість рядів бункерів, кількість бункерів в ряді і т.п.).

Дозуючі машини. Необхідну кількість дозуючих машин (УРЗ-1, УРЗ-2Б ЗС-250) визначають за кількістю бункерів, під кожним бункером установлюють один дозатор. Продуктивність УРЗ-1 складає 0,2..0,7 т/год, УРЗ-2 0,2..1,2 т/год, ЗС-250 – 4,5 т/год.

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

$$n = \frac{60 * 30}{24 * 25} = 3,3 \approx 4 \text{ шт.}$$

Приймаємо 4 бункера.

Для готової продукції встановлюємо квадратні бункери (форма прямокутної призми). Для розрахунку приймаємо тривалість перебування круп у цих силосах 48 год, тоді кількість бункерів для готової продукції становитиме:

$$n = \frac{60 * 48}{24 * 25} = 4 \text{ шт.}$$

Приймаємо 4 бункера.

Розрахунок обладнання

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

$$Q_{з.оч.} = k * Q$$

$$Q_{з.оч.} = 1,1 * 60 = 66 \text{ т/д}$$

де k — коефіцієнт підвищення виробничої потужності, який приймаємо 1,1;

Q - виробнича потужність круп'яного заводу, т/день.

Продуктивність за одну годину визначаємо за формулою:

$$q_{з.оч.} = 3 \text{ т/год}$$

Кількість машин, передбачених схемою очищення і підготовки зерна, при підготовці зерна одним потоком визначають у графічній послідовності, використовуючи формулу:

$$n = \frac{q_{з.оч.}}{q_m}$$

$q_{з.оч.}$ - продуктивність підготовчого відділення, т/год;

q_m - продуктивність конкретної машини, т/год.

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

Автоматичні ваги над сепаратором визначають за формулою

$$n = \frac{1000 \cdot Q_{з.оч}}{24 \cdot 60 \cdot v \cdot k} = \frac{1000 \cdot 66}{24 \cdot 60 \cdot 50 \cdot 2} = 0,5 \sim 1(\text{шт}),$$

де $Q_{з.оч}$ – продуктивність підготовчого відділення, т/доб;

v – місткість ковша, кг;

k – кількість зважувань за хвилину.

Автоматичні ваги АД-50-3Е мають місткість ковша $v = 50$ кг, число зважувань $k = 2$.

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

$$n = \frac{Q_{зоч}}{Q_m},$$

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

Q_m – продуктивність конкретної машини, т/год.

На етапі очистки від грубих домішок та розділення на фракції - ситоповітряний сепаратор ПСО-0,7

$n = 3/3 = 1$; приймаємо 1 машину.

Відділення мінеральних домішок - каменевідбірник ОМП-3,0

$n = 3/3 = 1$; приймаємо 1 каменевідбірник.

Відділення шкідливих домішок – трієрний блок, який складається з трієру-кукілевідбірника ТЦК-700 та трієру-вівсюговідбірника ТЦО-700

$n = 3/5 = 0,6$; приймаємо 1 трієр-кукілевідбірник;

$n = 3/4 = 0,75$; приймаємо 1 трієр-вівсюговідбірник.

Відділення металоманітних домішок - магнітний сепаратор

$n = 3/3 = 1$; приймаємо 1;

Попереднє луцення 1 – оббивна машина МАО-3

$n = 3/3 = 1$; приймаємо 1;

Попереднє лущення 2 – оббивна машина МАО-3

$n = 3/3 = 1$; приймаємо 1;

Перше лущення – лущильно-шліфувальна машина Каскад-1,6

$n = 3/1,6 = 1,9$; приймаємо 2;

Аспіраційна система після першого лущення – сепаратор АСО-5

$n = 3/5 = 0,6$; приймаємо 1 ;

Сортувальна система після першого лущення – бурат БМ-1,2

$n = 3/1,2 = 2,5$; приймаємо 2.

Друге лущення – лущильно-шліфувальна машина Каскад-1,6

$n = 3/1,6 = 1,9$; приймаємо 2;

Аспіраційна система після другого лущення – сепаратор АСО-5

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

приймаємо 2 так, як це технологічно ефективно на даному етапі для кращого відділення відходів після лущення;

Сортувальна система після другого лущення – бурат БМ-1,2

$n = 3/1,2 = 2,5$; приймаємо 2.

Автоматичні ваги над бункерами для готової продукції визначають за формулою

$$n = \frac{1000 * Q_{з.оч.}}{24 * 60 * v * k} = \frac{1000 * 77}{24 * 60 * 50 * 2} = 0,5 \sim 1(\text{шт})$$

Для аспірації обладнання використовуємо циклони марки ЦН–24-800 та ЦН–24-1000 з викидом повітря уверх.

4.6 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва. Застосування системи НАССР

Технохімічний і мікробіологічний контроль на універсальному крупо заводі продуктивністю 60 т/добу є обов'язковою частиною виробничого контролю якості та безпечності круп. Його призначення полягає

не тільки у перевірці готової продукції перед відвантаженням, а в систематичному нагляді за всіма етапами руху зерна і продуктів його переробки: прийманням зерна, відбором проб, зберіганням сировини, очисткою зернової маси, сортуванням зерна за крупністю, роботою оббивної машини, луценням, сортуванням продуктів луцення, шліфуванням, контролем готової крупи, пакуванням, зберіганням і відвантаженням.

Виробничий контроль починається з правильного відбору проб. Результати лабораторного аналізу мають значення лише тоді, коли проба справді характеризує партію зерна або готової крупи. Якщо пробу відібрано з одного місця, з верхнього шару насипу або без урахування неоднорідності зернової маси, отримані показники не можуть бути основою для правильного технологічного рішення. Це може спричинити приймання зерна з прихованими дефектами, неправильний вибір сит, порушення режиму очистки, збільшення втрат доброякісного зерна у відходах, підвищення кількості нелущеного зерна або надмірне подрібнення тощо.

Проби відбирають від кожної партії зерна. Партією вважають кількість зерна однієї культури, однорідну за якістю і супроводжену одним документом про якість. Під час приймання автомобільного транспорту точкові проби відбирають із різних місць кузова, оскільки вологість, засміченість, кількість дрібної фракції, пошкодженого зерна і домішок можуть бути неоднаковими по всій масі насипу. З точкових проб складають об'єднану пробу, а з неї виділяють середню лабораторну пробу. За цією пробой визначають вологість, засміченість, натуру, крупність, вирівняність, зараженість шкідниками, колір, запах, наявність щуплого, пророслого, битого або пошкодженого зерна.

Під час приймання зерна важливе значення мають органолептичні показники. Колір, запах, зовнішній вигляд, наявність затхлості, пліснявіння, ознак самозігрівання, зволоження або пошкодження шкідниками дають першу оцінку стану партії. Зерно з невластивим запахом, слідами пліснявіння, підвищеною температурою або зараженістю шкідниками не

можна подавати у виробництво без додаткового дослідження. Таку партію ізолюють, повторно аналізують і лише після цього визначають можливість її подальшого використання.

Вологість є одним із головних показників технохімічного контролю. Вона впливає на зберігання, сипкість, ефективність очистки, роботу оббивної машини, лушення, шліфування, кількість частинок подрібненого ядра, утворення борошенця і вихід готової продукції. Зерно з підвищеною вологістю гірше зберігається, може злежуватися, самозігріватися і уражуватися пліснявими грибами. Надмірно сухе зерно має крихке ядро, через що під час лушення і шліфування зростає кількість подрібненого ядра та борошенця.

Засміченість зерна визначають для оцінки кількості мінеральних, органічних, зернових і шкідливих домішок. Мінеральні домішки можуть пошкоджувати технологічне обладнання і створювати ризик сторонніх включень у готовій продукції. Органічні домішки, пил, частини стебел і рослинні рештки погіршують санітарний стан виробництва та збільшують навантаження на аспіраційні системи. Зернова домішка, щупле, проросле, бите або пошкоджене зерно знижує якість круп, ускладнює лушення і зменшує кількість доброякісного ядра.

Крупність і вирівняність зерна мають безпосередній вплив на роботу круп'яного заводу. Нерівномірне за розміром зерно складно переробляти в одному технологічному режимі. Великі зернівки можуть залишатися недостатньо обробленими, а дрібні - надмірно подрібнюватися. Унаслідок цього збільшується кількість нелущеного зерна, частинок подрібненого ядра, борошенця і втрат доброякісного ядра у відходах.

На етапі очистки контролюють ефективність виділення домішок. Проби відбирають до і після зерноочисного технологічного обладнання. За результатами аналізу визначають залишковий вміст домішок, втрати доброякісного зерна у відходах, правильність роботи сит, повітряних каналів, каменевідбірників, трієрів, аспірації тощо. Якщо у відходи потрапляє значна

кількість доброякісного зерна, це свідчить про неправильне налагодження технологічного обладнання. Якщо після очистки в зерні залишається багато домішок, погіршуються умови подальшої переробки і зростає ризик зниження якості готової крупи.

На ділянці оббивної машини лабораторний контроль спрямований на оцінку стану зерна після видалення пилу, частини поверхневих забруднень і легких оболонкових частинок. Контролюють вміст битого зерна, кількість дрібної фракції, наявність борошенця, ефективність аспірації та втрати доброякісного зерна з відходами. Недостатня дія оббивної машини залишає на поверхні зерна пил і оболонкові частинки, що погіршує санітарний стан наступних продуктів переробки. Надмірна дія може збільшувати кількість пошкодженого зерна, частинок подрібненого ядра і борошенця. Тому режим роботи оббивної машини повинен відповідати вологості, крупності, засміченості та міцності зерна конкретної партії.

Металоманітні домішки вилучають за допомогою магнітних сепараторів. Їх встановлюють на відповідальних ділянках руху зерна і продуктів його переробки: після приймання та очистки, перед луценням, після окремих транспортних операцій, перед пакуванням або перед передачею готової крупи на склад. Металоманітні домішки є фізичним небезпечним чинником, оскільки можуть пошкоджувати технологічне обладнання і становити небезпеку для споживача. Магнітні сепаратори регулярно очищають, перевіряють їх технічний стан і фіксують результати контролю в журналі.

Під час луцення контролюють вміст нелущеного зерна, кількість доброякісного ядра, лузги, борошенця і частинок подрібненого ядра. Ці показники характеризують правильність інтенсивності луцення. Якщо вона недостатня, у продуктах луцення зростає частка нелущеного зерна. Якщо надмірна - збільшується подрібнення ядра і знижується вихід готової продукції. Лабораторні результати використовують для коригування режиму

лушильного технологічного обладнання, щоб забезпечити відокремлення оболонки без зайвих втрат доброякісного ядра.

Під час сортування продуктів лущення контролюють чіткість розділення суміші на доброякісне ядро, нелущене зерно, лузгу, борошенце і частинки подрібненого ядра. Ефективність сортування залежить від правильного підбору сит, стану робочих поверхонь технологічного обладнання, рівномірної подачі продукту, повітряного режиму аспірації та відсутності перевантаження. Якщо сортування недостатнє, у готовий продукт можуть потрапляти лузга, нелущене зерно або дрібні домішки. Якщо режим надмірно жорсткий, у відходи потрапляє доброякісне ядро.

Під час шліфування контролюють ступінь видалення оболонки, зовнішній вигляд ядра, колір, запах, кількість борошенця, цілісність ядра і рівномірність обробки. Для ячмінних і пшеничних круп шліфування впливає на товарний вигляд, чистоту поверхні, споживчі властивості та вихід готової продукції. Надмірне шліфування збільшує втрати у вигляді борошенця і частинок подрібненого ядра, а недостатнє залишає на поверхні ядра зайві оболонки.

Готову крупу контролюють за органолептичними, фізико-хімічними, технологічними і санітарними показниками. Оцінюють колір, запах, зовнішній вигляд, однорідність, відсутність затхлості, пліснявіння, стороннього запаху, живих шкідників і сторонніх включень. Визначають вологість, вміст доброякісного ядра, крупність, вирівняність, кількість домішок, частинок подрібненого ядра, лузги, нелущеного зерна, борошенця і металоманітних домішок. Продукція, яка не відповідає встановленим вимогам, не повинна передаватися на відвантаження без рішення відповідальної особи.

Мікробіологічний контроль у круп'яному виробництві має попереджувальний характер. Крупи є сухими харчовими продуктами, однак ризик мікробіологічного забруднення зростає при підвищеній вологості зерна, порушенні умов зберігання, появі конденсату, забрудненні

технологічного обладнання, тари, складів або готової продукції пилом, пліснявими зернами, залишками старих партій, шкідниками чи продуктами їх життєдіяльності. Об'єктами контролю є зерно підвищеного ризику, готові крупи, змиви з поверхонь технологічного обладнання, бункерів, транспортерів, самопливів, пакувальних столів, вагового обладнання, інвентарю, тари, а також повітря виробничих і складських приміщень.

Система НАССР на крупозаводі охоплює біологічні, хімічні та фізичні небезпечні чинники. До біологічних належать плісняві гриби, небажана мікрофлора, забруднення від шкідників і залишків старих партій. До хімічних - мікотоксини, залишки пестицидів, токсичні елементи, мийні та дезінфекційні засоби, мастильні матеріали. До фізичних - камінці, металеві включення, скло, пластик, частини тари або елементи технологічного обладнання. Контроль цих чинників здійснюють через приймання зерна, очистку, роботу магнітних сепараторів, санітарний стан виробництва, контроль тари, пакування і готової продукції.

Документування є обов'язковою частиною технохімічного і мікробіологічного контролю. На підприємстві ведуть журнали приймання зерна, відбору проб, лабораторного аналізу, контролю вологості, засміченості, очистки, роботи оббивної машини, луцення, шліфування, сортування продуктів луцення, контролю готової продукції, очищення магнітних сепараторів, санітарного стану, боротьби зі шкідниками, мікробіологічного контролю, невідповідної продукції, коригувальних дій і простежуваності партій.

Простежуваність дає змогу встановити шлях зерна від постачальника до готової крупи. Для кожної партії фіксують постачальника, дату надходження, культуру, масу, показники якості, місце зберігання, дату подачі у виробництво, результати контролю, отриману готову продукцію, номер партії крупи і напрям відвантаження. У разі невідповідності така система дає змогу швидко визначити межі проблемної партії, припинити її відвантаження і провести додатковий аналіз. Таким чином, технохімічний і

мікробіологічний контроль забезпечує випуск безпечних круп із належними споживчими властивостями та зменшує втрати доброякісного ядра у виробництві.

4.7 Охорона праці

Охорона праці на універсальному крупозаводі продуктивністю 60 т/добу є системою правових, організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних, протипожежних і навчальних заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності працівників під час виробництва круп.

Нормативною основою організації охорони праці є Закон України “Про охорону праці”, який визначає право працівників на безпечні умови праці та обов'язки роботодавця щодо запобігання виробничому травматизму. Для крупозаводу це означає, що продуктивність технологічної лінії не може бути важливішою за безпечне розміщення технологічного обладнання, справність огорожень, порядок очищення, ремонту, транспортування зерна, обслуговування аспіраційних систем, пакування та відвантаження готової продукції.

Система охорони праці повинна охоплювати всі виробничі зони: приймання зерна, склади сировини, зерноочисне відділення, ділянки лущення, шліфування, сортування продуктів лущення, фасування, склад готової продукції, аспіраційні системи, ремонтні приміщення, електрощитові, лабораторію, адміністративно-побутові приміщення, внутрішньозаводські проїзди і місця роботи навантажувальної техніки. Небезпека виникає не лише біля основного технологічного обладнання, а й біля приймальних ям, відкритих люків, сходів, майданчиків обслуговування, бункерів, самопливів, транспортерів, зон накопичення пилу, рамп і складських проходів.

Основними небезпечними і шкідливими виробничими чинниками є зерновий пил, шум, вібрація, рухомі та обертові частини технологічного

обладнання, ризик затягування одягу або рук у транспортні елементи, падіння з висоти, падіння у приймальні ями, ураження електричним струмом, травмування навантажувачами, автомобілями і піддонами, фізичне перевантаження, недостатнє освітлення, несприятливий мікроклімат, пожежна і вибухопожежна небезпека пилоповітряних сумішей.

Зерновий пил є одним із найхарактерніших чинників круп'яного виробництва. Він утворюється під час приймання зерна, пересипання, очистки, лущення, шліфування, сортування продуктів лущення, транспортування норіями і транспортерами, роботи бункерів, фасування та прибирання просипів. Пил погіршує умови дихання працівників, осідає на технологічному обладнанні, підлозі, перекриттях, кабельних лотках, повітроводах і будівельних конструкціях. Якщо пил своєчасно не видаляти, він стає не лише санітарною проблемою, а й чинником пожежної та вибухопожежної небезпеки. Тому потрібно передбачати герметизацію місць пересипання, ефективну аспірацію, регулярне очищення поверхонь, справність фільтрів, недопущення просипів зерна і заборону очищення поверхонь стисненим повітрям у місцях, де це може підняти пил у повітря.

Аспіраційна система є одним із головних технічних засобів охорони праці. Вона повинна видаляти пил безпосередньо з місць його утворення: приймальних бункерів, завальних ям, норійних головок і башмаків, пересипних вузлів, зерноочисного технологічного обладнання, ділянок лущення, шліфування, сортування продуктів лущення, фасування і пакування. Для надійної роботи аспірації повітроводи мають бути герметичними, фільтри і пиловловлювачі справними, шлюзові затвори працездатними, а бункери пилу очищеними. Накопичення пилу у повітроводах, фільтрах, циклонах і на верхніх поверхнях технологічного обладнання не допускається.

Шум на крупозаводі створюють зерноочисне, лущильне, шліфувальне, просіювальне, транспортне, вентиляційне і пакувальне технологічне обладнання, норії, вентилятори, компресори, транспортери, електродвигуни

та навантажувальна техніка. Шум впливає на слух, увагу і здатність працівника своєчасно реагувати на сигнали. Зменшення шуму забезпечують справним станом технологічного обладнання, своєчасною заміною зношених підшипників, балансуванням роторів, надійним кріпленням приводів, ізоляцією шумних вузлів і застосуванням засобів захисту слуху там, де технічними заходами неможливо досягти безпечного рівня.

Вібрація виникає під час роботи просіювального, лушильного, шліфувального, транспортного і вентиляційного технологічного обладнання. Вона впливає на працівників, послаблює кріплення, підвищує шум, прискорює зношування деталей і може порушувати точність роботи обладнання. Тому технологічне обладнання з динамічними навантаженнями встановлюють на міцних основах, застосовують віброізоляцію, регулярно перевіряють кріплення, балансування, стан приводів, підшипників і захисних кожухів.

Мікроклімат і освітлення мають відповідати умовам роботи працівників. У виробничих приміщеннях потрібно забезпечити належну температуру, вологість, рух повітря, вентиляцію, захист від протягів і перегріву. Освітлення повинно давати змогу безпечно обслуговувати норії, транспортери, ситові поверхні, самопливи, засувки, пульти керування, вагове обладнання, магнітні сепаратори і пакувальні вузли. У корпусі передбачають робоче, аварійне та евакуаційне освітлення. У запилених приміщеннях світильники повинні мати відповідний пилозахист.

Безпека технологічного обладнання є центральним питанням охорони праці. Усі відкриті рухомі частини повинні мати огороження: муфти, шків, пасові та ланцюгові передачі, відкриті кінці валів, вентиляторні крильчатки, транспортні елементи, приводи, завантажувальні й розвантажувальні вузли. Огороження мають бути міцними, закріпленими і зручними для зняття лише під час ремонту. Пуск технологічного обладнання, особливо розміщеного на різних поверхах, повинен супроводжуватися попереджувальним сигналом і перевіркою відсутності працівників у небезпечних зонах.

Перед ремонтом, очищенням, заміною сит, оглядом приводів, очищенням башмаків норій, транспортерів, магнітних сепараторів або бункерів технологічне обладнання повністю зупиняють, відключають від електроживлення, вивішують заборонні знаки і перевіряють неможливість самовільного пуску. Заборонено очищати або регулювати обладнання під час руху, навіть якщо робота здається короткочасною.

Особливої уваги потребують приймальні пристрої, норії, транспортери, силоси і бункери. Завальна яма повинна мати міцну решітку, огороження небезпечних місць, аспірацію, освітлення і тверде покриття навколо. Норії мають бути обладнані безпечними оглядовими люками, захистом башмаків і головок, місцевим освітленням та аспірацією. У силоси і бункери не можна заходити без оформленого дозволу, провітрювання, страхування, нагляду і перевірки безпечності середовища, оскільки сипкий матеріал може спричинити засипання працівника.

Електробезпека забезпечується справністю електроустановок, заземленням, захистом від коротких замикань, перевантаження і випадкового доторкання до струмовідних частин. Електрощитові потрібно розміщувати у сухих, чистих, відокремлених приміщеннях, захищених від зернового пилу. Самовільний ремонт електрообладнання працівниками без відповідного допуску не допускається.

Пожежна безпека на крупозаводі пов'язана з наявністю сухого зерна, круп, лузги, борошенця, пакувальних матеріалів, пилу, електрообладнання і вентиляційних установок. Накопичення пилу на перекриттях, балках, світильниках, повітроводах і кабельних лотках створює умови для поширення горіння. Пилоповітряні суміші можуть бути вибухонебезпечними, особливо у фільтрах, циклонах, бункерах, норіях, транспортерах і повітроводах. Джерелами займання можуть бути перегріті підшипники, металеві домішки, несправне електрообладнання, статична електрика, тертя рухомих частин або вогневі роботи. Тому потрібні магнітні сепаратори, заземлення металевих конструкцій, справна аспірація, регулярне

очищення пиловловлювачів і суворий порядок проведення зварювальних робіт.

Безпечна робота внутрішньозаводського транспорту потребує розділення пішохідних і транспортних шляхів, позначення місць перетину, обмеження швидкості, освітлення рамп і правильного складування піддонів. Працівники повинні користуватися засобами індивідуального захисту: респіраторами від пилу, окулярами, засобами захисту слуху, спецодягом, рукавицями, захисним взуттям, касками і страхувальними засобами під час робіт на висоті.

Навчання, інструктажі та перевірка знань є обов'язковими перед допуском до роботи. Працівники повинні знати небезпеки пилу, норій, транспортерів, бункерів, приймальних ям, магнітних сепараторів, навантажувачів, електроустановок, пожежної небезпеки і робіт на висоті. Документація з охорони праці повинна включати інструкції, журнали інструктажів, протоколи перевірки знань, графіки оглядів і ремонтів, записи видачі засобів захисту, перевірки аспірації, електрообладнання, пожежних засобів і розслідування інцидентів.

РОЗДІЛ 5 СПЕЦІАЛЬНІ РОЗРАХУНКИ

5.1. Аспірація

Аспірація – це процес видалення пилу, легких домішок і забрудненого повітря, що утворюються під час роботи технологічного обладнання. У круп'яному виробництві аспіраційні мережі призначені для знепилення обладнання, транспортних пристроїв і дільниць, через які переміщуються зерно, проміжні продукти, готова крупа, лузга, борошенце та відходи. Її значення полягає не лише у поліпшенні санітарного стану виробництва, а й у забезпеченні безпечних умов праці, зниженні запиленості повітря, запобіганні накопиченню вибухонебезпечного пилу та підтриманні нормальної роботи технологічного обладнання.

У круп'яному виробництві аспірація забезпечує знепилення технологічного обладнання, транспортних механізмів і виробничих приміщень, сприяє видаленню легких домішок із зернової маси та продуктів переробки, поліпшує умови сортування проміжних продуктів, а також може використовуватися для охолодження продуктів переробки й окремих вузлів технологічного обладнання. Особливо важливою вона є на дільницях приймання, очистки зерна, лущення, шліфування, сортування продуктів лущення, транспортування лузги, борошенця і дрібних фракцій, оскільки саме на цих операціях утворюється найбільша кількість пилу.

Аспіраційні установки за характером обслуговування поділяють на місцеві та центральні. Місцева аспіраційна мережа обслуговує одну одиницю технологічного обладнання і застосовується тоді, коли пиловиділення зосереджене біля окремого обладнання або коли потрібний самостійний повітряний режим. Центральна аспіраційна мережа обслуговує кілька одиниць технологічного обладнання. Вона поширена на зернопереробних

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.І.1.6			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розділ 5			
Розробив	Лашкін Г.М.							
Керівник	Кустов І.О.							
Консультант								
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.				ОНТУ, ТЗХ-41			

підприємствах, оскільки дає змогу об'єднати обладнання з близьким технологічним призначенням і подібними вимогами до повітрообміну. Такі мережі застосовують для зерноочисного обладнання, лушильних і шліфувальних систем, транспортних пристроїв, бункерів і місць пересипання продукту.

Для аспірації технологічного обладнання переважно застосовують всмоктувальні мережі. Очищення аспіраційного повітря може здійснюватися в одну або дві стадії. За одноступеневого очищення повітря очищують у циклонах або фільтрах. За двоступеневої схеми спочатку відокремлюють основну масу пилу в циклонах, після чого повітря додатково очищують у фільтрах. Такий підхід доцільний при підвищеній запиленості повітря або за потреби зменшити залишковий вміст пилу після очищення.

Повітря з технологічного обладнання відсмоктується через приймачі, патрубки, кожухи або конфузори. Швидкість повітря у місці відсмоктування має бути достатньою для захоплення пилу і легких частинок, але не повинна спричиняти винесення повноцінного продукту. Під час транспортування зерна швидкість повітря біля приймача зазвичай приймають на рівні 3-4 м/с, для зернових відходів - 0,5-1,5 м/с, для продуктів розмелу або дрібнодисперсних частинок - близько 2-3 м/с. Якщо обладнання неможливо повністю герметизувати, відсмоктування виконують у вигляді зонта або укриття зі швидкістю повітря не меншою ніж 4-6 м/с.

Компонування аспіраційних мереж має відповідати технологічній схемі підприємства і характеру пиловиділення. В одну мережу доцільно об'єднувати обладнання, близьке за технологічним призначенням, гідравлічним опором і потрібним повітрообміном. Кількість одиниць технологічного обладнання в одній мережі не повинна бути надмірною; на практиці доцільно включати не більше 16 одиниць, щоб забезпечити рівномірне відсмоктування повітря, зручність регулювання і надійну роботу пиловловлювальних пристроїв.

Повітроводи слід прокладати з мінімальною кількістю горизонтальних ділянок, різких поворотів і звужень. Їх розміщують у місцях, доступних для огляду, очищення і ремонту, без захаращення проходів, робочих майданчиків та евакуаційних шляхів. Усі елементи аспіраційної мережі повинні бути герметичними, оскільки підсмоктування повітря знижує ефективність знепилення і порушує розрахунковий режим роботи.

Основними елементами аспіраційної мережі є пиловідокремлювач, вентилятор, повітроводи, повітроприймачі, регулювальні пристрої та місцеві укриття біля джерел пиловиділення. На зернопереробних підприємствах застосовують циклони, циклони-фільтри та всмоктувальні фільтри. Вентилятори обирають за потрібною витратою повітря, довжиною мережі, кількістю аспірованого обладнання, гідравлічним опором повітроводів і типом пиловідокремлювача.

Справна аспірація безпосередньо впливає на якість продукції та безпеку виробництва. Недостатнє відсмоктування пилу погіршує санітарний стан приміщень, підвищує запиленість повітря, ускладнює роботу працівників і збільшує ризик вибухонебезпечного пилоповітряного середовища. Тому аспіраційні мережі повинні працювати одночасно з технологічним обладнанням, регулярно контролюватися, очищатися і підтримуватися у справному технічному стані.

У даному проєкті передбачено аспіраційні мережі, компонування яких наведено в таблиці 5.1-5.2. Аспіраційна мережа № 1 обслуговує головки норій № 1, 2, 3, 4, 5, ваги АД-50-3Є № 1 і № 3, трієрний блок, а також чотири луцильно-шліфувальні технологічне обладнання типу «Каскад». Таке компонування є технологічно обґрунтованим, оскільки зазначене обладнання пов'язане з переміщенням, очищенням, луценням і шліфуванням зерна, тобто з операціями, під час яких утворюється значна кількість пилу, дрібних частинок оболонок, борошенця і легких домішок. Аспірація цих точок дає змогу зменшити запиленість у зоні роботи обладнання, поліпшити санітарний стан виробничих приміщень і підвищити безпеку праці.

Таблиця 5.1 – Компонування аспіраційної мережі №1

Обладнання	Поверх	Кількість	Об'єм повітря, що всмоктується від однієї м³/хв.	Об'єм повітря, що відсмоктується загальний м³/хв.	Вибір циклону	Вибір вентилятора
Аспіраційна мережа №1					ЦН-24-800	ВЦ 5-35-8В1.01
Головки норій №1, 2, 3, 4, 5, 10	4	6	3	18		
Ваги АД-50-3С №1, 2, 3	4,3	3	3,5	10,5		
Трієрний блок	4	2	10	20		
Луцильно-шліфувальні технологічне обладнання типу «Каскад»	4	4	15	60		
Гвинтовий конвеєр №4	4	1	10	10		
Сума				118,5		

Таблиця 5.2 – Компонування аспіраційної мережі №2

Обладнання	Поверх	Кількість	Об'єм повітря, що всмоктується від однієї м³/хв.	Об'єм повітря, що відсмоктується (загальний) м³/хв.	Вибір циклону	Вибір вентилятора
Аспіраційна мережа №2					ЦН-24-1000	ВЦ 5-45-85-В1.01
Башмаки норій №1, 2, 3, 4, 5, 10	1	6	3	18		
Гвинтові конвеєри №1, 5,	1	2	10	20		
Сепаратор ПСО-0,7	3	1	20	20		
Каменевідбірник ОМП-0,3	2	1	45	45		
Оббивальна машина МАО-3	3,2	2	45	90		
Сума				193		

Аспіраційна мережа № 2 обслуговує конвеєри № 1, 5, 8, 9, 10, башмаки норій № 1, 2, 3, 4, 5, 10, сито-повітряний сепаратор ПСО-0,7, дві оббивальні технологічне обладнання МАО-3 та каменевідбірник ОМП-0,3. До цієї мережі включено обладнання, яке працює переважно на ділянках транспортування та очистки зерна. Саме на цих операціях відбувається інтенсивне виділення пилу, легких домішок і дрібних частинок, тому аспірація має забезпечувати ефективне відсмоктування забрудненого повітря з місць пересипання, завантаження, розвантаження і роботи зерноочисного обладнання.

Таке компонування аспіраційних мереж відповідає вимогам до групування обладнання за технологічним призначенням. У першу мережу включено обладнання, пов'язане з норійним транспортуванням, зважуванням, трієруванням і луцильно-шліфувальною обробкою. У другу мережу включено транспортне і зерноочисне обладнання, яке працює на дільницях переміщення та підготовки зерна. Розподіл обладнання між мережами дає змогу уникнути надмірного навантаження на одну аспіраційну систему, забезпечити потрібну витрату повітря і підтримувати належні умови роботи технологічного обладнання.

Ефективність аспірації залежить не тільки від правильного вибору вентилятора і пиловідокремлювача, а й від герметичності обладнання, правильного розміщення повітроприймачів і своєчасного очищення мережі. Якщо аспіраційні укриття мають підсмоктування повітря через неущільнені з'єднання, відсмоктування пилу з робочої зони погіршується. Якщо повітроприймач розміщений неправильно, пил не захоплюється повітряним потоком і потрапляє у виробниче приміщення. Якщо повітроводи своєчасно не очищаються, збільшується їхній опір, зменшується витрата повітря і погіршується робота всієї мережі.

У круп'яному виробництві аспірація має особливе значення на дільницях луцення і шліфування. Під час цих операцій від зерна відокремлюються оболонки, утворюються лузга, борошенце і дрібні

частинки подрібненого ядра. Без ефективного відсмоктування ці продукти накопичуються біля технологічного обладнання, потрапляють у повітря виробничих приміщень, погіршують умови праці і можуть спричиняти вторинне забруднення готової продукції. Тому аспіраційні мережі повинні працювати одночасно з технологічним обладнанням, а їхня зупинка під час роботи лінії є небажаною.

Належно спроектована аспіраційна мережа забезпечує зменшення запиленості, поліпшення санітарного стану виробництва, підтримання якості продукції, зниження втрат корисного продукту і підвищення пожежо- та вибухобезпеки. У виробництві круп аспірація є обов'язковою складовою технологічної схеми, оскільки без неї неможливо забезпечити нормальну роботу зерноочисного, луцильного, шліфувального, сортувального і транспортного обладнання.

Для аспіраційної мережі №1 вибираємо циклон ЦН–24-800 та вентилятор ВЦ 5-35-8В1.01, для другої-ЦН–24-1000 та вентилятор ВЦ 5-45-85-В1.01. Таких аспіруючих машин достатнього для того , щоб обслуговувати задану кількість обладнання.

РОЗДІЛ 6

ЕНЕРГЕТИЧНЕ ТА МАТЕРІАЛЬНО-РЕСУРСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

6.1. Мета та задачі проектування

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

Компенсація реактивної потужності підприємства буде здійснюватися конденсаторною установкою.

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

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

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

6.2 Визначення розрахункової активної потужності підприємства

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

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

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.І.1.6			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Лашкін Г.М.				Розділ 6	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Кустов І.О.						80	
Консультант						ОНТУ, ТЗХ-41		
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.							

де P_P – розрахункова активна потужність підприємства, кВт

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

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

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

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

Визначимо розрахункову активну потужність для підприємства:

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

Визначимо розрахункову активну потужність на освітлення приміщень лампами накаливання:

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

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

6.3 Розрахунок повної потужності трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності

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

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

де Q_P – розрахункова реактивна потужність приймачів:

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

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

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

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

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

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

Потужність компенсуючих пристроїв визначають за формулою:

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

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

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

Тоді для проектуваного підприємства:

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

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

Вибираємо потужність, тип та кількість компенсуючих пристроїв.

Таблиця 6.1 – Технічні дані конденсаторних компенсуючих установок

Тип	Номинальна напряга $U_{НОМ}$, кВ	Номинальна потужність $Q_{НОМ}$, квар	Номинальна ємність $C_{НОМ}$, мкФ	Число ступенів регулювання	Маса, кг
КК-0,38-216-150У3	0,38	216	1570	2	610

Сумарна потужність компенсуючих пристроїв складе:

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

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

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

Тоді:

$$Q_{KНОМ} = n \cdot Q_{НОМ} = 1 \cdot 216 = 216 \text{ квар},$$

а повна потужність трансформаторної підстанції складе:

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

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

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

Тоді:

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

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

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

Таблиця 6.2 – Технічні дані силових трансформаторів

Тип	Номинальна потужність $S_{ном}$, кВ А	Номинальна 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	
ТМ630/10-0,4	630	10	0,4	2,0	1,6	7,6	5,5

6.4 Перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності

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

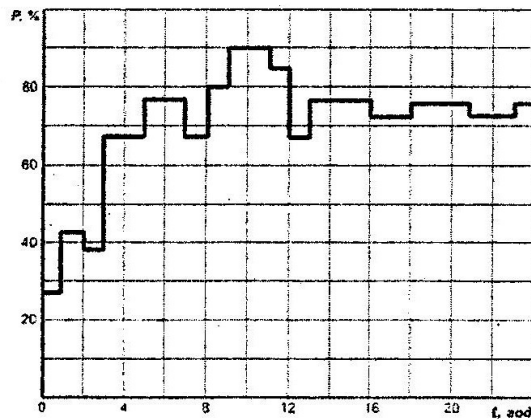


Рис. 6.1. – Графік добового навантаження борошномельного заводу.

За графіком добового навантаження заводу, визначимо коефіцієнт завантаження трансформаторів:

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

де K_{3T} – коефіцієнт завантаження трансформаторів;

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

t_i – тривалість i -тої ділянки часу, год.

Тоді:

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

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

$$t_M = t_{MI} = 3 \text{ год.}$$

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

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

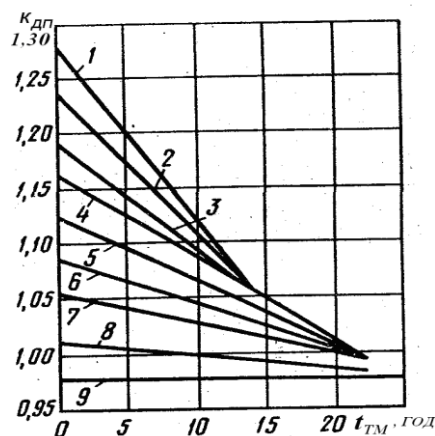


Рис. 6.2 – Графік допустимих перевантажень силових трансформаторів для K_{3T} : 1 - 0,60; 2 - 0,65; 3 - 0,70; 4 - 0,75; 5 - 0,80; 6 - 0,85; 7 - 0,90; 8 - 0,95; 9 - 1,00.

Потужність кожного з двох трансформаторів з урахуванням їх перевантажень складе:

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

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

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

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

Вибираємо тип силового трансформатора S_{TP} з умоги:

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

Таблиця 6.3. – Технічні дані силових трансформаторів

Тип	Номінальна потужність $S_{НОМ}, \text{кВ А}$	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	
ТМ400/10-0,4	400	10	0,4	2,1	1,1	5,5	4,5

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

6.5 Техніко-економічне порівняння роботи силових трансформаторів

Визначимо приведені втрати у трансформаторі за формулами:

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

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

де $\Delta P_X, \Delta P_K$ – втрати трансформатора в режимах Х.Х. та К.З. вибираємо з таблиці 4.3, кВт;

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

$$K_E = 0,05 \text{ кВт / квар;}$$

ΔQ_X – реактивні втрати трансформатора у режимі Х.Х:

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

ΔQ_K – реактивні втрати трансформатора у режимі К.З:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

6.6. Вибір перерізу жил та марки кабелю

Визначаємо розрахунковий струм ТП до компенсації реактивної потужності:

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

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

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

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

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

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

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

Тоді кількість паралельних кабельних ліній m складає:

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

Перевіряємо вибраний переріз жил кабелю на допустиму втрату напруги:

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

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

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

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

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

Тоді:

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

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

6.7. Річні витрати електроенергії та їх вартість.

Річна витрата електроенергії на виробництво продукції та освітлення підприємства складе:

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

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

Вартість електроенергії складає:

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

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

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

Розрахунки по економії електроенергії на підприємстві.

Розрахунковий струм лінії живлення ТП після компенсації реактивної потужності складе:

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

а струм лінії живлення зменшиться на:

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

що зменшить вартість втрат електроенергії в лінії живлення.

Втрати електроенергії в лінії живлення складають:

- до компенсації реактивної потужності навантаження підприємства:

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

- після компенсації реактивної потужності навантаження підприємства:

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

Витрати електроенергії у трансформаторах складають:

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

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

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

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

Витрати електроенергії на освітлення складають:

- для ламп розжарювання:

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

- для люмінесцентних ламп:

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

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

Результати розрахунків по економії електроенергії зведені у таблиці 6.4.

Таблиця 6.4. – Витрати та економія електроенергії

Споживачі	Втрати електроенергії, кВт год.		Економія електроенергії, кВт год.
	До впровадження заходів по економії	Після впровадження заходів по економії	
Кабельна лінія	$W_L = 98483$	$W'_L = 84588$	$\Delta W_L = 13895$

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

Загальна річна економія електроенергії на підприємстві за складає:

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

а річна вартість з'економленої електроенергії дорівнює:

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

що складає:

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

від річної вартості електроенергії $S_0 = 3399000$ грн.

Висновки

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

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

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

РОЗДІЛ 7

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

7.1 Програма виробничої діяльності

Приймається програма, яка визначена у ТЕО

7.2 Інвестиційні витрати

Приймаються витрати, які визначено у ТЕО.

7.3 Чисельність працівників та фонд оплати праці

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

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

Річний фонд оплати праці дорівнює:

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

де Ч - чисельність працюючих.

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

В т.ч. ФОПосн - основних виробничих працівників:

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

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

7.4 Собівартість продукції, прибуток і рентабельність

Розрахунки собівартості продукції

Повну собівартість продукції визначають за такими калькуляційними статтями:

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

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.І.1.6			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Лашкін Г.М.				Розділ 7	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Кустов І.О.						91	
Консультант	Басюркіна Н.Й.					ОНТУ, ТЗХ-41		
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.							

відрахування на соціальні заходи;

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

повна собівартість

Визначення витрат за калькуляційними статтями

Витрати на сировину і основні матеріали

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

Витрати на придбання зерна (Вз) визначається за формулою:

$$Вз = 1,05 * Ц_{з,с} * Q_z ,$$

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

Q_z – обсяг переробки зерна ячменю, т;

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

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

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

Допоміжні матеріали

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

Витрати на допоміжні матеріали визначаються за формулою:

$$Вм = Цм * Нм * Q_{пр}$$

де C_m – ціна матеріалу, грн/од;

N_m – норма витрат матеріалу, од/т продукції;

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

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

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

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

Для фасування тонни продукції потрібно 20 мішків або 1000 пакетів.

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

Витрати на фасувальні матеріали дорівнюють:

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

Енергія

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

Витрати на електроенергію визначають за формулою

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

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

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

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

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

Витрати на пару визначаються за формулою

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

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

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

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

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

Витрати енергії дорівнюють

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

Основна і додаткова заробітна плата

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

Відрахування на соціальні заходи

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

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

Амортизація обладнання

Амортизаційні відрахування розраховують за формулою

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

де ОПВФ - вартість основних промислово-виробничих фондів;

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

ОПВФбуд (по будівлі) дорівнює 12636 тис грн

ОПВФуст (по устаткуванню) дорівнює 11760 тис грн.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Інші прямі витрати – Він,пр

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

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

Загальновиробничі витрати

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

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

Виробнича собівартість

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

Адміністративні витрати, витрати на збут, інші витрати основної діяльності

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

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

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

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

Повна собівартість

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

Результати розрахунків за статтями зведені у таблиці 7.1.

Таблиця 7.1– Зведені витрати на виробництво продукції

Статті витрат	Сума витрат, тис грн
Сировина і основні матеріали	171281
Допоміжні матеріали	2903
Енергія	4255
Основна і додаткова заробітна плата	1440
Відрахування на соціальні заходи	317
Амортизація обладнання	1680
Інші прями витрати	1060
Загальновиробничі витрати	3497
Виробнича собівартість	186433
Адміністративні витрати	1515
Витрати на збут	758
Інші витрати основної діяльності	1515
Повна собівартість	190221
у т.ч. експлуатаційні витрати	187237

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

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

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

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

Рентабельність продукції (Рпр)

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

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

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

7.5 Фінансова та економічна оцінка проекту

Економічна оцінка проекту виконується за такими показниками:

для інвестора

строк окупності інвестицій (Ток),
чиста приведена вартість проекту (ЧПВ),
для кредитора
строк повернення кредиту (Ткр).

При виконанні розрахунків приймають такі вихідні дані:

- 1) Ставку дисконтування прийнято на рівні 0,15.
- 2) Акциз і експортне мито відсутні.
- 3) Продаж проекту не передбачається.
- 4) Для економічної оцінки проекту приймають період Т, який визначають за допомогою емпіричної формули

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

Приймаємо для розрахунків 5 років.

Для кредитування інвестицій прийнято такі умови.

- 1) Процентна ставка по кредиту 20% за рік.
- 2) Усі вільні кошти прибутку йдуть на погашення кредиту. У перші 3 року на погашення кредиту можуть бути використані амортизаційні відрахування.

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

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

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

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

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

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

Заборгованість по кредиту на початок 2-го року складає:

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

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

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

Заборгованість по кредиту на початок 3-го року складає:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Строк повернення боргу – 2,2 року.

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

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

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

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

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

Висновки

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

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

Показники	Розмірність	Значення показників
1	2	3
1. Добова потужність підприємства	тонн	50
2. Обсяги переробки зерна	тонн	11250
3. Обсяг продаж (реалізації)	тис грн	210583
1. Виробництво продукції в т.ч. крупа типу перлової	тонн	- 8100
5. Повна собівартість	тис грн	190221
6. Прибуток	тис грн	20362
7. Чисельність працівників	люди	28
8. Фонд оплати праці	тис грн	1680
9. Середньомісячна заробітна плата	грн	5000
10. Продуктивність праці	тис грн/ люди	7521
11. Вартість основних виробничих фондів	тис грн	24396
12. Оборотні кошти	тис грн	21058
13. Рентабельність продукції	%	10,7
14. Рентабельність виробництва	%	44,7
15. Інвестиції в т.ч. в основні виробничі фонди в оборотні кошти	тис грн	45454 24396 21058
16. Кредит на будівництво підприємства	тис грн	30000
17. Термін повернення кредиту	років	2,2
18. Термін окупності інвестицій	років	3,9
19. Чиста приведена вартість проекту за 5 років	тис грн	10532

Будівництво універсального крупозаводу продуктивністю заводу з переробки зерна ячменю та пшениці в крупу продуктивністю 60 т/добу доцільно та ефективно. Термін окупності інвестицій складає 3,9 роки, наприкінці 4-го року чиста приведена вартість проекту стає позитивною, а наприкінці 5-го року дорівнює 10532 тис грн.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

У кваліфікаційній роботі розроблено універсального крупозаводу продуктивністю 60 т/добу, призначеного для переробки зерна пшениці та ячменю у круп'яну продукцію. Обґрунтовано техніко-економічну доцільність будівництва підприємства, наведено характеристику генерального плану, розроблено технологічну частину, визначено вимоги до якості зерна пшениці та ячменю, виконано розрахунок помельної партії, обґрунтовано схему технологічного процесу, розраховано баланс помелу зерна, підібрано технологічне обладнання, розглянуто аспірацію, технохімічний і мікробіологічний контроль, НАССР та охорону праці.

У технологічній частині роботи обґрунтовано схему переробки зерна пшениці та ячменю на універсальному крупозаводі продуктивністю 60 т/добу. Прийнята схема забезпечує послідовний рух зерна від приймання і зважування до очистки, лущення, шліфування, аспіраційного виділення легких продуктів, сортування продуктів лущення та одержання готової крупи. Спочатку зерно надходить у сепаратор ПСО-0,7 з аспіраційною колонкою ВС-400. У ньому із зернової маси виділяються крупні, дрібні та легкі домішки. Після цього зерно подається в каменевідбірник ОМП-3,0, де вилучаються мінеральні домішки. Далі зерно проходить через трієри ТЦК-700 і ТЦО-700. У трієрі ТЦК-700 відокремлюються короткі домішки, а в трієрі ТЦО-700 - довгі домішки. Наступною операцією є оббивна обробка зерна в оббивній машині МАО-3 з аспіраційною колонкою ВС-400. У цій машині обробляється поверхня зернівки. З неї виділяються пил, частинки оболонок і легкі продукти обробки. Аспіраційна колонка видаляє ці легкі домішки повітряним потоком. Після оббивної машини зерно краще підготовлене до лущення, оскільки його поверхня частково очищена від

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.І.1.6		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ		
Розробив	Лашкін Г.М.						
Керівник	Кустов І.О.						
Консультант							
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.						
					Літ	Аркуш	Аркушів
						101	
					ОНТУ, ТЗХ-41		

зовнішніх забруднень і слабо закріплених оболонок.

Основна обробка зерна відбувається на лушильно-шліфувальних машинах Каскад. У цих машинах із зерна відокремлюються оболонки, а ядро проходить шліфування. Після цього утворюється суміш різних продуктів: готової крупи, нелущеного зерна, лузги, борошенця і частинок подрібненого ядра. Ця суміш надходить у повітряний сепаратор АСО-5,0 і просіювальне обладнання БМ-1,2. У них продукти лущення розділяються за властивостями: легкі частинки відокремлюються повітряним потоком, а крупа, нелущене зерно, борошенце і подрібнене ядро розділяються просіюванням. Готова крупа після сортування спрямовується далі за схемою, а нелущене зерно повертається на повторне лущення.

Підібране технологічне обладнання відповідає продуктивності підприємства 60 т/добу і забезпечує послідовний рух зерна та продуктів його переробки. Аспіраційні мережі знижують запиленість, поліпшують санітарний стан виробництва і створюють безпечніші умови праці.

Будівництво універсального крупозаводу продуктивністю заводу з переробки зерна ячменю та пшениці в крупу продуктивністю 60 т/добу доцільно та ефективно. Термін окупності інвестицій складає 3,9 роки, наприкінці 4-го року чиста приведена вартість проекту стає позитивною, а наприкінці 5-го року дорівнює 10532 тис грн.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мерко І. Т. Технології мукомельного і круп'яного виробництва : підручник. 2-ге вид., перероб. і допов. Одеса : Друкарський дім, 2010.
2. Шутенко Є. І., Соц С. М. Технологія круп'яного виробництва : навч. посіб. Київ : Освіта України, 2010.
3. Дудяк І. Д. Технологія виробництва борошна, круп і комбікорму : навч. посіб. Миколаїв : МНАУ, 2021.
4. Гвоздєв О. В., Ялпачик Ф. Ю., Рогач Ю. П., Сердюк М. М. Механізація переробної галузі агропромислового комплексу : навч. посіб. Київ : Вища освіта, 2006.
5. Ситнікова Н. О., Фоміна К. Ф., Дудник Л. І., Чорнозубенко Н. Н. Технологія зберігання і переробки сільськогосподарської продукції : навч. посіб. Біла Церква : БНАУ, 2008.
6. ДСТУ 3768:2019. Пшениця. Технічні умови. Чинний від 2019-06-10. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019.
7. ДСТУ 3769-98. Ячмінь. Технічні умови. Чинний від 1998-07-01. Київ : Держстандарт України, 1998.
8. ДСТУ 7699:2015. Крупи пшеничні. Технічні умови. Чинний від 2016-08-01. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016.
9. ДСТУ 7700:2015. Крупи ячмінні. Технічні умови. Чинний від 2016-08-01. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016.
10. Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів : Закон України від 23.12.1997 р. № 771/97-ВР. Відомості Верховної Ради України. 1998. № 19. Ст. 98.
11. Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992 р. № 2694-XII. Відомості Верховної Ради України. 1992. № 49. Ст. 668.
12. Правила пожежної безпеки в Україні : наказ Міністерства внутрішніх справ України від 30.12.2014 р. № 1417. Офіційний вісник України. 2015.

13. ДБН В.2.2-8-98. Будинки і споруди. Підприємства, будівлі і споруди по зберіганню та переробці зерна. Київ : Держбуд України, 1998.
14. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. Київ : Мінрегіон України, 2013.
15. Evers A. D., Rosentrater K. A. Kent's Technology of Cereals: An Introduction for Students of Food Science and Agriculture. 5th ed. Cambridge : Woodhead Publishing, 2017. 924 p.
16. Wrigley C. W., Batey I. L., Miskelly D. M. Cereal Grains: Assessing and Managing Quality. 2nd ed. Cambridge : Woodhead Publishing, 2017. 830 p.
17. Owens G. Cereals Processing Technology. Cambridge : Woodhead Publishing, 2001. 256 p.
18. Shewry P. R., Ullrich S. E. Barley: Chemistry and Technology. 2nd ed. St. Paul : AACC International, 2014. 337 p.
19. Khan K., Shewry P. R. Wheat: Chemistry and Technology. 4th ed. St. Paul : AACC International, 2009. 480 p.
20. Delcour J. A., Hoseney R. C. Principles of Cereal Science and Technology. 3rd ed. St. Paul : AACC International, 2010. 270 p.
21. Kulp K., Ponte J. G. Handbook of Cereal Science and Technology. 2nd ed., rev. and expanded. New York : Marcel Dekker, 2000. 808 p.
22. Awika J. M., Piironen V., Bean S. Advances in Cereal Science: Implications to Food Processing and Health Promotion. Washington : American Chemical Society, 2011. 209 p.
23. Hui Y. H., Sherkat F. Handbook of Food Science, Technology, and Engineering. Boca Raton : CRC Press, 2006. 3632 p.
24. Rosell C. M. Next-Generation Cereal-Based Foods and Beverages: Breakthroughs in Technology, Sustainability and Health. Amsterdam : Elsevier, 2025.
25. Chakraverty A., Mujumdar A. S., Raghavan G. S. V., Ramaswamy H. S. Handbook of Postharvest Technology: Cereals, Fruits, Vegetables, Tea, and Spices. New York : Marcel Dekker, 2003. 912 p.

26. Chakraverty A., Singh R. P. Postharvest Technology and Food Process Engineering. Boca Raton : CRC Press, 2014. 581 p.
27. Brennan J. G., Grandison A. S. Food Processing Handbook. 2nd ed. Weinheim : Wiley-VCH, 2012. 826 p.
28. Fellows P. J. Food Processing Technology: Principles and Practice. 4th ed. Cambridge : Woodhead Publishing, 2017. 1152 p.
29. Campbell G. M., Webb C., McKee S. L. Cereals: Novel Uses and Processes. New York : Springer, 1997. 301 p.
30. Dendy D. A. V., Dobraszczyk B. J. Cereals and Cereal Products: Chemistry and Technology. Gaithersburg : Aspen Publishers, 2001. 429 p.
31. Matz S. A. The Chemistry and Technology of Cereals as Food and Feed. 2nd ed. New York : Van Nostrand Reinhold, 1991. 751 p.
32. Hoseney R. C. Principles of Cereal Science and Technology. 2nd ed. St. Paul : American Association of Cereal Chemists, 1994. 378 p.
33. Sahay K. M., Singh K. K. Unit Operations of Agricultural Processing. 2nd ed. New Delhi : Vikas Publishing House, 2004. 386 p.
34. Lukinac J., Jukić M., Mastanjević K., Nakov G., Komlenić D. K. Barley in the Production of Cereal-Based Products. Plants. 2022. Vol. 11, No. 24. Article 3519. DOI: 10.3390/plants11243519.