

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 млина невеликої продуктивності у Одеській області»

(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)

Здобувача Греценюка Ю.В.
(прізвище, ініціали)

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

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

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

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

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

Одеса – 2026 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

Греценюка Юрія Вікторовича

1. Тема роботи Проєкт млина невеликої продуктивності у Одеській області

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 _____ Мельник І.В.

Завдання прийняв до виконання _____ Греценюк Ю.В.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач вищої освіти _____ Греценюк Ю.В.

Керівник _____ Мельник І.В.

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

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

Здобувач-вищої освіти Греценюк Ю.В.

(ПІБ)

_____ (підпис)

АНОТАЦІЯ

на кваліфікаційну роботу на тему
«Проект млина невеликої продуктивності у Одеській області»

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

Актуальність теми: забезпечення населення борошном та ефективне використання зернової сировини потребують розвитку борошномельних підприємств різної продуктивності. Для Одеської області, яка має значну сировинну базу продовольчого зерна, будівництво млина невеликої продуктивності є доцільним і дає можливість здійснювати переробку місцевого зерна, скорочувати транспортні витрати та забезпечувати потреби місцевого ринку.

Основні особливості роботи: у роботі виконано техніко-економічне обґрунтування будівництва млина продуктивністю 30 т/добу, наведено характеристику генерального плану підприємства, обґрунтовано технологічну схему виробництва борошна вищого та першого гатунків, виконано розрахунок помельної партії, балансу помелу, підбір технологічного обладнання, спеціальні розрахунки, розрахунок енергетичного та матеріально-ресурсного забезпечення, а також техніко-економічні розрахунки. Загальний вихід борошна становить 75 %, у тому числі борошна вищого гатунку - 45 %, першого гатунку - 30 %.

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 110 сторінках. Графічна частина включає 5 листів.

Висновок: Будівництво борошномельного заводу продуктивністю 30 т/добу є економічно доцільним за прийнятих умов підприємство забезпечує річний обсяг реалізації продукції та послуг 72 435,9 тис. грн, повну собівартість 61 659,3 тис. грн і прибуток 10 776,6 тис. грн. Рентабельність

продукції та послуг становить 17,5 %, що підтверджує достатній рівень прибутковості виробництва. Кредит у розмірі 2555,5 тис. грн може бути повернутий протягом 1 року, а інвестиції окупаються за 1,5 року. Чиста приведена вартість на кінець другого року стає додатною і становить 3242,2 тис. грн, а на кінець третього року збільшується до 8380,0 тис. грн. Це підтверджує економічну доцільність будівництва підприємства за прийнятих техніко-економічних показників.

Ключові слова: борошномельний завод, пшениця, борошно, помел, борошно вищого ґатунку, борошно першого ґатунку, баланс помелу, технологічне обладнання, висівки.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	4
ЗМІСТ	6
ВСТУП	7
1. РОЗДІЛ 1 СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ	9
2. РОЗДІЛ 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ	15
3. РОЗДІЛ 3 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ’ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА.....	26
3.1 Загальна характеристика генерального плану підприємства.....	26
3.2 . Архітектурно-будівельні рішення	35
4. РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	44
4.1 Наукове обґрунтування.....	44
4.2 Вимоги до показників якості сировини та розрахунок помельної партії	47
4.3 Обґрунтування схеми технологічного процесу	51
4.4 Розрахунок балансу помелу зерна	55
4.5 Підбір та розрахунок технологічного обладнання	57
4.6 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва. Застосування системи НАССР	63
4.7 Охорона праці.....	69
5. РОЗДІЛ 5 СПЕЦІАЛЬНІ РОЗРАХУНКИ.....	73
6. РОЗДІЛ 6 ЕНЕРГЕТИЧНЕ ТА МАТЕРІАЛЬНО-РЕСУРСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	78
7. РОЗДІЛ 7 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	88
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	105
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	107

ВСТУП

Борошномельна галузь є однією з основних ланок харчової промисловості України, оскільки вона забезпечує переробку зерна пшениці та жита у борошно, яке надалі використовується для виробництва хліба, хлібобулочних, макаронних, кондитерських виробів. Її значення визначається тим, що борошно належить до базових харчових продуктів і є сировиною для продукції щоденного споживання. Тому стан борошномельної галузі безпосередньо впливає на продовольче забезпечення населення, роботу хлібопекарських підприємств, використання зернових ресурсів держави та цінову доступність харчових продуктів.

Україна має сприятливі умови для розвитку борошномельного виробництва, оскільки володіє значною сировинною базою зерна. Вирощування пшениці є одним із провідних напрямів рослинництва, а якість продовольчого зерна визначає можливості випуску борошна різних сортів.

Основною продукцією галузі є пшеничне борошно вищого, першого і другого сортів, а також оббивне борошно. Найбільше значення мають борошно вищого і першого сортів, оскільки вони широко використовуються у хлібопекарському, кондитерському, макаронному виробництві та в побутовому споживанні. Вищий сорт характеризується світлим кольором, нижчою зольністю і меншою кількістю оболонкових частинок. Перший сорт має дещо вищу зольність і містить більше частинок периферійних шарів зернівки, але зберігає добрі хлібопекарські властивості та має важливе значення для масового виробництва хлібобулочних виробів.

Борошномельні підприємства за продуктивністю можна умовно поділити на малі, середні та великі. Малі млини, продуктивністю до 50 т зерна за добу, переважно працюють для місцевого ринку і забезпечують борошном обмежену територію. Середні підприємства, продуктивністю приблизно 50-150 т зерна за добу, здатні забезпечувати потреби регіонального ринку, мати розвиненішу схему сортового помелу і стабільніше підтримувати якість готової продукції. Великі борошномельні

заводи, продуктивністю понад 150 т зерна за добу, орієнтовані на значні обсяги переробки, постачання великим хлібопекарським підприємствам і міжрегіональний збут.

Борошномельна галузь має велике соціальне значення. Вона забезпечує сировиною виробництво хліба, який залишається одним із головних продуктів щоденного харчування населення. Через це безперебійна робота млинів впливає на продовольчу безпеку країни, особливо в умовах ускладненої логістики, зміни цін на зерно, енергоносії та транспортні послуги. Від вартості борошна значною мірою залежить собівартість хлібобулочних виробів, тому ефективність борошномельного виробництва має прямий зв'язок із доступністю харчових продуктів для населення.

Проект млина невеликої продуктивності в Одеській області є доцільним з огляду на поєднання розвиненої зернової бази регіону, наявності споживчого ринку борошна, потреб хлібопекарських і харчових підприємств, а також можливості переробки частини місцевого зерна без його вивезення за межі області. Для такого підприємства важливо не лише передбачити виробництво борошна, а й обґрунтувати його місце у загальній системі зерновиробництва, зберігання, переробки та збуту готової продукції.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

1.1. Характеристика об'єкта

Виробництво борошна в Одеській області є важливою складовою зернопереробної промисловості регіону. Його розвиток пов'язаний із наявністю місцевої зернової сировини, роботою елеваторного господарства, діяльністю підприємств хлібопродуктів, потребою хлібопекарських підприємств у борошні та наявністю споживачів у містах, селищах і сільських громадах області. Для такого регіону, як Одеська область, борошномельне виробництво має не тільки виробниче, а й господарське значення, оскільки дає змогу переробляти частину зерна безпосередньо в місці його вирощування і постачати готову продукцію на місцевий ринок.

Одеська область має вагому сировинну основу для роботи борошномельних підприємств. У 2024 році валовий збір зернових і зернобобових культур у господарствах усіх категорій області становив 4,7 млн т, що на 16,1 % більше, ніж у 2023 році. У структурі виробництва зернових і зернобобових культур переважала пшениця, частка якої становила 61,7 %. За обсягом виробництва пшениці підприємства Одеської області займали 11,6 % від загального обсягу по Україні.

Наявність значних обсягів пшениці створює природні передумови для роботи борошномельних підприємств, однак сама сировинна база не визначає повністю стан галузі. Для виробництва борошна важливими є також наявність елеваторних місткостей, можливість приймання і зберігання зерна, робота транспортних шляхів, технічний стан млинів, забезпечення електроенергією, збут готової продукції та конкуренція з виробниками з інших областей.

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.ІІ.2.4			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Греценюк Ю.В.				Розділ 1	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Мельник І.В.						9	
Консультант								
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.					ОНТУ, ЗТЗ-41		

До повномасштабної війни виробництво борошна в Одеській області було помітним напрямом харчової промисловості. За даними Головного управління статистики в Одеській області, у січні-серпні 2021 року в області було вироблено 22,4 тис. т борошна пшеничного. Ці показники підтверджують, що в області діяла виробнича база для випуску борошна, а борошномельний напрям був частиною промислового виробництва харчових продуктів.

Основним великим виробником борошна в Одеській області є ДП «Куліндорівський комбінат хлібопродуктів». Підприємство розташоване в місті Одеса, на 21-му кілометрі Старокиївської дороги, поблизу станції Куліндорово. Комбінат був побудований у 1981 році, а з 1998 року переведений в управління Державного комітету України з державного матеріального резерву. За виробничим значенням це підприємство є одним із головних об'єктів борошномельного напрямку області, оскільки поєднує елеваторне господарство, млин і можливість відвантаження продукції різними видами транспорту.

Куліндорівський комбінат хлібопродуктів має елеваторні місткості для одночасного зберігання 94,0 тис. т зерна і млин потужністю 500 т переробки зерна на добу. Така потужність дає змогу підприємству працювати з великими партіями зерна і виробляти значні обсяги борошна. Наявність елеватора посилює виробничі можливості комбінату, оскільки підприємство може приймати зерно, зберігати його, готувати до помелу і забезпечувати ритмічну роботу млина. Для великого млина це має особливе значення, адже без достатнього запасу зерна і налагодженої подачі сировини складно підтримувати повне завантаження технологічного обладнання.

Основною продукцією Куліндорівського комбінату є пшеничне борошно вищого та першого сорту. Підприємство також виробляє комбікорми і надає послуги зі зберігання зерна та доставки продукції у різні регіони України вагонами, контейнерами і автомобілями. Така структура діяльності показує, що комбінат працює не лише як млин, а як

багатофункціональне підприємство хлібопродуктів. Для борошномельної галузі області це важливо, оскільки саме такі підприємства здатні забезпечувати промислові партії продукції для великих покупців.

Поряд із Куліндорівським комбінатом хлібопродуктів в Одеській області працюють приватні підприємства, пов'язані з виробництвом і реалізацією борошна, круп, висівок, рисової та фасованої зернової продукції. Їхня діяльність показує, що зернопереробна промисловість області не обмежується одним великим млином, а має кілька виробничих напрямів. Частина підприємств орієнтована на пшеничне борошно, частина - на круп'яну продукцію, рис, спеціалізовані види борошна та фасовану продукцію для роздрібної торгівлі.

До помітних підприємств цього напрямку в Одеській області належать ТОВ «Фарін», ТОВ «Трапеза», ПП «Пекар», ПП «Теклайн», ТОВ «Оссойо Юг» та інші виробники зернопереробної продукції.

ТОВ «Фарін» є одним із підприємств, діяльність якого безпосередньо пов'язана з виробництвом і реалізацією пшеничного борошна в Одесі. Продукція підприємства випускається під торговельною маркою «Фарін» і включає борошно пшеничне вищого сорту, борошно пшеничне першого сорту та висівки кормові пшеничні. Також зазначено різні види фасування: паперові пакети по 1, 2 і 5 кг, поліпропіленові мішки по 10, 25 і 50 кг, а також безтарне відвантаження в автотранспорт. Такий асортимент і способи відпуску продукції показують, що підприємство працює як із роздрібним, так і з промисловим напрямом збуту.

Наявність ТОВ «Фарін» у структурі виробництва області важлива тому, що це підприємство представляє приватний сектор борошномельного виробництва. На відміну від великого комбінату хлібопродуктів, приватний виробник може гнучкіше працювати з різними категоріями покупців, пропонувати різне фасування і орієнтуватися на потреби місцевого ринку. Для Одеської області, де попит на борошно розподілений між великими

споживачами, малими пекарнями, магазинами і населенням, наявність таких підприємств має практичне значення.

ТОВ «Трапеза» представляє ширший напрям зернопереробної продукції. Підприємство працює з очищенням, калібруванням і фасуванням зернових культур, застосовує сортування, фотосепарацію і багаторівневу перевірку продукції. Його діяльність показує, що частина підприємств Одеської області не обмежується тільки класичним виробництвом пшеничного борошна, а працює також із фасованими зерновими продуктами, крупами і бакалійною продукцією. Це важлива риса сучасного стану галузі: поряд із великими млинами зберігається потреба в підприємствах, які виконують підготовку, сортування, фасування і товарну доробку зернової продукції.

ПП «Пекар» також бере участь у ринку борошна та продуктів переробки зерна. У відкритих джерелах підприємство подається як виробник цільнозернового борошна, а в асортименті згадуються борошно, висівки та інша продукція. Для оцінки стану галузі такі підприємства важливі тому, що вони працюють у тій частині ринку, де потрібні не обов'язково великі промислові партії, а ширший вибір фасованої продукції, менші обсяги поставок і можливість обслуговувати локальних покупців.

Окрему групу становлять малі млини та крафтові виробництва. На Одещині працює крафтове підприємство з власним млином, який виробляє близько 100 кг борошна за годину, а загальний асортимент становить близько 20 видів борошна. Такі виробництва не визначають основний обсяг випуску борошна в області, але вони показують наявність місця для малих підприємств, які працюють із цільнозерновим, спеціалізованим або локальним борошном.

Структура виробництва борошна в Одеській області є різномірною. Її основу становить велике промислове підприємство - Куліндорівський комбінат хлібопродуктів, який має млин потужністю 500 т переробки зерна на добу і випускає пшеничне борошно вищого та першого сорту. Поряд із

ним працюють приватні виробники, які випускають або реалізують пшеничне борошно, висівки, крупи, рисову продукцію, фасовану зернову продукцію і спеціалізовані види борошна. Окрему частину становлять малі млини, орієнтовані на місцевий збут і ширший асортимент.

Стан виробництва борошна в Одеській області показує, що регіон має виробничу основу для роботи млинів різного масштабу. З одного боку, наявність Куліндорівського комбінату хлібопродуктів підтверджує присутність у регіоні великого промислового млина. З іншого боку, діяльність ТОВ «Фарін», ТОВ «Трапеза», ТОВ «Круп'яний двір», ПП «Пекар» та малих виробників показує, що ринок не обмежується одним підприємством і однією групою продукції. У регіоні одночасно існують виробництво пшеничного борошна, реалізація висівок, випуск круп'яної та рисової продукції, фасування зернової бакалії, а також виробництво цільнозернового і спеціалізованого борошна.

1.2. Мета і завдання проекту

Метою є проект млина невеликої продуктивності у Одеській області.

Завданням проекту є:

- зробити техніко-економічне обґрунтування;
- надати загальну характеристику генерального плану підприємства та архітектурно-будівельні рішення;
- визначити структуру та особливості борошномельних підприємств Одеської області;
- визначити відмінності показників якості борошна вищого і першого ґатунків;
- зробити аналіз та обґрунтувати схему технологічного процесу для виробництва борошна вищого та першого ґатунків продуктивністю 30 т/д;
- вибрати, розрахувати та підібрати технологічне обладнання;
- зробити спеціальні розрахунки;

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

РОЗДІЛ 2

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Одеська область є доцільним регіоном для розміщення млина невеликої продуктивності, оскільки має розвинене зернове господарство, значну частку пшениці у структурі зернових культур, елеваторне господарство, транспортні шляхи і широкий місцевий ринок споживання борошномельної продукції. Борошномельне підприємство в такому регіоні природно пов'язане з аграрною спеціалізацією області, оскільки переробляє місцеву зернову сировину у харчовий продукт, який має постійний попит. Для області важливо не лише вирощувати зерно і реалізовувати його як сільськогосподарську сировину, а й здійснювати його подальшу переробку в межах регіону. Це дає змогу підвищити господарську цінність зерна, розширити місцеве виробництво харчової продукції і посилити продовольче забезпечення населених пунктів області.

Проектований млин невеликої продуктивності доцільно розглядати як підприємство місцевого або міжрайонного значення. Його завдання полягає в тому, щоб забезпечити певну зону збуту борошном, виробленим із доступної зернової сировини, із коротшою відстанню перевезення і більш гнучкою організацією продажу. Великі млини працюють із великими партіями зерна і борошна, мають складну інфраструктуру, потребують значного завантаження потужностей і орієнтуються на ширший ринок. Млин невеликої продуктивності може працювати в іншій частині ринку, де потрібні менші партії продукції, регулярне постачання, прямий зв'язок із покупцем, фасоване борошно і можливість швидше реагувати на потреби місцевих пекарень, магазинів, дрібнооптових покупців і населення.

Основною передумовою для роботи млина є наявність пшениці, придатної для виробництва пшеничного борошна. Одеська область має

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.П.2.4			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Греценюк Ю.В.				Розділ 2	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Мельник І.В.						15	
Консультант	Басюркіна Н.Й.					ОНТУ, ЗТЗ-41		
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.							

зернову базу, яка дає можливість забезпечити підприємство сировиною за рахунок місцевих сільськогосподарських виробників, елеваторів і заготівельних організацій. Для невеликого млина це має особливе значення, оскільки він не потребує надмірно великих міжрегіональних потоків зерна. Закупівля сировини в межах області або прилеглих районів зменшує транспортні витрати, скорочує час постачання, полегшує контроль партій зерна і дає змогу тісніше працювати з постачальниками. У техніко-економічному відношенні це знижує залежність підприємства від віддалених каналів постачання і підвищує надійність роботи.

Сировинне забезпечення млина повинно спиратися на попередній добір постачальників зерна, можливість приймання партій різного обсягу, лабораторний контроль якості та безпечності, а також наявність складських місткостей для короткочасного або середньотривалого зберігання. Млин невеликої продуктивності не потребує надмірних елеваторних місткостей, але повинен мати достатній запас зерна для ритмічної роботи. Якщо підприємство повністю залежить від щоденних поставок, будь-яке порушення транспорту або затримка від постачальника може призвести до зупинки виробництва. Тому в проекті доцільно передбачати зерносховище або силоси, місткість яких відповідає продуктивності млина і прийнятій системі закупівлі сировини.

Виробнича програма млина повинна відповідати реальним потребам місцевого ринку. Основним видом продукції доцільно передбачати пшеничне хлібопекарське борошно вищого та першого сорту. Саме ці види борошна мають найбільш широкий попит серед хлібопекарських підприємств, малих пекарень, виробників булочних і здобних виробів, торговельних мереж і населення. За наявності попиту асортимент може доповнюватися фасованим борошном у споживчій тарі, борошном для окремих груп виробів, цільозерновим борошном або іншими видами продукції, але основою виробничої програми має залишатися борошно масового призначення. Такий

підхід забезпечує підприємству ширшу збутову основу і зменшує залежність від одного виду покупця.

Побічною продукцією борошномельного виробництва є висівки. Їх реалізація має економічне значення, оскільки дає змогу повніше використовувати продукти переробки зерна і отримувати додатковий дохід. Висівки можуть реалізовуватися підприємствам кормового напрямку, тваринницьким господарствам, фермерським господарствам або іншим покупцям. Для Одеської області, де сільське господарство має вагоме місце, збут висівок може бути достатньо реальним напрямом. У техніко-економічному обґрунтуванні потрібно враховувати, що висівки не є відходами, а становлять товарний продукт, який повинен мати окреме місце зберігання, зручне відвантаження і власний канал реалізації.

Важливою перевагою млина невеликої продуктивності є гнучкість виробництва. Таке підприємство може працювати з різними обсягами замовлень, поєднувати відпуск борошна у мішках, фасованій тарі і, за потреби, безтарному вигляді. Для місцевих покупців особливо важливо мати можливість закуповувати продукцію у зручному обсязі. Невеликі пекарні, магазини і дрібнооптові покупці не завжди можуть працювати з великими партіями борошна, характерними для великих комбінатів. Млин невеликої продуктивності може зайняти саме цю ринкову нішу, де вирішальними є не лише ціна, а й зручність постачання, регулярність, близькість виробника і можливість оперативного зв'язку.

Ринок збуту продукції проектного млина доцільно орієнтувати на кілька напрямів. Перший напрям - постачання борошна місцевим пекарням і виробникам хлібобулочних виробів. Для них важливими є стабільні хлібопекарські властивості борошна, своєчасне постачання, наявність супровідних документів і можливість отримувати продукцію без значних транспортних витрат. Другий напрям - реалізація борошна торговельним підприємствам і магазинам, особливо у фасованому вигляді. Третій напрям - дрібнооптовий продаж для виробників борошняних виробів, кулінарних

напівфабрикатів, кондитерських виробів та інших харчових продуктів. Четвертий напрям - реалізація висівок. Розподіл збуту між кількома напрямками зменшує ризик простою підприємства через втрату одного покупця.

Техніко-економічна доцільність млина невеликої продуктивності пов'язана також із транспортною складовою. Борошно є масовим продуктом, тому витрати на перевезення помітно впливають на його кінцеву ціну. Якщо зерно вирощують у межах області, а готове борошно реалізують місцевим споживачам, підприємство скорочує зайві перевезення сировини і готової продукції. Це особливо важливо для районів, віддалених від великих промислових млинів. Місцевий млин може працювати ближче до сировини і покупця, що знижує логістичні витрати, скорочує строки постачання і підвищує надійність забезпечення споживачів.

Основними витратами під час створення млина є витрати на земельну ділянку або її підготовку, будівництво виробничого корпусу і складів, придбання та монтаж технологічного обладнання, облаштування приймання зерна, зерносховища, лабораторії, вагової, інженерних мереж, систем аспірації, електропостачання, протипожежного забезпечення, фасувального обладнання і транспортно-складської інфраструктури. До поточних витрат належать закупівля зерна, електроенергія, оплата праці, ремонт і технічне обслуговування обладнання, пакувальні матеріали, лабораторний контроль, санітарні заходи, перевезення, податки, охорона, облік і збут. Найбільшу частку в собівартості продукції становитимуть сировина, енергетичні витрати, пакування і транспорт.

Економічна доцільність проекту залежить від співвідношення між ціною закупівлі зерна, витратами на його переробку і ціною реалізації борошна та висівок. Для млина невеликої продуктивності особливо важливо забезпечити ритмічний збут. Якщо підприємство виробляє борошно, але не має постійних покупців, склад готової продукції швидко переповнюється, а млин змушений зменшувати виробництво або зупинятися. Тому збут

повинен бути підготовлений ще до початку роботи підприємства. Доцільно укладати попередні домовленості з пекарнями, магазинами, дрібнооптовими покупцями, фермерськими господарствами щодо реалізації висівок, а також передбачати власний канал продажу фасованого борошна.

Значення має і вибір продуктивності млина. Надто мала продуктивність може не забезпечити достатнього обсягу продукції для покриття постійних витрат, особливо якщо підприємство має окрему лабораторію, складські приміщення, персонал, охорону і витрати на електропостачання. Надто велика продуктивність для місцевого ринку може призвести до недозавантаження технологічного обладнання, потреби у ширшому збуті і зростання складських витрат. Тому невелика продуктивність має бути обрана так, щоб вона відповідала реальному обсягу закупівлі зерна і прогнозованому збуту борошна. У цьому полягає головна економічна логіка проекту: масштаб підприємства повинен відповідати ринку, а не лише технічним можливостям обладнання.

Важливою умовою ефективності є асортиментна політика. Якщо підприємство випускатиме лише один вид борошна, воно буде сильніше залежати від однієї групи покупців. Якщо асортимент включатиме борошно вищого і першого сорту, фасоване борошно, борошно у мішках, а також реалізацію висівок, підприємство матиме більше можливостей для збуту. Проте асортимент не повинен бути надмірно широким на початковому етапі, оскільки це ускладнює облік, зберігання, фасування і лабораторний контроль. Найдоцільніше передбачити базовий асортимент, який відповідає основному попиту, а подальше розширення здійснювати після закріплення підприємства на місцевому ринку.

Фасування борошна має окреме економічне значення. Реалізація борошна у мішках зручна для пекарень і дрібнооптових покупців, але споживче фасування відкриває доступ до роздрібного ринку. Фасоване борошно може мати вищу відпускну ціну за одиницю маси, але потребує додаткових витрат на пакувальні матеріали, фасувальне обладнання,

маркування, склад фасованої продукції і контроль маси нетто. Тому підприємство повинно поєднувати обидва напрями: мішкове борошно для виробничих покупців і фасоване борошно для торгівлі. Такий підхід дає змогу використовувати різні канали продажу і підвищити гнучкість збуту.

Окремим напрямом економічної оцінки є енергоспоживання. Борошномельне виробництво пов'язане з роботою обладнання. Витрати електроенергії істотно впливають на собівартість продукції. Тому у проекті доцільно передбачати сучасне енергоощадне технологічне обладнання, раціональну довжину транспортних ліній, справні аспіраційні системи, автоматизоване керування окремими вузлами і контроль простоїв. Економія електроенергії не повинна досягатися за рахунок погіршення очистки, аспірації або якості помелу, але правильний вибір обладнання і компактне компонування виробництва можуть зменшити надлишкові витрати.

Потреба в персоналі для млина невеликої продуктивності є меншою, ніж для великого комбінату, але персонал повинен мати належну кваліфікацію. Підприємству потрібні працівники для приймання зерна, обслуговування технологічного обладнання, лабораторного контролю, фасування, складу, відвантаження, ремонту, електрогосподарства, бухгалтерського обліку, збуту і управління. Надмірне скорочення персоналу може призвести до того, що один працівник виконуватиме занадто багато операцій, а це погіршує контроль і підвищує ризик помилок. Оптимальна чисельність працівників повинна забезпечувати безпечну і ритмічну роботу підприємства без зайвого збільшення адміністративних витрат.

Ризики проекту пов'язані з коливанням цін на зерно, зміною попиту на борошно, конкуренцією з великими млинами, зростанням вартості електроенергії, пального і пакувальних матеріалів, нерівномірним надходженням сировини, можливими перебоями в енергопостачанні, змінами логістики і вимогами до безпечності харчових продуктів. Зменшити ці ризики можна завдяки роботі з кількома постачальниками зерна, укладенню договорів із покупцями, достатньому запасу сировини, розподілу збуту між

промисловими і роздрібними покупцями, регулярному лабораторному контролю, справному технологічному обладнанню і впровадженню НАССР.

Конкуренція з великими борошномельними підприємствами не повинна розглядатися тільки як перешкода. Великий млин і млин невеликої продуктивності можуть працювати в різних ринкових сегментах. Велике підприємство має перевагу в масштабі, а невелике - у близькості до місцевого ринку, зручності поставок, гнучкому фасуванні і роботі з покупцями, яким не потрібні великі партії. Для успішної роботи проектованому млину потрібно не копіювати модель великого комбінату, а зайняти власну частину ринку. Це може бути постачання борошна в межах конкретного району або групи громад, робота з пекарнями, реалізація фасованої продукції і продаж висівок місцевим споживачам.

Соціально-економічне значення проекту полягає у створенні робочих місць, розвитку місцевої переробки зерна, підвищенні забезпеченості регіону борошном, підтримці місцевих сільськогосподарських виробників і розширенні виробничої бази харчової промисловості. Підприємство може закуповувати зерно у місцевих господарств, постачати борошно місцевим пекарням і магазинам, сплачувати податки, залучати транспортні та ремонтні послуги. Для невеликих громад така переробка має особливе значення, оскільки вона створює зв'язок між вирощуванням зерна і виробництвом харчового продукту без надмірного вивезення сировини за межі регіону.

Загальна техніко-економічна логіка проекту полягає в тому, що млин невеликої продуктивності в Одеській області може бути доцільним за умови правильного вибору місця розміщення, достатнього сировинного забезпечення, реального місцевого збуту, раціональної продуктивності, компактного генерального плану, якісного технологічного обладнання, лабораторного контролю, впровадження НАССР і продуманої асортиментної політики. Підприємство повинно працювати як повноцінний об'єкт борошномельної промисловості, пристосований до місцевого ринку і вимог харчового виробництва.

Очікуваний ефект від реалізації проекту полягає у забезпеченні місцевого ринку пшеничним борошном, використанні зернової сировини регіону, скороченні транспортної складової, створенні додаткової продукції з місцевого зерна, реалізації висівок, розвитку фасованої продукції і підвищенні надійності постачання для малих і середніх покупців. Для регіону це означає посилення місцевої переробки зерна, а для підприємства - можливість зайняти нішу між великими борошномельними комбінатами і дрібним нерегулярним виробництвом.

Метою будівництва борошномельного заводу є отримання прибутку від виробництва та реалізації борошна вищого і першого ґатунку, а також від реалізації побічних продуктів переробки зерна та надання послуг з переробки зерна на давальницьких умовах.

Режим роботи підприємства приймаємо безперервний, у три зміни, із зупинками на капітальний ремонт, святкові дні та поточне технічне обслуговування. Робочий період підприємства приймаємо:

$$P = 300 \text{ діб.}$$

Продуктивність підприємства: 30 т/добу.

Коефіцієнт використання потужності: 0,9.

Річний обсяг переробки зерна становить:

$$Q_z = 30 \times 300 \times 0,9 = 8100 \text{ т зерна.}$$

Для виробництва борошна планується закуповувати 60 % зерна за власні кошти:

$$Q_{z.вл} = 8100 \times 0,60 = 4860 \text{ т зерна.}$$

Кількість зерна клієнтів, що переробляється на давальницьких умовах:

$$Q_{z.кл} = 8100 - 4860 = 3240 \text{ т зерна.}$$

Загальний вихід борошна приймаємо 75 %, у тому числі:

борошно вищого ґатунку - 45 %;

борошно першого ґатунку - 30 %.

Вихід побічних продуктів приймаємо за прикладом:

висівки - **22,1 %**;

кормові зерновідходи - 2,2 %.

Таблиця 2.1 - Розрахунок обсягів виробництва і реалізації продукції та послуг

Показники	Значення показника	Оптова ціна / тариф, грн/т	Обсяг реалізації, грн
Добова потужність, т	30	*	*
Річний робочий період, діб	300	*	*
Річний обсяг переробки зерна, т	8100	*	*
Обсяг власного зерна, т	4860	*	*
Переробка зерна клієнтів, т	3240	2500,1	8 100 324
Виробництво продукції з власного зерна, усього борошна, %	75	*	*
Виробництво продукції з власного зерна, усього борошна, т	3645	*	*
Борошно вищого гатунку, %	45	*	*
Борошно вищого гатунку, т	2187	13 500	29 524 500
Борошно першого гатунку, %	30	*	*
Борошно першого гатунку, т	1458	12 000	17 496 000
Висівки, %	22,1	*	*
Висівки, т	1074,06	5 000	5 370 300
Кормові зерновідходи, %	2,2	*	*
Кормові зерновідходи, т	106,92	3 700	395 604
Всього реалізація продукції з власного зерна	*	*	52 786 404
Всього реалізація продукції та послуг	*	*	60 886 728

Отже, річний обсяг реалізації продукції та послуг становить:

$$РП = 60\,886\,728 \text{ грн.}$$

Прибуток визначаємо за формулою:

$$П = РП \times Р_{пр} / (100 + Р_{пр}),$$

де РП - обсяг реалізації продукції та послуг;

Р_{пр} - прогнозована рентабельність продукції та послуг, приймаємо 10 %.

$$П = 60\,886\,728 \times 10 / (100 + 10) = 5\,535\,157 \text{ грн.}$$

Нове підприємство продуктивністю 30 т/добу може забезпечити прогнозний прибуток у розмірі: 5 535 157 грн.

Визначення потреби в інвестиціях

Загальна потреба в інвестиціях визначається за формулою:

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

де $I_{\text{овф}}$ - інвестиції в основні виробничі фонди;

$I_{\text{ок}}$ - інвестиції на утворення оборотних коштів.

Інвестиції в основні виробничі фонди визначаємо за питомими капітальними вкладеннями:

$$I_{\text{пит}} = 10\,000 \text{ грн на } 1 \text{ т добової потужності.}$$

Тоді:

$$I_{\text{овф}} = 10\,000 \times 30 = 300\,000 \text{ грн.}$$

Інвестиції на утворення оборотних коштів приймаємо на рівні 10 % від обсягу реалізації продукції та послуг:

$$I_{\text{ок}} = 60\,886\,728 \times 10 / 100 = 6\,088\,673 \text{ грн.}$$

Загальна сума інвестицій:

$$I_{\text{заг}} = 300\,000 + 6\,088\,673 = 6\,388\,673 \text{ грн.}$$

Загальна сума інвестицій перевищує прогнозний прибуток у:

$$6\,388\,673 / 5\,535\,157 = 1,15 \text{ раза.}$$

Отримані дані свідчать про економічну доцільність будівництва борошномельного підприємства продуктивністю 30 т/добу, оскільки прогнозний прибуток є співставним із потребою в інвестиціях, а співвідношення інвестицій до прибутку становить близько 1,15.

Джерела інвестування приймаємо за прикладом:

власні кошти засновників - **60 %**;

позикові кошти - **40 %**.

Власні кошти:

$$I_{\text{вл}} = 6\,388\,673 \times 0,60 = 3\,833\,204 \text{ грн.}$$

Позикові кошти:

$$I_{\text{поз}} = 6\,388\,673 - 3\,833\,204 = 2\,555\,469 \text{ грн.}$$

Отже, для будівництва підприємства необхідно залучити:
3 833 204 грн власних коштів і 2 555 469 грн позикових коштів

РОЗДІЛ 3

ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА

3.1 Загальна характеристика генерального плану підприємства

Генеральний план млина невеликої продуктивності в Одеській області повинен забезпечувати раціональне розміщення виробничих, складських, допоміжних, побутових і транспортних об'єктів на території підприємства з урахуванням особливостей борошномельного виробництва. Для такого підприємства важливо не тільки передбачити місце для основного виробничого корпусу, а й забезпечити зручне приймання зерна, його короткий і безпечний рух до місць зберігання, подачу у виробництво, відвантаження борошна та висівок, рух автомобільного транспорту, роботу лабораторії, вагового господарства, складів, інженерних мереж і службових приміщень. Генеральний план має поєднувати технологічну послідовність, санітарні вимоги, пожежо- і вибухобезпеку, зручність обслуговування технологічного обладнання та економне використання земельної ділянки.

Млин невеликої продуктивності відрізняється від великого борошномельного комбінату меншими обсягами приймання зерна і випуску готової продукції, але вимоги до планувальної логіки залишаються такими самими. На території підприємства не повинно бути перехрещення потоків зерна, готового борошна, висівок, допоміжних матеріалів, транспорту працівників і службового руху. Якщо ці потоки не розмежовані, на підприємстві ускладнюється облік сировини і готової продукції, зростає тривалість внутрішніх перевезень, погіршуються санітарні умови, виникають труднощі з прибиранням території, підвищується ризик забруднення готової продукції пилом і сторонніми домішками. Тому генеральний план млина повинен будуватися навколо послідовного руху: в'їзд транспорту із зерном,

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.ІІ.2.4			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Греценюк Ю.В.				Розділ 3	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Мельник І.В.						26	
Консультант						ОНТУ, ЗТЗ-41		
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.							

контроль і зважування, приймання зерна, зберігання, подача до виробничого корпусу, одержання борошна і висівок, тимчасове зберігання готової продукції, відвантаження покупцеві.

Для Одеської області вибір земельної ділянки під млин невеликої продуктивності має враховувати аграрну спеціалізацію регіону, наявність зерновиробників, відстань до автомобільних доріг, можливість під'їзду вантажного транспорту, розміщення населених пунктів і напрям збуту борошна. Млин доцільно розміщувати так, щоб він мав зручний зв'язок із місцевою сировинною базою і водночас міг постачати готову продукцію пекарням, магазинам, дрібнооптовим покупцям і населенню. Для підприємства невеликої продуктивності особливо важливим є скорочення зайвих перевезень. Якщо зерно надходить із прилеглих господарств, а борошно реалізується в межах області або окремого району, підприємство зменшує витрати на транспорт і краще пристосовується до потреб місцевого ринку.

Земельна ділянка повинна мати достатню площу для розміщення виробничого корпусу, приймального пристрою для зерна, силосів або складів зерна, складу готової продукції, складу тари і пакувальних матеріалів, вагової, лабораторії, адміністративно-побутового корпусу, трансформаторної підстанції, котельні або теплового пункту за потреби, протипожежних ємностей або гідрантів, майданчиків для маневрування автомобілів, внутрішніх проїздів, місць тимчасового очікування транспорту та озелених ділянок. Навіть якщо підприємство невелике, територія не повинна бути надмірно ущільненою. Занадто щільне розміщення будівель ускладнює під'їзд пожежної техніки, ремонтні роботи, очищення території, розширення складів і безпечне переміщення вантажного транспорту.

Планувальна структура території млина повинна мати чіткий поділ на виробничу, складську, адміністративно-побутову та транспортну частини. Виробнича частина охоплює основний млин, зерноочисне і розмельне відділення, бункери оперативного запасу, аспіраційні установки,

пневмотранспортні комунікації, місця встановлення технологічного обладнання та приміщення, пов'язані з випуском готової продукції. Складська частина охоплює зерносховища, силоси або склади підлогового зберігання, склад борошна, склад висівок, склад тари і пакувальних матеріалів. Адміністративно-побутова частина містить конторські приміщення, лабораторію, кімнати персоналу, санітарно-побутові приміщення, гардеробні та місце для охорони. Транспортна частина містить в'їзд і виїзд, автомобільні ваги, внутрішні проїзди, майданчики розвороту, місця завантаження і розвантаження.

Найдоцільніше розміщувати адміністративно-побутовий корпус ближче до головного в'їзду на територію підприємства. Таке рішення дає змогу відокремити рух працівників і відвідувачів від основного руху зерновозів і автомобілів із готовою продукцією. Біля в'їзду також розміщують контрольно-пропускний пункт і автомобільні ваги. Автомобільні ваги повинні бути пов'язані з в'їзною і виїзною частиною так, щоб транспорт із зерном та транспорт із готовою продукцією міг проходити облік без зайвого маневрування. Для підприємства невеликої продуктивності достатньо однієї вагової лінії за умови правильної організації руху, але за інтенсивнішого приймання зерна доцільно передбачати можливість окремого зважування транспорту на в'їзді і виїзді.

Лабораторію доцільно розміщувати поблизу вагової та зони приймання зерна. Таке розміщення забезпечує швидкий відбір проб, оперативну оцінку партії зерна і прийняття рішення щодо її подальшого руху. Лабораторія повинна мати зручний зв'язок не тільки з приймальним пристроєм, а й з виробничим корпусом та складом готової продукції, оскільки контроль на борошномельному підприємстві охоплює сировину, проміжні продукти і готову продукцію. У генеральному плані це означає, що лабораторія не повинна бути віддалена від основних виробничих точок, але водночас її потрібно захистити від пилу, шуму і транспортного руху.

Зона приймання зерна повинна розташовуватися так, щоб зерновози після зважування могли без ускладнень під'їжджати до приймального пристрою, виконувати розвантаження і виїжджати з території без зворотного руху через зону відвантаження борошна. Приймальний пристрій доцільно розміщувати біля зерносховища або силосного корпусу, щоб шлях зерна після розвантаження був найкоротшим. На млині невеликої продуктивності це особливо важливо, оскільки зайві внутрішні переміщення сировини збільшують витрати електроенергії, потребу в транспортному обладнанні та ускладнюють аспірацію. Розвантажувальний майданчик повинен мати тверде покриття, зручний під'їзд, достатню ширину для маневрування автомобілів, а також ухили для відведення дощових і талих вод.

Зерносховища або силоси доцільно розміщувати між приймальним пристроєм і виробничим корпусом. Таке положення відповідає природному руху сировини: зерно надходить на територію, проходить приймання, потрапляє на зберігання, а потім подається до млина. Для млина невеликої продуктивності можна передбачати силоси меншої місткості, склади підлогового зберігання або поєднання цих рішень. Вибір залежить від добової продуктивності, кількості партій зерна, тривалості зберігання, потреби у роздільному розміщенні зерна різного призначення та умов закупівлі сировини. У генеральному плані зерносховище повинно мати зручний зв'язок із прийманням, виробничим корпусом, лабораторією і внутрішніми проїздами для обслуговування.

Основний виробничий корпус млина доцільно розміщувати у центральній або напівцентральной частині ділянки, між зоною зерна і зоною готової продукції. Таке положення забезпечує найкоротший рух сировини до технологічного обладнання і найзручніший вихід борошна та висівок до складів і експедиції. У виробничому корпусі розміщують зерночисне відділення, розмельне відділення, просіювальне обладнання, бункери для борошна, аспіраційні системи, пневмотранспорт, вузли обліку і відпуску продукції.

Зона готової продукції повинна бути розміщена після виробничого корпусу за напрямом руху продукції. Склад борошна, відділення фасування, склад фасованої продукції, склад висівок і експедицію доцільно групувати поряд, але з урахуванням розділення чистих і пилових ділянок. Борошно є харчовим продуктом, тому зона його зберігання та відвантаження повинна бути захищена від пилу, атмосферних опадів, шкідників, сторонніх запахів і руху транспорту із зерном. Склад висівок доцільно розміщувати окремо від складу борошна або відокремлювати його конструктивно, оскільки висівки мають інший напрям реалізації і можуть створювати додаткове пилове навантаження.

Відвантаження борошна може здійснюватися у мішках, у споживчому фасуванні або безтарно. Генеральний план має передбачати зручні під'їзди до рампи складу готової продукції, достатню ширину майданчика для маневрування, можливість тимчасової стоянки автомобілів під завантаженням і безпечне відокремлення цього руху від приймання зерна. Якщо підприємство працює з фасованим борошном, біля складу готової продукції доцільно передбачити окреме місце для зберігання тари і пакувальних матеріалів. Це зменшує внутрішні переміщення, скорочує час підготовки продукції до відвантаження і полегшує санітарний контроль.

На млині невеликої продуктивності особливе значення має правильна організація внутрішніх проїздів. Основний рух вантажного транспорту повинен бути кільцевим або таким, що не потребує складного розвороту. Найкращим є рух, за якого автомобіль із зерном після в'їзду проходить зважування, рухається до приймального пристрою, розвантажується і виїжджає, не перетинаючи зону відвантаження борошна. Автомобіль для готової продукції повинен рухатися до складу або експедиції окремим шляхом. Навіть за невеликої продуктивності підприємства змішування цих потоків небажане, оскільки воно створює черги, збільшує тривалість перебування транспорту на території і погіршує санітарний стан майданчиків.

Покриття проїздів, розвантажувальних і завантажувальних майданчиків повинно бути твердим, зручним для прибирання і стійким до навантаження вантажного транспорту. На території млина утворюється зерновий і борошняний пил, тому ґрунтові дороги або неущільнені майданчики є недопустимими. Вони спричиняють додаткове запилення, ускладнюють рух транспорту після опадів, погіршують санітарний стан і збільшують втрати сировини. Ухили проїздів мають забезпечувати відведення поверхневих вод у систему дощової каналізації або на спеціально передбачені водовідвідні ділянки. Вода не повинна накопичуватися біля приймального пристрою, складів зерна, виробничого корпусу і рамп готової продукції.

Окремої уваги потребує пожежна та вибухова безпека. Борошномельне підприємство працює із зерном, борошном і висівками, а ці продукти можуть утворювати пилоповітряні суміші. Тому генеральний план повинен забезпечувати протипожежні відстані між будівлями, під'їзд пожежної техніки до основних корпусів, наявність джерел протипожежного водопостачання, розміщення пожежних гідрантів, зручність евакуації персоналу і безпечне розташування електротехнічних об'єктів. Силоси, зерноочисне відділення, розмельне відділення, склад борошна і склад висівок повинні розміщуватися з урахуванням пиловиділення і потреби в аспірації.

Аспіраційні системи мають важливе значення не тільки всередині виробничих приміщень, а й для генерального плану. Місця встановлення фільтрів, пиловловлювачів, вентиляторів і повітропроводів повинні бути доступними для огляду, очищення і ремонту. Викиди очищеного повітря не повинні погіршувати санітарний стан території, адміністративно-побутової зони, складу готової продукції або сусідніх ділянок. У планувальному рішенні бажано розміщувати найбільш пилові ділянки з урахуванням переважних напрямів вітру, щоб пилове навантаження не переносилося на чисті зони підприємства. Для Одеської області, де вітрове навантаження може бути відчутним, це має практичне значення.

Санітарна організація території повинна запобігати забрудненню зерна і готової продукції. На генеральному плані потрібно передбачити розділення чистих і умовно забруднених ділянок. До умовно забруднених належать зона приймання зерна, майданчики розвантаження, місця тимчасового накопичення пилу і смітних домішок, зона відвантаження висівок. До чистих належать склад борошна, фасувальне відділення, експедиція готової продукції, адміністративно-побутові приміщення. Побутові відходи, смітні домішки після очистки зерна, пил від аспіраційних систем і непридатні залишки повинні мати окремі місця тимчасового зберігання з подальшим вивезенням відповідно до санітарних вимог.

Інженерне забезпечення млина невеликої продуктивності повинно охоплювати електропостачання, водопостачання, каналізацію, дощове водовідведення, теплопостачання за потреби, зв'язок, освітлення території та блискавкозахист. Борошномельне підприємство є енергоємним, оскільки технологічне обладнання, транспортери, норії, вентилятори, пневмотранспорт, аспіраційні системи, фасувальне обладнання і складські пристрої працюють від електроенергії. Тому трансформаторну підстанцію доцільно розміщувати поблизу основного виробничого корпусу, але з дотриманням вимог безпечної експлуатації і доступу для обслуговування. Електричні мережі повинні бути прокладені так, щоб не заважати руху транспорту і не створювати небезпеки в зоні пиловиділення.

Водопостачання на млині потрібне для санітарно-побутових потреб, прибирання окремих приміщень, лабораторії, протипожежних потреб і за наявності окремих технологічних операцій, пов'язаних із підготовкою зерна. На генеральному плані потрібно передбачити підключення до водопровідної мережі або власне джерело водопостачання, якщо це допустимо для конкретної ділянки. Протипожежне водопостачання повинно забезпечувати потрібний запас води і доступ пожежної техніки. Каналізаційні мережі слід розділяти за призначенням: побутові стоки, виробничі стоки за їх наявності і

дошові води не повинні безконтрольно потрапляти на територію складів або у місця руху зерна.

Освітлення території має забезпечувати безпечну роботу у вечірній і нічний час. Освітленими повинні бути в'їзд, контрольний-пропускний пункт, вагова, приймальний пристрій, проїзди, майданчики розвантаження і завантаження, склад готової продукції, пожежні проїзди і входи до виробничих приміщень. Недостатнє освітлення ускладнює маневрування транспорту, знижує безпеку праці, підвищує ризик пошкодження обладнання і споруд. Разом із тим освітлювальні прилади повинні бути розміщені так, щоб не створювати небезпеки в пилових зонах і не заважати водіям.

Адміністративно-побутова зона повинна бути зручною для працівників і водночас відокремленою від пилових і шумових ділянок. У її складі передбачаються приміщення управління підприємством, кімнати змінного персоналу, гардеробні, душові, санітарні вузли, приміщення для приймання їжі, лабораторія або окремий лабораторний блок. Працівники не повинні проходити до побутових приміщень через зони приймання зерна або відвантаження висівок. Рух персоналу потрібно організувати так, щоб він був безпечним і не перетинався з рухом вантажного транспорту. Для цього передбачають пішохідні доріжки, позначені переходи, огороження небезпечних ділянок і зручні входи до виробничого корпусу.

Склад тари і пакувальних матеріалів має бути сухим, чистим і розташованим поблизу фасувального відділення або складу готової продукції. Пакувальні матеріали не повинні зберігатися біля приймального пристрою зерна, складу висівок або пилових ділянок. Для млина невеликої продуктивності фасування борошна може бути важливим напрямом збуту, тому місце для тари потрібно передбачати одразу в планувальному рішенні. Якщо цього не зробити, пакувальні матеріали часто розміщують у випадкових місцях, що погіршує санітарний стан і ускладнює роботу фасувальної дільниці.

Склад борошна повинен мати зручний зв'язок із фасувальним відділенням і експедицією. Його розміщують так, щоб готова продукція не поверталася назад у напрямі зернової зони. На підприємстві потрібно забезпечити окремі місця для борошна в мішках, фасованого борошна і, за потреби, безтарного відпуску. Склад має бути сухим, захищеним від вологи, шкідників, пилу і різких коливань температури. Біля складу готової продукції передбачають рампу або завантажувальний майданчик. Рампа повинна мати зручну висоту, навіс або інший захист від опадів і достатній простір для роботи навантажувальних засобів.

Висівки як побічний продукт борошномельного виробництва потребують окремого місця для накопичення і відвантаження. Їх доцільно зберігати так, щоб вони не впливали на санітарний стан складу борошна і не створювали додаткового запилення в зоні готової харчової продукції. Відвантаження висівок може здійснюватися у мішках або насипом залежно від прийнятої схеми реалізації. На генеральному плані зона висівок повинна мати окремий під'їзд або таке розміщення, за якого транспорт для висівок не перетинає зону відвантаження фасованого борошна для роздрібної торгівлі.

Для млина невеликої продуктивності важливо передбачити можливість подальшого розширення. Навіть якщо на початковому етапі підприємство має невелику добову продуктивність, у майбутньому може виникнути потреба у збільшенні місткості зерносховищ, встановленні додаткових бункерів для борошна, розширенні фасувального відділення, збільшенні складу готової продукції або облаштуванні додаткової рампи. Якщо генеральний план складений без запасу території, будь-яке розширення буде пов'язане з порушенням транспортної схеми або небажаним ущільненням забудови. Тому резервні ділянки потрібно передбачати одразу, особливо біля зерносховища, складу готової продукції та транспортних майданчиків.

Одеська область має кліматичні умови, які потрібно враховувати під час розміщення будівель і майданчиків. У літній період можливі високі

температури, суховії, пилове навантаження, а також інтенсивні короточасні опади. Тому відкриті майданчики для зерна не повинні допускати його зволоження або засмічення, а розвантажувальні пристрої мають бути захищені від атмосферних впливів. Дощове водовідведення повинно запобігати підтопленню приймальних прямиків, підвальних частин, норійних башт і складів. Розміщення будівель слід обирати так, щоб забезпечити провітрювання території, але не сприяти перенесенню пилу на чисті зони.

Для підприємства невеликої продуктивності важливо, щоб територія була зручною для щоденної експлуатації. Млин повинен мати просту і зрозумілу схему руху, доступні місця технічного обслуговування, достатні складські площі, зручний під'їзд до кожного важливого об'єкта і можливість швидкого прибирання території.

3.2 . Архітектурно-будівельні рішення

Архітектурно-будівельні рішення млина невеликої продуктивності повинні відповідати виробничому призначенню підприємства, особливостям борошномельного виробництва, вимогам безпечної експлуатації, санітарного стану, пожежо- і вибухобезпеки, зручності обслуговування технологічного обладнання та раціонального розміщення приміщень. Будівлі такого підприємства не можуть розглядатися як звичайні складські або універсальні виробничі споруди, оскільки борошномельне виробництво пов'язане з переробкою зерна, утворенням зернового і борошняного пилу, вертикальним переміщенням продуктів, потребою в аспірації, розміщенням бункерів, норій, пневмотранспортних ліній, просіювального і розмельного технологічного обладнання, а також із необхідністю окремого зберігання зерна, борошна, висівок, тари і пакувальних матеріалів.

Архітектурно-будівельна частина проєкту має забезпечувати узгоджену роботу всіх основних будівель і споруд підприємства: виробничого корпусу млина, зерносховища, приймального пристрою для

зерна, складу готової продукції, складу висівок, фасувального відділення, складу тари, лабораторії, адміністративно-побутового корпусу, ремонтних і допоміжних приміщень, енергетичних споруд, водопровідних і протипожежних об'єктів. Кожна будівля повинна мати чітке призначення і бути пов'язана з іншими об'єктами підприємства так, щоб рух зерна, борошна, висівок, тари, персоналу і транспорту був коротким, зрозумілим і безпечним.

Основним об'єктом підприємства є виробничий корпус млина. Його архітектурно-будівельне рішення визначається потребою розміщення технологічного обладнання на кількох рівнях. Для борошномельного виробництва характерне використання вертикальної схеми розташування обладнання, оскільки зерно, проміжні продукти помелу, борошно і висівки багаторазово переміщуються між різними відділеннями. Тому виробничий корпус млина доцільно проектувати як багатоповерхову будівлю каркасного типу з достатньою висотою поверхів, міцними перекриттями, прорізами для норій, трубопроводів, самопливів, аспіраційних повітропроводів і технологічних комунікацій.

Об'ємно-планувальне рішення виробничого корпусу повинно забезпечувати розміщення зерноочисного, розмельного, вибійного і допоміжних відділень. Зерноочисне відділення доцільно розташовувати в частині будівлі, ближчій до зерносховища або бункерів оперативного запасу зерна. Розмельне відділення розміщують у центральній частині виробничого корпусу, оскільки саме воно потребує найбільшої кількості зв'язків із просіювальним обладнанням, бункерами і транспортними лініями. Вибійне або фасувальне відділення повинно мати короткий зв'язок зі складом готової продукції. Таке розміщення дає змогу не подовжувати внутрішні переміщення продуктів і не перевантажувати будівлю зайвими транспортними лініями.

Для млина невеликої продуктивності важливо не збільшувати об'єм виробничого корпусу без потреби. Надмірна висота і площа будівлі

збільшують вартість будівництва, опалення, вентиляції, освітлення, прибирання і ремонтів. Разом із тим будівля не повинна бути тісною. У ній необхідно передбачити достатні проходи для персоналу, місця для огляду технологічного обладнання, можливість демонтажу окремих вузлів, доступ до електродвигунів, норійних головок, аспіраційних установок, фільтрів, бункерів і пневмотранспортних ліній. Якщо відстані між обладнанням і конструкціями будівлі занадто малі, обслуговування ускладнюється, збільшується тривалість ремонтів і погіршуються умови праці.

Несучі конструкції виробничого корпусу повинні сприймати навантаження від власної маси будівлі, технологічного обладнання, бункерів, транспортних ліній, вібраційних впливів, тимчасових навантажень під час ремонту і руху персоналу. Для такого типу будівель доцільним є каркас із залізобетонних або металевих колон і балок із перекриттями, розрахованими на встановлення технологічного обладнання. Місця розташування важкого обладнання, бункерів і норій повинні бути враховані під час розрахунку перекриттів і фундаментів. Недостатня жорсткість конструкцій може спричинити вібрації, перекоси обладнання, порушення роботи транспортних ліній і передчасне зношування вузлів.

Фундаменти виробничого корпусу проєктують з урахуванням інженерно-геологічних умов ділянки, рівня ґрунтових вод, маси будівлі, навантажень від обладнання і можливих динамічних впливів. Для технологічного обладнання, яке створює вібрації, передбачають окремі основи або посилені ділянки фундаментів. Особливої уваги потребують місця встановлення норій, вентиляторів, розмельних вузлів, оскільки неправильне передавання навантажень на конструкції будівлі може погіршити роботу обладнання. У проєкті потрібно передбачити гідроізоляцію фундаментів і підземних частин будівлі, щоб волога не потрапляла до виробничих приміщень і складів.

Зовнішні стіни виробничого корпусу мають забезпечувати захист приміщень від атмосферних опадів, вітру, надмірного нагрівання влітку і

втрат тепла взимку. Для Одеської області важливо враховувати літні високі температури, вітрове навантаження, пилове навантаження і можливі різкі зміни погоди. Огороджувальні конструкції повинні бути міцними, довговічними, придатними для санітарного утримання і стійкими до впливу виробничого пилу. Внутрішні поверхні стін у виробничих приміщеннях мають бути такими, щоб їх можна було очищати від пилу. Небажано передбачати зайві виступи, ніші і горизонтальні поверхні, на яких накопичуються зерновий і борошняний пил.

Підлоги у виробничому корпусі повинні бути міцними, рівними, неслизькими, зносостійкими і зручними для прибирання. У місцях встановлення технологічного обладнання підлоги мають витримувати статичні і динамічні навантаження. У проходах, біля сходів, біля приймальних і вибійних ділянок потрібно уникати перепадів висот, які створюють небезпеку для працівників. Покриття підлог повинно запобігати пиловому забрудненню і не руйнуватися під дією частого прибирання. У складських приміщеннях для борошна підлоги повинні бути сухими, без тріщин, із захистом від капілярної вологи, оскільки підвищена вологість може негативно впливати на зберігання готової продукції.

Перекриття у виробничому корпусі повинні мати отвори для технологічних ліній, але ці отвори не можна розміщувати випадково. Їх необхідно передбачати відповідно до схеми розміщення технологічного обладнання, норій, самопливів, пневмотранспортних трубопроводів і аспіраційних повітропроводів. Усі прорізи повинні мати огороження, протипожежне ущільнення за потреби і можливість обслуговування. Непродумане розташування прорізів у перекриттях ускладнює монтаж, знижує жорсткість конструкцій, погіршує пожежну безпеку і створює незручності під час ремонту.

Покрівля виробничого корпусу повинна захищати будівлю від опадів, мати організоване водовідведення і бути доступною для огляду. Протікання покрівлі на борошномельному підприємстві є особливо небажаним, оскільки

волога може потрапити на зерно, борошно, висівки, пакувальні матеріали або технологічне обладнання. Тому покрівельні конструкції повинні бути надійними, з достатніми ухилами, справними водостоками і зручним доступом для обслуговування. У місцях виходу вентиляційних і аспіраційних каналів необхідно передбачити герметичні вузли примикання.

Важливою частиною архітектурно-будівельного рішення є природне та штучне освітлення. Виробничі приміщення млина повинні мати достатнє освітлення для безпечної роботи персоналу, огляду технологічного обладнання, контролю санітарного стану і виконання ремонтних робіт. Віконні прорізи потрібно розміщувати так, щоб забезпечувати природне освітлення, але не створювати перегріву приміщень, сліпучого світла і зайвого пилового осідання на підвіконнях. У пилових зонах віконні конструкції мають бути зручними для очищення. Штучне освітлення повинно охоплювати всі робочі місця, проходи, сходові клітки, площадки обслуговування, склади і зовнішні майданчики.

Сходи, площадки, огороження і проходи у виробничому корпусі повинні відповідати вимогам безпеки праці. Багатоповерхова будівля млина потребує зручного вертикального зв'язку між поверхами. Сходові клітки розміщують так, щоб працівники могли швидко потрапити до потрібного відділення і безпечно залишити будівлю у разі небезпеки. Крім основних сходів, біля високого технологічного обладнання можуть передбачатися робочі площадки обслуговування. Усі площадки, відкриті прорізи, приямки, люки і переходи повинні мати огороження. У пилових приміщеннях не допускається накопичення пилу на сходах і площадках, тому їх конструкція повинна бути зручною для очищення.

Зерносховище є одним із головних об'єктів будівельної частини млина. Для підприємства невеликої продуктивності воно може бути виконане у вигляді металевих силосів, залізобетонних ємностей або складу підлогового зберігання. Вибір залежить від продуктивності млина, тривалості зберігання зерна, кількості партій, умов приймання сировини і можливостей

підприємства. Силосне зберігання дає змогу раціонально використовувати площу ділянки і розміщувати зерно за партіями, але потребує норій, транспортерів, систем контролю і безпечного обслуговування. Склад підлогового зберігання простіший за будівельним рішенням, але займає більшу площу і потребує чіткої організації завантаження та розвантаження.

Конструкції зерносховища повинні забезпечувати захист зерна від атмосферних опадів, ґрунтової вологи, шкідників хлібних запасів, самозігрівання і засмічення. Підлоги у складах підлогового зберігання повинні бути сухими, міцними і зручними для механізованого переміщення зерна. Стіни мають витримувати боковий тиск зернової маси. У силосах потрібно передбачати безпечний доступ до верхніх галерей, оглядових майданчиків, засувов, транспортерів і норій. Усі елементи зерносховища повинні бути узгоджені з лабораторним контролем і системою приймання зерна.

Приймальний пристрій для зерна потребує окремого будівельного рішення. Він повинен мати приямок або приймальну яму, захист від опадів, тверде покриття навколо, огороження небезпечних ділянок, зручний під'їзд автомобілів і можливість очищення просипів зерна. Приймальна зона є однією з найбільш запилених ділянок підприємства, тому її будівельне рішення повинно передбачати аспірацію, достатню висоту навісу, зручність обслуговування решіток, засувов і транспортних ліній. Вода не повинна потрапляти у приймальний приямок, тому навколо нього необхідне водовідведення і підвищені вимоги до гідроізоляції.

Склад готової продукції повинен бути сухим, чистим, захищеним від атмосферних впливів, шкідників, пилу і сторонніх запахів. Борошно як харчовий продукт потребує особливих умов зберігання. У складі не допускається зволоження підлоги і стін, утворення конденсату, протікання покрівлі, потрапляння пилу із зернової зони або складу висівок. Будівельне рішення складу повинно забезпечувати зручне розміщення борошна в мішках, фасованої продукції, піддонів, проходів для навантажувальної

техніки і місць відбору продукції для відвантаження. Ворота складу повинні бути зручними для завантаження автомобілів, але не допускати неконтрольованого потрапляння холодного повітря, вологи і пилу.

Фасувальне відділення доцільно розміщувати поряд зі складом готової продукції. Воно повинно бути чистим, сухим, достатньо освітленим і зручним для розміщення фасувального технологічного обладнання, столів, ваг, пакувальних матеріалів і внутрішнього переміщення продукції. Архітектурно-будівельне рішення цього приміщення має відповідати підвищеним санітарним вимогам, оскільки тут борошно безпосередньо потрапляє у споживчу тару. Стіни, підлога і стеля повинні бути зручними для очищення. Склад тари розміщують поряд, але так, щоб пакувальні матеріали не контактували з пиловими зонами і не зволожувалися.

Склад висівок слід відокремлювати від складу борошна. Висівки є побічним продуктом борошномельного виробництва і мають інші умови реалізації, іншу сипкість, іншу запиленість і інші вимоги до відвантаження. Якщо склад висівок розмістити занадто близько до чистої зони готової продукції без належного відокремлення, це може погіршити санітарний стан складу борошна. Тому склад висівок доцільно проектувати як окреме приміщення або окрему частину складського блоку з самостійним під'їздом для відвантаження.

Лабораторія підприємства повинна мати будівельне рішення, яке забезпечує належні умови для контролю зерна, борошна і побічної продукції. Її доцільно розміщувати поблизу приймання зерна, вагової і виробничого корпусу, але не в зоні інтенсивного пиловиділення. Приміщення лабораторії повинні бути сухими, світлими, захищеними від вібрації, пилу і різких температурних коливань. Потрібно передбачити робочі столи, місця для приладів, зберігання проб, мийне місце, вентиляцію і зручний зв'язок із виробничими приміщеннями. Лабораторія не повинна бути випадковим приміщенням у складі адміністративного корпусу, оскільки її робота безпосередньо впливає на приймання зерна і контроль готового борошна.

Адміністративно-побутовий корпус проєктують для розміщення управління підприємством, приміщень персоналу, гардеробних, душових, санітарних вузлів, кімнати приймання їжі, медичного або санітарного пункту за потреби. Його доцільно розміщувати ближче до входу на територію, щоб працівники і відвідувачі не проходили через пилові та транспортні зони. Побутові приміщення повинні забезпечувати розділення чистого і робочого одягу, можливість гігієнічної підготовки персоналу до роботи, зручний вихід до виробничого корпусу і безпечний рух територією підприємства. Для харчового виробництва санітарно-побутові умови мають важливе значення, тому ці приміщення не можна скорочувати до мінімуму без урахування потреб персоналу.

У приміщеннях млина необхідно забезпечити захист від надмірного шуму і вібрацій. Розмельне, просіювальне, транспортне і вентиляційне обладнання створює шумове навантаження, тому архітектурно-будівельні рішення повинні передбачати раціональне розміщення шумних ділянок, огорожувальні конструкції, віброізоляцію окремих вузлів, щільне встановлення дверей і достатню відокремленість адміністративно-побутових приміщень. Персонал не повинен постійно перебувати в зонах підвищеного шуму без потреби. Приміщення для відпочинку, лабораторія і приміщення повинні бути захищені від виробничого шуму.

Ремонтно-допоміжні приміщення потрібні навіть для млина невеликої продуктивності. На підприємстві необхідно мати місце для зберігання запасних частин, інструменту, мастильних матеріалів, допоміжних матеріалів і дрібного ремонту. Такі приміщення не повинні розміщуватися в чистій зоні складу борошна або фасувального відділення. Їх доцільно відокремлювати від харчової продукції і розміщувати ближче до виробничого корпусу, щоб ремонтний персонал мав зручний доступ до технологічного обладнання. Для мастильних матеріалів і хімічних засобів потрібно передбачати окреме безпечне зберігання.

Енергетичні приміщення і споруди, зокрема електрощитова, трансформаторна підстанція, компресорна за потреби, тепловий пункт або котельня, повинні мати окреме безпечне розміщення. Вони мають бути доступними для обслуговування, але відокремленими від пилових приміщень і складів готової продукції. Електрощитові не можна розміщувати в місцях із високою запиленістю або ризиком зволоження. Усі кабельні вводи, проходки через стіни і перекриття повинні бути виконані з урахуванням пожежної безпеки. Для млина, де значна частина обладнання працює від електроенергії, надійність електротехнічних приміщень має безпосередній вплив на безперервність виробництва.

Архітектурно-будівельні рішення мають передбачати подальший розвиток підприємства. Навіть якщо млин спочатку проєктується як підприємство невеликої продуктивності, з часом може виникнути потреба збільшити складські площі, встановити додаткові силоси, розширити фасувальне відділення, збільшити склад готової продукції або додати окрему лінію фасування. Тому виробничий корпус, склади і допоміжні споруди слід розміщувати так, щоб можливе розширення не порушувало основну планувальну схему. Будівля, запроектована без резерву, швидко стає обмеженням для підприємства.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Наукове обґрунтування

Порівняльна оцінка показників якості пшеничного борошна вищого та першого ґатунку має важливе значення для характеристики ефективності технологічного процесу помелу, оцінки роботи розмелювальних і просіювальних систем, а також визначення виробничої придатності готової продукції. Відмінності між цими ґатунками визначаються не лише різною глибиною вилучення ендосперму із зернівки, а й ступенем переходу периферійних частин зерна у готовий продукт. Саме тому борошно різних ґатунків має відмінні фізико-хімічні, технологічні та споживчі властивості.

Борошно вищого ґатунку виробляють переважно з центральної частини ендосперму, яка містить мінімальну кількість оболонкових частинок, алеїронового шару та зародкових шарів. Перший ґатунок характеризується більшим вилученням продуктів із периферійних зон ендосперму, унаслідок чого до складу борошна переходить більша кількість тонкоподрібнених оболонкових частинок і алеїронового шару. Ця особливість безпосередньо впливає на зольність, колір, крупність, водопоглинальну здатність, кількість клейковини та поведінку борошна у технологічному процесі.

Одним із найважливіших показників борошна є зольність. Вона характеризує вміст мінеральних речовин і дає змогу оцінити ступінь переходу периферійних анатомічних частин зернівки до готового продукту. Для борошна вищого ґатунку зольність не повинна перевищувати 0,55 %, тоді як для борошна першого ґатунку її значення може досягати 0,75 %. Підвищення зольності від 0,55 % до 0,75 % пояснюється тим, що в першому ґатунку міститься більша кількість оболонкових частинок і фрагментів

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.ІІ.2.4				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробив		Греценюк Ю.В.			Розділ 4		Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник		Мельник І.В.						44	
							ОНТУ, ЗТЗ-41		
Консультант									
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.							

алейронового шару, які відрізняються підвищеним вмістом мінеральних речовин. У технології борошномельного виробництва зольність фактично є непрямим показником якості сортування проміжних продуктів помелу. Зростання цього показника свідчить про більший перехід периферійних шарів зернівки у борошно.

Тісно пов'язаним із зольністю показником є білість борошна. Для борошна вищого ґатунку вона зазвичай становить не менше 54 умовних одиниць, а на практиці може досягати 54-60 одиниць. Для першого ґатунку характерні значення в межах 36-53 одиниць. Нижчі показники білості першого ґатунку безпосередньо пов'язані з більшим переходом периферійних частин зерна.

Важливим показником якості є крупність помелу. Вона визначає швидкість набухання частинок борошна, інтенсивність взаємодії з водою, особливості утворення тіста і характер перебігу технологічного процесу. Борошно вищого ґатунку має більш однорідний гранулометричний склад. Середній розмір частинок зазвичай перебуває в межах 80-120 мкм. Для першого ґатунку характерні дещо більші частинки - приблизно 100-150 мкм.

Така різниця пояснюється особливостями структури продуктів помелу. Центральний ендосперм легше подрібнюється і утворює дрібніші однорідні частинки. Периферійні ділянки зерна мають іншу структуру і міцніше пов'язані з оболонками, тому під час подрібнення утворюються крупніші та менш вирівняні частинки. У результаті борошно першого ґатунку має дещо іншу поведінку під час замісу тіста.

Показник водопоглинальної здатності є одним із найважливіших технологічних параметрів. Для борошна вищого ґатунку він зазвичай перебуває у межах 55-60 %, тоді як для першого ґатунку може становити 58-64 %. Підвищена водопоглинальна здатність першого ґатунку пояснюється більшим вмістом білкових речовин, оболонкових частинок і харчових волокон.

Одним із головних показників пшеничного борошна є кількість сирої клейковини. Для борошна вищого ґатунку цей показник переважно перебуває в межах 24-30 %, тоді як у першому ґатунку він часто становить 25-32 %. На перший погляд може виникнути висновок, що перший ґатунок має перевагу, проте для технологічної оцінки важливе значення має не лише кількість, а і якість клейковини.

Клейковина є складною білковою системою, яка визначає газоутримувальну здатність тіста, його пружність та еластичність. У борошні вищого ґатунку клейковинний каркас зазвичай більш однорідний, оскільки у ньому менше оболонкових частинок. У борошні першого ґатунку дрібні частинки оболонок можуть частково порушувати безперервність білкової структури тіста.

Якість клейковини оцінюють за її фізичними властивостями та показниками приладу ІДК. Для борошна з добрими хлібопекарськими властивостями значення ІДК часто перебуває у межах 60-80 одиниць. Якщо клейковина надмірно слабка, тісто втрачає здатність утримувати газ, а якщо надто міцна - знижується його еластичність. Саме тому для технологічної оцінки необхідно враховувати не лише кількість сирої клейковини, а весь комплекс її властивостей.

Важливим показником є число падіння, яке характеризує активність амілолітичних ферментів. Для якісного борошна оптимальними вважають значення 250-350 с. За числа падіння нижче 200 с спостерігається підвищена активність ферментів, що характерно для зерна з ознаками проростання. У таких умовах тісто стає липким, погіршується структура м'якушки та зменшується об'єм виробів.

Для борошна вищого ґатунку число падіння частіше перебуває у межах 280-340 с. Для першого ґатунку діапазон може бути дещо ширшим - 240-330 с, що пояснюється переходом більшої кількості ферментативно активних частинок із периферійних зон зернівки.

Кислотність також характеризує стан борошна і значною мірою залежить від умов зберігання. Для вищого ґатунку вона частіше становить 2,0-2,5 °, для першого - 2,5-3,5 °. Зростання кислотності пов'язане з біохімічними процесами під час зберігання та накопиченням продуктів розкладу органічних речовин.

4.2 Вимоги до показників якості сировини та розрахунок помельної партії

Для млина невеликої продуктивності основною сировиною є зерно м'якої пшениці, призначене для виробництва пшеничного борошна. Вимоги до якості такої сировини мають установлюватися не лише за класом зерна, а й за фактичною придатністю партії до помелу. ДСТУ 3768:2019 поширюється на зерно м'якої і твердої пшениці, призначене для продовольчих і непродовольчих потреб, а також для торгівлі; для м'якої пшениці передбачено поділ на чотири класи. Для виробництва борошна на такому підприємстві доцільно використовувати продовольчу пшеницю, насамперед 2-го і 3-го класів, а за потреби - обґрунтовано змішувати партії різної якості, щоб отримати помельну партію з потрібними технологічними властивостями.

Якість зерна для помелу оцінюють за сукупністю показників: вологістю, натурою, смітною домішкою, зерною домішкою, склоподібністю, масовою часткою білка, кількістю та якістю сирої клейковини, числом падіння, зараженістю шкідниками хлібних запасів, запахом, кольором і станом зерна. Саме ці показники належать до основних під час визначення класу та виробничої придатності пшениці. Для млина важливо, щоб зерно не тільки відповідало мінімальним вимогам стандарту, а й забезпечувало нормальний перебіг очистки, воднотеплової підготовки, помелу і стабільну якість готового борошна.

Вологість зерна є одним із перших показників, які перевіряють під час приймання. Для продовольчої пшениці базисним орієнтиром у виробничій практиці часто є 14,0 %. Натура зерна характеризує виповненість, щільність і потенційний вихід борошна. Для борошномельної пшениці бажаною є натура не нижче 750-760 г/л. Зерно з вищою натурою зазвичай має краще розвинений ендосперм, меншу частку щуплих зерен і більший вихід сортового борошна. Якщо натура знижується до 720-730 г/л, це може свідчити про щуплість, пошкодження під час досягання або несприятливі умови вирощування.

Смітна домішка повинна бути мінімальною, оскільки вона підвищує навантаження на зерноочисне відділення, знижує масу партії та може бути джерелом фізичного, хімічного або мікробіологічного забруднення. Для продовольчої пшениці бажано приймати партії зі смітною домішкою не вище 1,0-2,0 %, а для якісної помельної партії краще орієнтуватися на 1,0 % і нижче. Зернова домішка також має важливе значення, оскільки включає биті, щуплі, пошкоджені, пророслі або інші неповноцінні зерна. Її підвищений вміст знижує вихід борошна, погіршує якість клейковини і може впливати на число падіння.

Кількість сирої клейковини є основним показником хлібопекарської сили пшениці. Для виробництва пшеничного борошна доцільно використовувати зерно з вмістом сирої клейковини не нижче 23-25 %. Для помельної партії, з якої планують отримувати борошно вищого і першого гатунку з добрими хлібопекарськими властивостями, бажано мати 25-28 % сирої клейковини. Однак сама кількість клейковини не дає повної оцінки. Якщо клейковина слабка, розпливчаста або надмірно розтяжна, тісто може втрачати газотримувальну здатність навіть за достатньої кількості білкових речовин. Тому разом із кількістю обов'язково оцінюють якість клейковини за пружністю, еластичністю та показником ІДК.

Число падіння відображає активність амілолітичних ферментів і наявність зерна з ознаками проростання. Для борошномельної партії бажано

мати число падіння не нижче 220-250 с, а оптимальним для стабільного хлібопекарського виробництва часто є діапазон 250-350 с. Якщо число падіння нижче 200 с, це свідчить про підвищену ферментативну активність.

Склоподібність характеризує структурно-механічні властивості ендосперму. Для помелу бажано мати пшеницю зі склоподібністю не нижче 40-50 %, а для сильнішого зерна - 60 % і вище.

Помельна партія складається з двох або більше партій зерна різної якості з метою отримання однорідної суміші, придатної для переробки. Для млина невеликої продуктивності це має особливе значення, оскільки добовий запас зерна невеликий, а коливання якості сировини швидко відбиваються на якості борошна. Помельну партію складають так, щоб середні показники відповідали вимогам виробництва: вологість - близько 13,5-14,0 %, натура - не нижче 750 г/л, смітна домішка - не вище 1,0-1,5 %, зернова домішка - не вище 3,0-5,0 %, сира клейковина - не нижче 25 %, число падіння - переважно 250-350 с.

Розрахунок помельної партії виконують за середньозваженими показниками. Основна формула має такий вигляд:

$$X_{cp} = (m_1 \cdot X_1 + m_2 \cdot X_2 + m_3 \cdot X_3 + \dots + m_n \cdot X_n) / (m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n)$$

де X_{cp} - середньозважене значення показника в помельній партії;

m_1, m_2, m_3, m_n - маса окремих партій зерна, т;

X_1, X_2, X_3, X_n - значення відповідного показника в кожній партії.

Цю формулу застосовують для розрахунку вологості, натури, смітної домішки, зернової домішки, клейковини, білка, числа падіння та інших кількісних показників. Наприклад, якщо потрібно змішати дві партії пшениці, одна з яких має 28 % сирої клейковини, а друга - 23 %, і потрібно отримати помельну партію з клейковиною 26 %, співвідношення можна визначити за правилом змішування:

$$m_1 / m_2 = (X_{потр} - X_2) / (X_1 - X_{потр})$$

де m_1 - маса партії з вищим показником;

m_2 - маса партії з нижчим показником;

X_1 - показник першої партії;

X_2 - показник другої партії;

$X_{\text{потр}}$ - потрібне значення показника в суміші.

Підставляємо значення:

$$m_1 / m_2 = (26 - 23) / (28 - 26)$$

$$m_1 / m_2 = 3 / 2$$

Отже, для отримання клейковини 26 % потрібно взяти 3 частини пшениці з клейковиною 28 % і 2 частини пшениці з клейковиною 23 %. Якщо загальна маса помельної партії становить 50 т, тоді:

$$m_1 = 50 \cdot 3 / (3 + 2) = 30 \text{ т}$$

$$m_2 = 50 \cdot 2 / (3 + 2) = 20 \text{ т}$$

Перевірка:

$$X_{\text{ср}} = (30 \cdot 28 + 20 \cdot 23) / 50$$

$$X_{\text{ср}} = (840 + 460) / 50$$

$$X_{\text{ср}} = 1300 / 50 = 26 \%$$

Отже, суміш із 30 т сильнішої пшениці та 20 т слабшої пшениці забезпечує середню кількість сирої клейковини 26 %.

За такою самою логікою розраховують середню вологість партії. Наприклад, на підприємстві є 20 т пшениці з вологістю 13,2 % і 30 т пшениці з вологістю 14,4 %. Середню вологість визначають так:

$$W_{\text{ср}} = (m_1 \cdot W_1 + m_2 \cdot W_2) / (m_1 + m_2)$$

$$W_{\text{ср}} = (20 \cdot 13,2 + 30 \cdot 14,4) / 50$$

$$W_{\text{ср}} = (264 + 432) / 50$$

$$W_{\text{ср}} = 696 / 50 = 13,92 \%$$

Отримана вологість 13,92 % є прийнятною для зберігання і подальшої підготовки зерна до помелу. Якщо ж середня вологість перевищує допустиме значення, партію потрібно досушити або зменшити частку вологішого зерна.

Розрахунок натури також виконують за середньозваженою формулою. Якщо є 25 т зерна з натурою 770 г/л і 25 т зерна з натурою 735 г/л, тоді:

$$H_{\text{ср}} = (25 \cdot 770 + 25 \cdot 735) / 50$$

$$H_{\text{ср}} = (19250 + 18375) / 50$$

$$H_{\text{ср}} = 37625 / 50 = 752,5 \text{ г/л}$$

Середня натура 752,5 г/л є прийнятною для помелу, але вона вже близька до нижньої бажаної межі. Це означає, що така помельна партія може забезпечити нормальний вихід борошна, проте технолог повинен уважно контролювати роботу зерноочисного і розмелювального відділень.

Для смітної домішки розрахунок має особливе значення, оскільки змішування чистої і засміченої партій не повинно призводити до перевищення допустимого рівня. Наприклад, є 35 т пшениці зі смітною домішкою 0,8 % і 15 т пшениці зі смітною домішкою 2,0 %. Середній вміст смітної домішки становить:

$$D_{\text{ср}} = (35 \cdot 0,8 + 15 \cdot 2,0) / 50$$

$$D_{\text{ср}} = (28 + 30) / 50$$

$$D_{\text{ср}} = 58 / 50 = 1,16 \%$$

Такий показник можна вважати прийнятним за умови ефективної попередньої очистки. Проте якщо частка засміченої партії буде більшою, середній показник може перевищити технологічно доцільний рівень і збільшити втрати під час очистки.

4.3 Обґрунтування схеми технологічного процесу

Технологічна схема помелу зерна пшениці продуктивністю 30 т/добу, або 1,25 т/год, призначена для виробництва сортового хлібопекарського борошна вищого і першого ґатунку. Запланований вихід борошна вищого ґатунку становить 45 %, борошна першого ґатунку - 30 %, загальний вихід сортового борошна - 75 %. Такий вихід потребує чіткого поділу проміжних продуктів за крупністю, зольністю і борошномельною цінністю, оскільки

борошно вищого ґатунку повинно складатися переважно з найбільш чистих потоків ендосперму, а борошно першого ґатунку може включати продукти з дещо вищою зольністю, але без надмірного вмісту оболонкових частинок.

Підготовка зерна має важливе значення для подальшого помелу, оскільки зволожені оболонки набувають більшої пружності, а ендосперм краще відокремлюється під час дії вальцових верстатів. Це зменшує подрібнення оболонкових частин, поліпшує крупоутворення і створює умови для одержання світлих борошняних потоків з нижчою зольністю.

Драний процес у прийнятій схемі представлений чотирма драними системами: I, II, III і IV. На схемі I і II дрانی системи об'єднані в одному технологічному вузлі, проте за призначенням це дві окремі системи, оскільки продукт проходить два послідовні етапи здрібнювання з різним технологічним результатом. Таке рішення дає змогу компактно розмістити технологічне обладнання для млина продуктивністю 30 т/добу, але не порушує послідовності дрального процесу.

I драна система забезпечує початкове здрібнювання зернівки. Її завдання полягає не в максимальному одержанні борошна, а у виділенні крупок, дунстів і частини борошна з мінімальним подрібненням оболонок. На цій системі зернівка розкривається, а ендосперм відокремлюється від оболонкових частин переважно у вигляді крупних і середніх крупок. Надмірно інтенсивний режим на I драний системі є небажаним, оскільки він підвищує перехід дрібних оболонкових частинок у борошно і погіршує якість потоків, призначених для борошна вищого ґатунку.

II драна система продовжує відокремлення ендосперму від оболонкових частин після першого проходу. На цю систему надходять продукти, в яких частина ендосперму ще утримується на оболонках. Подальше здрібнювання має забезпечити додаткове виділення доброякісних крупок і дунстів без надмірного руйнування висівкових частинок. Саме з продуктів I і II драних систем після сортування та збагачення одержують

основну кількість проміжних продуктів, придатних для розмелу на борошно вищого ґатунку.

III драна система призначена для опрацювання продуктів, у яких після перших двох драних систем ще залишається помітна кількість ендосперму, зв'язаного з оболонками. Якість проміжних продуктів цієї системи нижча, ніж продуктів I і II драних систем, тому після просіювання їх потрібно розділяти за борошномельною цінністю. Чистіші дрібні крупки і дунсти можуть бути спрямовані на розмельні системи, а продукти з підвищеним вмістом оболонкових частин - на IV драку систему або на вимел.

IV драна система завершує дракий процес. Її призначення полягає у вилученні залишків ендосперму з оболонкових продуктів перед отриманням висівок. Продукти цієї системи мають підвищену зольність, тому їх не можна змішувати з потоками, що призначені для борошна вищого ґатунку. Проходові продукти після сортування можуть бути використані для подальшого розмелу і, за відповідності показникам якості, для борошна першого ґатунку. Сходові продукти IV дракої системи спрямовують до висівкових потоків або на вимельну систему, якщо на оболонках ще залишається частина ендосперму.

Після кожної дракої системи продукти надходять на сортування у розсійники. Сортування забезпечує поділ суміші на фракції різної крупності: крупну, середню і дрібну крупку, дунсти, борошно та оболонкові продукти. Такий поділ є обов'язковим для сортового помелу, оскільки кожна фракція має різну борошномельну цінність і повинна надходити на відповідну систему. Крупки з високим вмістом ендосперму спрямовують на ситовійне збагачення, дунсти і дрібні крупки - на розмельні системи, оболонкові продукти - на наступні дракі системи або на вимел, а борошно - на контроль відповідного ґатунку.

Збагачення крупок є важливою частиною прийнятої схеми, оскільки саме воно забезпечує виділення найбільш цінних продуктів для виробництва борошна вищого ґатунку. Крупки після драних систем неоднорідні за

складом: разом із частинками ендосперму в них містяться частинки з прирослими оболонками, легкі оболонкові частинки і дрібні борошністі фракції. У ситовіальній машині крупки поділяються за крупністю, щільністю та аеродинамічними властивостями. Легкі оболонкові частинки відокремлюються повітряним потоком, а доброякісні крупки і дунсти спрямовуються на перші розмельні системи.

Збагачені крупки мають нижчу зольність і кращу борошномельну цінність, тому вони є основною сировиною для одержання борошна вищого ґатунку. Продукти нижчої якості після збагачення не повинні надходити до потоків вищого ґатунку. Їх спрямовують на наступні розмельні системи або до потоків, з яких складають борошно першого ґатунку. Такий розподіл дає змогу витримати запланований вихід 45 % борошна вищого ґатунку без підвищення його зольності.

Розмельний процес представлений п'ятьма розмельними системами. Їх призначення полягає у поступовому здрібнюванні збагачених крупок, дунстів і проходових продуктів із виділенням борошна встановленої якості.

Перша розмельна система переробляє найякісніші збагачені крупки і дунсти. Борошно, одержане на цій системі, має найнижчу зольність і найкращий колір, тому його спрямовують переважно до потоку борошна вищого ґатунку. Сходові продукти першої розмельної системи після просіювання направляють на другу розмельну систему для подальшого здрібнювання.

Друга розмельна система продовжує розмел продуктів після першої системи. На неї також можуть надходити частина доброякісних дунстів після сортування. Борошно з другої розмельної системи, за відповідності зольності, крупності та кольору, спрямовують до борошна вищого ґатунку. Якщо окремі потоки мають вищу зольність, їх доцільно спрямовувати до борошна першого ґатунку.

Третя розмельна система переробляє продукти середньої якості: залишки після перших розмельних систем, частину дрібних дунстів і

проходів продукти сортування. Борошно з цієї системи може бути використане як для вищого, так і для першого ґатунку, але остаточне спрямування визначається його якісними показниками. У більшості випадків основна частина борошна з третьої розмельної системи входить до потоку першого ґатунку або частково використовується для коригування виходу вищого ґатунку за умови відповідності вимогам.

Четверта і п'ята розмельні системи призначені для дорозмелу менш однорідних продуктів, у яких зростає частка оболонкових частинок. Ці системи потрібні для підвищення загального виходу сортового борошна до 75 %. Борошно з кінцевих розмельних систем має вищу зольність, тому його спрямовують переважно до борошна першого ґатунку. Сходові продукти після кінцевих розмельних систем направляють у висівкові або кормові борошністі продукти залежно від їх складу.

Вимельна система призначена для додаткового вилучення ендосперму з оболонкових продуктів. На неї надходять продукти драних систем, у яких на оболонках ще залишається частина ендосперму. Проходіві продукти вимельної системи після просіювання можуть бути спрямовані на кінцеві розмельні системи або до потоку борошна першого ґатунку за умови відповідності показникам якості. Сходові продукти вимельної системи виводять у висівки, оскільки вони складаються переважно з оболонкових частин.

4.4 Розрахунок балансу помелу зерна

Кількісний і якісний баланс складено для борошномельного заводу продуктивністю 30 т/добу з виробництвом борошна вищого та першого ґатунків. Вихід борошна вищого ґатунку прийнято 45 %, вихід борошна першого ґатунку - 30 %, загальний вихід сортового борошна становить 75 %. Баланс складено відповідно до прийнятої технологічної схеми, яка включає чотири драні системи, збагачення крупок і дунстів, вимел оболонкових

продуктів та п'ять розмельних систем. Під час складання балансу враховано послідовний перерозподіл продуктів між системами відповідно до їх борошномельної цінності.

Навантаження на I та II драні системи є найбільшим і становить **91,1 %** від продуктивності заводу. Це пояснюється тим, що на початкових етапах драного процесу здійснюється розкриття зернівки та утворення основної кількості крупок і дунстів. На цих системах формується найбільший потік проміжних продуктів, які надалі розподіляються за крупністю та якістю.

Навантаження на III драну систему становить **36,4 %**, а на IV драну систему **15,7 %**. Зменшення навантаження на наступних драних системах пояснюється поступовим вилученням ендосперму із зернівки та переходом частини продуктів на розмельні системи й збагачення. Продукти III та IV драних систем містять більшу кількість оболонкових частинок, тому вони мають нижчу цінність.

Після драного процесу крупки і дунсти спрямовують на збагачення. У балансі виділені потоки B1 і B2, навантаження яких становить відповідно **11,3 %** і **14,6 %**. Збагачення потрібне для вилучення оболонкових частинок і одержання доброякісних продуктів, які використовують для виробництва борошна вищого ґатунку.

Розмельний процес побудований із п'яти розмельних систем. Найбільше навантаження мають перша і друга розмельні системи, об'єднані у балансі. Їх сумарне навантаження становить **39,3 %**. На цих системах здійснюється розмел найбільш доброякісних збагачених продуктів, тому одержане борошно використовують переважно для формування потоку борошна вищого ґатунку.

Навантаження третьої розмельної системи становить **24,4 %**, четвертої - **11,0 %**, п'ятої - **9,4 %**. На цих системах здійснюється дорозмел проміжних продуктів зі зменшенням їх борошномельної цінності та збільшенням частки оболонкових частинок. Борошно, отримане з кінцевих систем, використовують переважно для формування потоку першого ґатунку.

Під час складання балансу прийнято роздільне ведення потоків борошна вищого і першого гатунків. До складу борошна вищого гатунку включено продукти перших розмельних систем і найбільш доброякісні продукти після збагачення. До потоку борошна першого гатунку включено продукти наступних розмельних систем, вимельних процесів і частину проміжних продуктів із підвищеною зольністю.

4.5 Підбір та розрахунок технологічного обладнання+

Розрахункова продуктивність зерноочисного відділення

Продуктивність борошномельного заводу:

$$Q_{\text{зад.}} = 30 \text{ т/добу}$$

Обладнання зерноочисного відділення підбираємо з перевищенням продуктивності розмельного відділення на 10...20 %. Приймаємо 15 %.

$$Q_{\text{роз.}} = 1,15 \cdot Q_{\text{зад.}}$$

$$Q_{\text{роз.}} = 1,15 \cdot 30 = 34,5 \text{ т/добу}$$

У годинному вираженні:

$$Q_{\text{год.}} = 34,5 / 24 = 1,44 \text{ т/год}$$

Бункери для неочищеного зерна

Приймаємо:

$$\tau = 24 \text{ год}$$

$$\rho = 0,75 \text{ т/м}^3$$

$$k = 0,95$$

Розрахункова місткість:

$$E_{\text{роз.}} = Q_{\text{зад.}} \cdot \tau / 24$$

$$E_{\text{роз.}} = 30 \cdot 24 / 24 = 30 \text{ т}$$

Необхідний об'єм:

$$V_{\text{роз.}} = 30 / (0,75 \cdot 0,95) = 42,1 \text{ м}^3$$

При перерізі бункера 1,7 · 1,7 м і висоті 9,7 м:

$$V_6 = 1,7 \cdot 1,7 \cdot 9,7 = 28,03 \text{ м}^3$$

Кількість бункерів:

$$n_6 = 42,1 / 28,03 = 1,50$$

Приймаємо:

$$n_6 = 2 \text{ шт.}$$

Фактична місткість:

$$E_{\phi} = 2 \cdot 1,7 \cdot 1,7 \cdot 9,7 \cdot 0,95 \cdot 0,75 = 39,9 \text{ т}$$

Бункери для першого відволоження

Приймаємо:

$$\tau = 18 \text{ год}$$

Розрахункова місткість:

$$E_{\text{роз.}} = 30 \cdot 18 / 24 = 22,5 \text{ т}$$

Необхідний об'єм:

$$V_{\text{роз.}} = 22,5 / (0,75 \cdot 0,95) = 31,6 \text{ м}^3$$

Кількість бункерів:

$$n_6 = 31,6 / 28,03 = 1,13$$

Приймаємо:

$$n_6 = 2 \text{ шт.}$$

Фактична місткість:

$$E_{\phi} = 2 \cdot 1,7 \cdot 1,7 \cdot 9,7 \cdot 0,95 \cdot 0,75 = 39,9 \text{ т}$$

Бункер для другого відволоження

Приймаємо:

$$\tau = 12 \text{ год}$$

Розрахункова місткість:

$$E_{\text{роз.}} = 30 \cdot 12 / 24 = 15,0 \text{ т}$$

Необхідний об'єм:

$$V_{\text{роз.}} = 15,0 / (0,75 \cdot 0,95) = 21,1 \text{ м}^3$$

Кількість бункерів:

$$n_6 = 21,1 / 28,03 = 0,75$$

Приймаємо:

$$n_6 = 1 \text{ шт.}$$

Фактична місткість:

$$E_{\phi} = 1 \cdot 1,7 \cdot 1,7 \cdot 9,7 \cdot 0,95 \cdot 0,75 = 19,95 \text{ т}$$

Бункер перед I драною системою

Приймаємо:

$$\tau = 0,25 \text{ год}$$

Розрахункова місткість:

$$E_{\text{роз.}} = 30 \cdot 0,25 / 24 = 0,3125 \text{ т}$$

Необхідний об'єм:

$$V_{\text{роз.}} = 0,3125 / (0,75 \cdot 0,95) = 0,44 \text{ м}^3$$

Площа перерізу:

$$S = 1,2 \cdot 1,2 = 1,44 \text{ м}^2$$

Висота:

$$h = 0,44 / 1,44 = 0,31 \text{ м}$$

Приймаємо конструктивно:

1 бункер перед I драною системою місткістю 1 т

Підбір обладнання зерноочисного відділення

$$n_m = Q_{\text{роз.}} / (24 \cdot q_m)$$

де q_m - паспортна продуктивність обладнання, т/год.

Етап первинної очистки зерна

1. Ваги ОЛІС

$$n_m = 34,5 / (24 \cdot 60) = 0,024 = 1 \text{ шт}$$

$$\eta = 34,5 / (24 \cdot 60 \cdot 1) = 0,024$$

2. Сепаратор ОЛІС

Приймаємо паспортну продуктивність:

$$q_m = 6 \text{ т/год}$$

$$n_m = 34,5 / (24 \cdot 6) = 0,24 = 1 \text{ шт}$$

$$\eta = 34,5 / (24 \cdot 6 \cdot 1) = 0,24$$

3. Каменевідбірник ОМП

Приймаємо:

$$q_m = 6 \text{ т/год}$$

$$n_m = 34,5 / (24 \cdot 6) = 0,24 = 1 \text{ шт}$$

$$\eta = 34,5/(24 \cdot 6 \cdot 1) = 0,24$$

4. Оббивна машина МАО-3

$$n_m = 34,5/(24 \cdot 3) = 0,48 = 1 \text{ шт}$$

Для оббивних машин коефіцієнт використання приймають:

$$\eta = 1,0$$

5. Аспіраційна колонка АКЛ

Встановлюється в комплекті із зерноочисним обладнанням.

Приймаємо:

1 шт

6. Машина інтенсивного зволоження

$$q_m = 6 \text{ т/год}$$

$$n_m = 34,5/(24 \cdot 6) = 0,24 = 1 \text{ шт}$$

$$\eta = 34,5/(24 \cdot 6 \cdot 1) = 0,24$$

Етап вторинної очистки зерна

7. Шліфувально-луцильна машина Каскад

$$q_m = 3 \text{ т/год}$$

$$n_m = 34,5/(24 \cdot 3) = 0,48 = 1 \text{ шт}$$

$$\eta = 34,5/(24 \cdot 3 \cdot 1) = 0,48$$

8. Аспіраційна колонка АКЛ

$$q_m = 3 \text{ т/год}$$

$$n_m = 34,5/(24 \cdot 3) = 0,48 = 1 \text{ шт}$$

$$\eta = 34,5/(24 \cdot 3 \cdot 1) = 0,48$$

Перелік технологічного обладнання зерноочисного відділення

Обладнання	Кількість
Ваги ОЛІС	1
Сепаратор ОЛІС	1
Каменевідбірник ОМП	1
Оббивна машина МАО-3	1
Аспіраційна колонка АКЛ	1
Машина інтенсивного зволоження	1
Шліфувально-луцильна машина Каскад	1
Аспіраційна колонка АКЛ	1

При розрахунку технологічного обладнання приймаємо розрахункову кількість вальцових верстатів 3,5 шт., до встановлення приймаємо 4 шт Makenas MERM.

Питоме середнє навантаження на вальцову лінію дорівнюватиме:

$$Q_v = Q_{\text{зад}} \cdot 1000 / L$$

де $Q_{\text{зад}}$ - продуктивність млина, т/добу;

L - загальна довжина вальцової лінії, см.

$$Q_v = 30 \cdot 1000 / 940 = 31,9 \text{ кг/см} \cdot \text{добу}$$

Питоме середнє навантаження становить 31,9 кг/см·добу, що відповідає прийнятій продуктивності млина 30 т/добу.

Таблиця 4.1 - Розрахунок вальцової лінії

Система	аі, %	qі, кг/добу	qlін, кг/см·добу	lір, см	lіф, см	пі	Типорозмір верстата, см	qlіф, кг/см·добу
I + II др.с.	91,1	27330,0	600	45,6	125	0,5	100×25	218,6
III др.с.	36,4	10920,0	370	29,5	80	0,5	100×25	136,5
IV др.с.	15,7	4710,0	200	23,6	80	0,5	100×25	58,9
1 р. + 2 р.	39,3	11790,0	270	43,7	125	0,5	100×25	94,3
3 р.	24,4	7320,0	240	30,5	80	0,5	100×25	91,5
4 р.	11,0	3300,0	200	16,5	80	0,5	100×25	41,3
5 р.	9,4	2820,0	200	14,1	80	0,5	100×25	35,3
Всього				203,5	650	3,5		

Розрахункова довжина вальцової лінії становить 203,5 см, фактично прийнята довжина - 650 см. Розрахункова кількість вальцових верстатів становить 3,5 шт., тому до встановлення приймаємо 4 вальцові верстати.

Проведемо розрахунок просіювальної поверхні розсійника РМО-4.

Приймаємо розрахункову кількість: 2 розсійники РМО-4.

Кількість секцій:

$$n = 2 \cdot 4 = 8 \text{ секцій}$$

Площа просіювальної поверхні:

$$F = 2 \cdot 22 = 44 \text{ м}^2$$

Питоме фактичне навантаження:

$$q_f = Q_{\text{зад}} \cdot 1000 / F$$

$$q_f = 30 \cdot 1000 / 44 = 681,8 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{добу}$$

Питоме навантаження не перевищує нормативне і забезпечує нормальну роботу розсійників.

Таблиця 4.2 - Розрахунок просіювальної поверхні розсійника РМО-4

Система	аі, %	qі, кг/доб	Нормативне навантаження на 1 секцію q _{ін} , т/доб	пір	піф	Марка розсійника	q _{іф} , т/доб
I + II др.с.	91,1	27330	85	0,32	1	РМО-4	27
III др.с.	36,4	10920	50	0,22	1	РМО-4	11
IV др.с.	15,7	4710	40	0,12	1	РМО-4	5
1 р.+2 р.	39,3	11790	37,5	0,31	1	РМО-4	12
3 р.	24,4	7320	35	0,21	1	РМО-4	7
4 р.	11,0	3300	35	0,09	1	РМО-4	3
5 р.	9,4	2820	20	0,14	1	РМО-4	3
К в/с	45,0	13500	45	0,30	1	РМО-4	14
Всього					8		

Отже, для млина продуктивністю 30 т/добу приймаємо 2 розсійники РМО-4, загальна кількість секцій становить 8, що відповідає прийнятій технологічній схемі.

Проведемо розрахунок ширини приймального сита ситовійної машини Makenas MEPR для продуктивності 30 т/добу.

Приймаємо 1 ситовіальна машина Makenas MEPR, загальна ширина приймального сита:

$$b = 80 \text{ см}$$

Питоме навантаження на ширину приймального сита:

$$q_b = Q_{\text{зад}} \cdot 1000 / b$$

$$q_b = 30 \cdot 1000 / 80 = 375 \text{ кг/см} \cdot \text{добу}$$

Нормативне питоме навантаження на ширину приймального сита ситовійної машини допускається в межах 500-600 кг/см·добу. Отримане

навантаження 375 кг/см·добу не перевищує нормативне, що забезпечує нормальну роботу ситовійної машини Makenas MEPR.

Таблиця 4.3 - Розрахунок ширини приймального сита ситовійної машини

Система	аі, %	qі, кг/добу	qbін, кг/см·добу	bір, см	bіф, см	пі	Марка ситовійки	qbіф, кг/см·добу
B1	11,3	3390,0	600	5,7	40	0,5	MEPR	84,8
B2	14,6	4380,0	500	8,8	40	0,5	MEPR	109,5
Всього					80	1,0		

До встановлення приймаємо 1 ситовіальна машина Makenas MEPR. Загальна фактична ширина приймальних сит становить 80 см, що достатньо для обробки потоків B1 і B2 при продуктивності млина 30 т/добу.

4.6 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва. Застосування системи НАССР

Технохімічний і мікробіологічний контроль на млині невеликої продуктивності в Одеській області має забезпечувати приймання придатної зернової сировини, правильну підготовку пшениці до помелу, стабільну якість борошна, безпечність висівок і борошномельних продуктів, а також запобігання потраплянню у готову продукцію небезпечних чинників біологічного, хімічного та фізичного походження. Для такого підприємства контроль повинен охоплювати весь виробничий ланцюг: приймання зерна, його розміщення в зерноскладі, очистку, воднотеплову підготовку, помел, просіювання, зберігання борошна, фасування, відвантаження і санітарний стан виробничих приміщень.

Правовою основою для організації контролю є вимоги Закону України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів», чинна редакція якого передбачає обов'язок оператора ринку застосовувати постійно діючі процедури, засновані на принципах НАССР. Для зерна пшениці як основної сировини доцільно орієнтуватися на ДСТУ

3768:2019, який поширюється на м'яку і тверду пшеницю та містить вимоги до її якості й безпечності. Мікробіологічні показники потрібно контролювати з урахуванням чинних мікробіологічних критеріїв для харчових продуктів, оновлених наказом МОЗ України від 08.10.2025 № 1536.

Технохімічний контроль починається з приймання зерна. Кожна партія пшениці, що надходить на підприємство, повинна супроводжуватися документами про походження, якість і безпечність. Лабораторія млина відбирає середню пробу відповідно до встановленого порядку, після чого визначає вологість, засміченість, зернову домішку, натуру, склоподібність, кількість і якість клейковини, число падіння, зараженість шкідниками хлібних запасів, запах, колір і загальний стан зерна. Для млина невеликої продуктивності особливо важлива однорідність сировини, оскільки різкі коливання вологості, клейковини та засміченості ускладнюють ведення помелу і призводять до нестабільної якості борошна.

Вологість зерна є одним із головних показників під час приймання і зберігання. Надмірна вологість підвищує ризик самозігрівання, розвитку пліснявих грибів, зростання кислотності та погіршення борошномельних властивостей. Занадто сухе зерно, навпаки, має підвищену крихкість оболонок і ендосперму, що ускладнює вибір технологічного режиму воднотеплової підготовки. Тому лабораторія повинна контролювати не лише початкову вологість, а й зміну вологості після зволоження та відволоження перед помелом.

Засміченість зерна визначає навантаження на зерноочисне відділення і впливає на безпечність готової продукції. У зерновій масі можуть бути мінеральні домішки, насіння бур'янів, пошкоджені зерна, органічні домішки, металомагнітні частинки. Для Одеської області, де сировинна база пов'язана з інтенсивним вирощуванням пшениці, особливу увагу потрібно приділяти домішкам польового походження, ураженим зернам, пилу, залишкам соломи, частинкам ґрунту і можливому забрудненню зерна під час перевезення.

Контроль засміченості дає змогу визначити придатність партії до переробки, потребу в додатковій очистці та очікуваний вихід готової продукції.

Показники клейковини, натури і числа падіння характеризують хлібопекарські властивості пшеничного борошна. Кількість і якість клейковини впливають на пружність тіста, газотримувальну здатність і споживчі властивості борошна. Число падіння дає змогу оцінити активність амілолітичних ферментів і виявити зерно з ознаками проростання. Якщо зерно має низьке число падіння, борошно з нього може давати липку м'якушку, недостатній об'єм хліба і нестабільні технологічні властивості. Тому такі партії потрібно або відхилити, або використовувати лише після обґрунтованого змішування з якіснішою сировиною.

У процесі зберігання зерна лабораторія контролює температуру зернової маси, вологість, запах, наявність шкідників, можливі ознаки самозігрівання. На млині невеликої продуктивності зерно часто зберігають у силосах або складських місткостях обмеженого обсягу, тому кожна партія повинна мати чітку ідентифікацію. Не допускається змішування зерна різної якості без лабораторного обґрунтування. Результати контролю записують у журнали приймання, зберігання і лабораторного аналізу.

Під час зерноочистки контролюють ефективність видалення домішок. Після сепараторів, трієрів, каменевідбірників, аспіраційних каналів і магнітних сепараторів відбирають проби для перевірки залишкового вмісту домішок. Особливе значення має контроль металоманітних домішок, оскільки вони належать до фізичних небезпечних чинників і можуть пошкодити технологічне обладнання або потрапити у продукцію. Манітні сепаратори потрібно регулярно очищати, а результати огляду фіксувати в журналі.

Воднотеплова підготовка зерна потребує постійного технохімічного контролю. Лабораторія визначає початкову вологість зерна, розраховує кількість води для зволоження, контролює рівномірність зволоження і тривалість відволоження. Мета цього етапу полягає у підвищенні

еластичності оболонки, полегшенні відокремлення ендосперму від оболонкових частин і зменшенні зольності борошна. Недостатнє відволоження погіршує розділення анатомічних частин зерна, а надмірне зволоження може спричинити налипання продуктів помелу, зниження сипкості та підвищення мікробіологічного ризику.

Під час помелу контролюють якість проміжних продуктів і борошна за системами. Визначають крупність, зольність, колір, вологість, вміст металомангнітних домішок, вихід борошна і висівок. За потреби контролюють білість, кислотність, кількість сирової клейковини, якість клейковини, число падіння та хлібопекарські властивості пробного випікання. Для невеликого млина контроль має бути організований так, щоб технолог міг швидко коригувати роботу вальцових верстатів, розсійників, ситовіальних машин, аспірації та дозувальних пристроїв.

Готове борошно контролюють за органолептичними, фізико-хімічними та безпековими показниками. Органолептична оцінка охоплює колір, запах, смак і наявність хрускоту. Фізико-хімічний контроль включає вологість, зольність, крупність помелу, кількість і якість клейковини, кислотність, число падіння, вміст домішок, металомангнітних частинок і зараженість шкідниками. Борошно не повинно мати стороннього запаху, ознак пліснявіння, затхлості, прогіркості або забруднення.

Мікробіологічний контроль у борошномельному виробництві має профілактичний характер. Борошно є продуктом із низькою вологістю, тому активний розвиток більшості мікроорганізмів у ньому обмежений. Однак мікрофлора може надходити із зерном, пилом, повітрям, обладнанням, тарою, водою, персоналом і шкідниками. Найбільшу увагу потрібно приділяти пліснявим грибам, бактеріям групи кишкової палички, загальній кількості мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, патогенним мікроорганізмам, зокрема *Salmonella*, а також санітарному стану поверхонь технологічного обладнання.

Основним джерелом мікробіологічного ризику є зерно. Якщо зерно зберігалось за підвищеної вологості, мало ознаки самозігрівання або було уражене пліснявими грибами, воно може бути небезпечним навіть після очистки. Тому мікробіологічний контроль потрібно поєднувати з контролем вологості, температури, запаху, зараженості та наявності уражених зерен. Особливу увагу слід приділяти мікотоксинам, оскільки вони не руйнуються звичайними режимами борошномельної переробки. Контроль мікотоксинів здійснюють за результатами лабораторних досліджень акредитованих лабораторій або за програмою виробничого контролю підприємства.

Санітарний контроль виробництва охоплює огляд приміщень, технологічного обладнання, транспортних механізмів, бункерів, повітропроводів, тари, спецодягу і рук персоналу. У борошномельному виробництві пил є не лише чинником пожежо- і вибухонебезпеки, а й середовищем для перенесення мікроорганізмів і шкідників. Тому регулярна суха очистка, справна аспірація, недопущення накопичення пилу на балках, підлогах, обладнанні та кабельних лотках є важливою умовою безпечності продукції.

Система НАССР на млині невеликої продуктивності повинна бути практичною, зрозумілою для персоналу і прив'язаною до реального технологічного процесу. Її суть полягає не в накопиченні документів, а в керуванні небезпечними чинниками на тих етапах, де вони можуть виникнути або бути усунені. До біологічних небезпечних чинників належать патогенні мікроорганізми, плісняві гриби, шкідники хлібних запасів. До хімічних - мікотоксини, залишки пестицидів, мастильні матеріали, мийні та дезінфекційні засоби. До фізичних - камінці, скло, металоманітні частинки, уламки обладнання, частинки тари.

Для проєктованого млина доцільно виділити такі основні етапи НАССР: приймання зерна, зберігання зерна, зерноочисна підготовка, воднотеплова підготовка, помел, просіювання і контрольні сита, магнітний контроль, зберігання борошна, фасування, маркування і відвантаження. На

кожному етапі визначають небезпечні чинники, запобіжні заходи, процедури моніторингу, коригувальні дії, відповідальних осіб і записи.

Критично важливим етапом є приймання зерна. Тут контролюють документи постачальника, результати лабораторних аналізів, зараженість, вологість, запах, наявність пліснявого або пророслого зерна. Якщо партія має ознаки небезпечності, її не допускають до виробництва. Якщо показники перебувають на межі допустимих значень, партію розміщують окремо і використовують лише після додаткової перевірки. Такий підхід запобігає надходженню небезпечної сировини у виробничий потік.

Важливим контрольним заходом є магнітне сепарування. Магнітні сепаратори встановлюють після приймання, перед помелом і перед фасуванням або відвантаженням борошна. Їх справність перевіряють за графіком. Під час очищення магнітів фіксують кількість і характер вилучених металомагнітних домішок. Різке збільшення таких домішок свідчить про проблему з транспортним обладнанням, зношування деталей або забруднення сировини.

Контрольні сита перед фасуванням борошна є важливим засобом захисту від потрапляння сторонніх частинок. Вони затримують грудочки, випадкові домішки, частинки тари або уламки, що можуть з'явитися після основного просіювання. Стан сит перевіряють щозміни. Пошкоджене сито негайно замінюють, а продукцію, вироблену після останньої справної перевірки, ізолюють до з'ясування її безпечності.

Програми-передумови НАССР мають охоплювати санітарний стан території, боротьбу зі шкідниками, контроль води, гігієну персоналу, технічне обслуговування обладнання, поводження з відходами, простежуваність, відкликання продукції, навчання працівників, контроль постачальників і калібрування засобів вимірювальної техніки. Для невеликого млина ці програми можуть бути простішими за обсягом документації, але вони повинні реально виконуватися.

Простежуваність має забезпечувати зв'язок між партією зерна, умовами її зберігання, датою переробки, партією борошна і споживачем. Кожна партія готової продукції повинна мати номер, дату виробництва, дані про зміну, складську місткість або фасувальну лінію. Це дає змогу швидко встановити джерело невідповідності та, за потреби, вилучити продукцію з обігу.

4.7 Охорона праці

Охорона праці на млині невеликої продуктивності є невід'ємною складовою організації борошномельного виробництва, оскільки робота такого підприємства пов'язана з прийманням, переміщенням, зберіганням і переробкою зерна, експлуатацією технологічного обладнання, утворенням зернового і борошняного пилу, дією шуму, вібрації, електричного струму, рухом транспортних засобів та потребою у постійному санітарному утриманні виробничих і складських приміщень. Для млина навіть невеликої продуктивності питання безпеки праці не можуть мати другорядне значення, оскільки порушення вимог безпеки у борошномельному виробництві безпосередньо впливає на здоров'я працівників, збереження технологічного обладнання, якість готової продукції та безперервність роботи підприємства.

Організація охорони праці на підприємстві повинна відповідати вимогам законодавства України та галузевим правилам для робіт зі зберігання і переробки зерна. Чинні правила охорони праці для працівників, зайнятих на роботах зі зберігання та переробки зерна, затверджені наказом Міністерства соціальної політики України у 2017 році; вони безпосередньо стосуються підприємств, де виконуються роботи із зерном і продуктами його переробки. Для підприємств елеваторної, борошномельно-круп'яної і комбікормової промисловості також передбачені типові норми безоплатної видачі засобів індивідуального захисту, що охоплюють відповідні види діяльності.

На борошномельному підприємстві малої продуктивності основними нормованими факторами виробничої небезпеки є пил, шум, освітлення, вібрація, електробезпека та пожежна безпека. У повітрі робочої зони необхідно контролювати вміст зернового і борошняного пилу, який утворюється під час приймання, очистки, подрібнення, сортування продуктів помелу, транспортування і фасування борошна. Орієнтовно для виробничих розрахунків допустиму концентрацію зернового пилу приймають не більше 4 мг/м³, борошняного пилу - не більше 6 мг/м³. Перевищення цих значень погіршує санітарні умови праці, негативно впливає на органи дихання працівників, сприяє накопиченню пилу на поверхнях технологічного обладнання, електродвигунах, перекриттях і будівельних конструкціях. Особливу небезпеку становить дрібнодисперсний борошняний пил, який за певної концентрації в повітрі може утворювати вибухонебезпечну пилоповітряну суміш. Тому на підприємстві повинні бути передбачені справні аспіраційні установки, герметизація пиловидільних вузлів, регулярне прибирання пилових відкладень, контроль роботи повітропроводів, фільтрів і пиловловлювачів.

Рівень шуму на постійних робочих місцях у виробничих приміщеннях не повинен перевищувати 80 дБА. Джерелами шуму є вальцові верстати, розсійники, норії, вентилятори, пневмотранспорт, сепаратори, оббивна машина, фасувальне обладнання та електродвигуни. Підвищений шум знижує увагу працівників, погіршує працездатність, ускладнює сприйняття звукових сигналів і може спричинити професійні порушення слуху. Для зменшення шуму необхідно підтримувати технологічне обладнання у справному стані, своєчасно замінювати зношені підшипники, виконувати балансування обертових частин, надійно закріплювати кожухи, використовувати шумопоглинальні елементи та засоби індивідуального захисту слуху.

Освітлення виробничих приміщень повинно забезпечувати безпечне виконання технологічних операцій, контроль роботи обладнання, зчитування

показників приладів і візуальну оцінку стану сировини, проміжних продуктів та готового борошна. Для основних виробничих дільниць приймають освітленість не менше 200 лк, для місць контролю якості, фасування, роботи з приладами і документацією - 300 лк, для складських і допоміжних приміщень - 50-100 лк залежно від характеру виконуваних робіт. Недостатнє освітлення підвищує ризик травмування, помилок під час регулювання обладнання, неправильного виявлення несправностей і погіршує умови праці. Світильники мають бути справними, захищеними від пилу, розміщеними так, щоб не створювати різких тіней і засліплення.

Вібрація на борошномельному підприємстві виникає під час роботи вальцьових верстатів, розсійників, вентиляторів, норій, сепараторів, оббивної машини та іншого технологічного обладнання. Для загальної технологічної вібрації на постійних робочих місцях орієнтовно приймають граничне кориговане віброприскорення близько $0,1 \text{ м/с}^2$, для локальної вібрації - до $2,0 \text{ м/с}^2$ за тривалості дії протягом робочої зміни. Перевищення допустимих рівнів вібрації погіршує самопочуття працівників, сприяє втомі, знижує точність виконання операцій, а також пришвидшує зношування вузлів обладнання, послаблення кріплень і розгерметизацію аспіраційних мереж. Для зниження вібрації необхідно забезпечувати правильне встановлення обладнання, використання віброізолювальних опор, балансування обертових частин, своєчасний ремонт підшипників і контроль стану фундаментів та кріплень.

Електробезпека на борошномельному підприємстві має особливе значення, оскільки виробництво насичене електродвигунами, пусковою апаратурою, кабельними лініями, шафами керування, освітлювальними приладами і засобами автоматизації. Основними вимогами є справне захисне заземлення, занулення або захисне вимкнення, цілісність ізоляції кабелів, закриті електрощити, недопущення пилових відкладень на електрообладнанні, захист електричних мереж від перевантажень і коротких замикань. У запилених приміщеннях електрообладнання повинно мати

відповідне виконання, що зменшує ризик іскроутворення. Доступ до електрощитових і ремонт електроустановок допускається лише для працівників із відповідною підготовкою.

Пожежна безпека борошномельного підприємства визначається наявністю горючого пилу, борошна, зерна, тари, електрообладнання та механічних вузлів, які можуть перегріватися під час роботи. Борошняний пил є особливо небезпечним, оскільки його накопичення у приміщеннях, аспіраційних каналах і на поверхнях обладнання підвищує ризик займання та пилового вибуху. Для забезпечення пожежної безпеки необхідно підтримувати справну роботу аспірації, регулярно видаляти пил, не допускати відкритого вогню, контролювати температуру підшипників і електродвигунів, забезпечувати справність заземлення, блискавкозахисту, вогнегасників, пожежних щитів і систем оповіщення. Евакуаційні виходи, проходи і підходи до засобів пожежогасіння повинні бути вільними. Дотримання цих вимог забезпечує безпечні умови праці, знижує ризик аварійних ситуацій і підтримує нормальну роботу борошномельного підприємства малої продуктивності.

РОЗДІЛ 5 СПЕЦІАЛЬНІ РОЗРАХУНКИ

Для млина невеликої продуктивності 30 т/добу, який проектується в умовах Одеської області, система аспірації є одним із найважливіших складників технологічного процесу, оскільки забезпечує не лише санітарно-гігієнічний стан виробничих приміщень, а й безпосередньо впливає на ефективність очистки зерна, стабільність роботи технологічного обладнання, якість готової продукції, зменшення втрат борошна та підвищення пожежо- і вибухобезпечності виробництва. У зернопереробній промисловості аспірацію розглядають як комплекс інженерних і технологічних заходів, спрямованих на локалізацію, уловлювання, транспортування та відокремлення пилоповітряних сумішей, які утворюються під час приймання, переміщення, очищення зерна і продуктів його переробки.

Особливе значення аспірація має саме для борошномельних підприємств, оскільки в процесі виробництва борошна утворюється значна кількість органічного пилу різної дисперсності. Найбільше пиловиділення спостерігається під час розвантаження автомобільного транспорту, роботи норій, стрічкових і гвинтових конвеєрів, зерноочисного обладнання, оббивних машин, трієрів, тощо. За відсутності ефективної аспірації пил накопичується в робочій зоні, осідає на будівельних конструкціях і технологічному обладнанні, що призводить до погіршення умов праці, збільшення ризику самозаймання пилоповітряних сумішей та зниження санітарного рівня виробництва.

Для умов Одеської області питання аспірації набуває додаткового значення через характерні кліматичні особливості регіону. Високі літні температури, низька відносна вологість повітря в окремі періоди року та

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.П.2.4			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Греценюк Ю.В.				Розділ 5	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Мельник І.В.						73	
						ОНТУ, ЗТЗ-41		
Консультант								
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.							

значна кількість сухих вітряних днів сприяють інтенсивному висушуванню поверхневих шарів зерна і підвищенню його схильності до пиловиділення під час обробки. У зв'язку з цим під час проєктування аспіраційних мереж необхідно передбачати такі режими роботи, які забезпечують гарантоване уловлювання пилу навіть за умов підвищеного утворення дрібнодисперсних фракцій.

Основним завданням аспірації на борошномельному підприємстві є створення в місцях пиловиділення локального розрідження, яке забезпечує спрямований рух повітря від навколишнього середовища до джерела виділення пилу. Завдяки цьому запобігається поширення пилу виробничими приміщеннями. Повітря разом із завислими частинками пилу надходить до аспіраційних трубопроводів, після чого транспортується до пиловловлювального обладнання, де відбувається відокремлення твердих частинок від повітряного потоку.

На млині продуктивністю 30 т/добу доцільно передбачити централізовану систему аспірації з розподілом на окремі мережі відповідно до характеру джерел пиловиділення. Такий підхід дозволяє підтримувати необхідні швидкості руху повітря в трубопроводах і забезпечувати стабільність роботи пиловловлювального обладнання. Найчастіше окремо аспірують відділення приймання зерна, зерноочисне відділення, розмелювальне відділення та відділення вибою готової продукції.

Під час приймання зерна найбільш інтенсивне утворення пилу спостерігається в завальних ямах, де зернова маса падає з певної висоти та взаємодіє з навколишнім повітрям. У цей момент відбувається відокремлення легких органічних і мінеральних домішок, оболонкових частинок та пилу. Для ефективного видалення цих домішок завальні ями обладнують аспіраційними укриттями, які забезпечують рівномірне всмоктування повітря по всій площі джерела пиловиділення. Надійність роботи аспірації в цьому випадку визначається правильним вибором витрати повітря та конструкції повітроприймальних пристроїв.

Особливо важливим є аспірування обладнання зерноочисного відділення. Ситоповітряні сепаратори працюють на принципі поєднання механічного сортування та пневматичного розділення зернової суміші. Для ефективного видалення легких домішок через сепаратор проходить значний об'єм повітря. Саме тому аспіраційна система повинна забезпечувати стабільний аеродинамічний режим роботи обладнання. Недостатня витрата повітря призводить до погіршення видалення пилу і легких домішок, тоді як надлишкова витрата може спричинити винесення повноцінного зерна разом із відходами.

Значні об'єми аспіраційного повітря використовуються також для роботи оббивних машин, призначених для очищення поверхні зерна від пилу, мінеральних домішок, залишків оболонок та мікроорганізмів. У процесі інтенсивного механічного впливу на зернівку утворюється велика кількість дрібнодисперсного пилу, який необхідно негайно видаляти із робочої зони. Ефективність аспірації оббивних машин безпосередньо впливає на подальшу якість підготовки зерна до помелу.

Основними елементами аспіраційної мережі є повітроприймальні пристрої, трубопроводи, пиловловлювальне обладнання, вентилятори та повітроводи для відведення очищеного повітря. Від правильного узгодження роботи всіх цих елементів залежить загальна ефективність системи. Під час проєктування трубопроводів необхідно забезпечувати швидкість руху повітря, достатню для транспортування пилу без його осідання на внутрішніх поверхнях. Для борошномельних підприємств швидкість руху аспіраційного повітря в трубопроводах зазвичай підтримується на рівні 16-22 м/с залежно від характеру транспортованого матеріалу та концентрації пилу.

Для очищення аспіраційного повітря на млинах невеликої продуктивності найчастіше застосовують циклони, рукавні фільтри або комбіновані системи очищення. Циклони працюють за рахунок дії відцентрових сил і забезпечують відокремлення відносно великих частинок пилу. Їх перевагою є простота конструкції, відсутність рухомих елементів та

невеликі експлуатаційні витрати. Проте ефективність циклонів щодо вилучення дрібнодисперсного борошняного пилу є недостатньою для сучасних вимог, тому в більшості випадків після циклонів встановлюють рукавні фільтри.

Рукавні фільтри забезпечують високий ступінь очищення повітря завдяки проходженню пилоповітряної суміші через спеціальну фільтрувальну тканину. Частинки пилу затримуються на поверхні рукавів, а очищене повітря виводиться в атмосферу або повертається до виробничих приміщень після відповідного контролю. Ступінь очищення повітря в сучасних рукавних фільтрах може перевищувати 99 %, що дозволяє значно зменшити викиди пилу в навколишнє середовище та скоротити втрати борошна.

При проєктуванні млина продуктивністю 30 т/добу необхідно також враховувати енергетичні витрати на роботу аспіраційних установок. Вентилятори є одними з найбільших споживачів електроенергії серед допоміжного технологічного обладнання. Тому аеродинамічний розрахунок системи повинен забезпечувати мінімальні втрати тиску в мережі при збереженні необхідної ефективності пиловловлювання. Для цього застосовують повітроводи з оптимальними діаметрами, мінімізують кількість поворотів, передбачають плавні переходи між окремими ділянками мережі та використовують високоефективні вентилятори.

Окреме значення має забезпечення вибухобезпечності аспіраційних систем. Борошняний пил належить до вибухонебезпечних органічних пилів. За певної концентрації в повітрі та наявності джерела запалювання можливе виникнення пилового вибуху. Саме тому аспіраційні мережі повинні бути герметичними, обладнаними пристроями контролю та засобами захисту від накопичення статичної електрики. Усі металеві конструкції підлягають заземленню, а пиловловлювальне обладнання повинно відповідати вимогам пожежної безпеки.

З урахуванням невеликої продуктивності проєктованого млина доцільним є використання компактної централізованої аспіраційної системи з локальними відсмоктувачами від основних джерел пиловиділення, рукавним фільтром як основним пиловловлювачем та відцентровими вентиляторами необхідної продуктивності. Така схема забезпечує високий рівень очистки повітря, надійну роботу технологічного обладнання, зменшення втрат продукту, дотримання санітарних вимог виробництва та створення безпечних умов праці персоналу. У технологічній структурі борошномельного підприємства аспірація фактично виступає невід'ємною складовою технологічного процесу, оскільки її ефективність безпосередньо впливає на якість підготовки зерна до помелу, стабільність роботи розмелювальних систем, вихід борошна та загальний технічний рівень підприємства. Для млина продуктивністю 30 т/добу в Одеській області правильно спроектована аспіраційна система є необхідною умовою забезпечення високої технологічної ефективності виробництва, раціонального використання зернової сировини та відповідності сучасним вимогам борошномельної промисловості.

РОЗДІЛ 6

ЕНЕРГЕТИЧНЕ ТА МАТЕРІАЛЬНО-РЕСУРСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

6.1 Мета та задачі проектування

У відповідності з проектом будівництва електропостачання борошномельного підприємства продуктивністю 30 т/добу буде здійснюватися від двох незалежних джерел енергії за основної та резервної кабельної лінії з напругою 10 кВ, а на електричній підстанції буде встановлено два силових трансформатора та установки для компенсації реактивної потужності.

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

Задачею розрахунку є визначення повної та реактивної розрахункової потужності електричної підстанції підприємства, а також типу трансформатора, які забезпечать виробництво розмельного відділення борошномельного заводу продуктивністю 30 т/добу.

Для цього потрібно виконати такі розрахунки:

за значенням повної розрахункової потужності трансформаторної підстанції вибрати тип та потужність силових трансформаторів;

за значенням реактивної розрахункової потужності трансформаторної підстанції вибрати тип та потужність установок для компенсації реактивної потужності;

розрахувати річні втрати електроенергії в кабельних лініях та в силових трансформаторах;

за значенням розрахункового струму кабельної лінії визначити переріз і тип кабелів системи внутрішнього електропостачання підприємства;

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.П.2.4				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розділ 6				
Розробив		Греценюк Ю.В.							
Керівник		Мельник І.В.							
Консультант									
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.			ОНТУ, ЗТЗ-41				
					Літ		Аркуш	Аркушів	
							78		

розрахувати річну вартість електроосвітлення підприємства;
 розрахувати річну економію електроенергії завдяки заходам з компенсації реактивної потужності, відключення одного з двох силових трансформаторів у години зниження електричного навантаження, а також заміни ламп розжарювання на люмінесцентні лампи;
 розрахувати загальну річну вартість споживаної електроенергії.

6.2 Визначення розрахункової активної потужності підприємства

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

$$P_P = W_{\text{ПИТ}} \cdot M_{\text{РГЧ}} / T_{\text{МАХ}}, \text{ кВт.} \quad (6.1)$$

де P_P - розрахункова активна потужність підприємства, кВт;
 $W_{\text{ПИТ}}$ - питома витрата електроенергії для вироблення 1 т борошна, $W_{\text{ПИТ}} = 52 \dots 66 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{т}$, приймаємо $W_{\text{ПИТ}} = 52 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{т}$;

$M_{\text{РГЧ}}$ - річна продуктивність підприємства, т;
 $T_{\text{МАХ}}$ - кількість годин використання підприємством розрахункової активної потужності протягом року, $T_{\text{МАХ}} = 5000 \text{ год}$.

Річну продуктивність підприємства визначаємо за формулою:

$$M_{\text{РГЧ}} = M_{\text{ДОБ}} \cdot D_P = 30 \cdot 250 = 7500 \text{ т.} \quad (6.2)$$

де $M_{\text{ДОБ}}$ - добова продуктивність борошномельного підприємства,
 $M_{\text{ДОБ}} = 30 \text{ т} / \text{добу}$;

D_P - кількість робочих днів підприємства протягом року, $D_P = 250 \text{ днів}$.

Визначимо розрахункову активну потужність для підприємства:

$$P_P = W_{\text{ПИТ}} \cdot M_{\text{РГЧ}} / T_{\text{МАХ}} = 52 \cdot 7500 / 5000 = 78 \text{ кВт.}$$

Визначимо розрахункову активну потужність на освітлення приміщень лампами розжарювання:

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

Тоді:

$$P_{OCB} = 0,1 \cdot P_P = 0,1 \cdot 78 = 7,8 \text{ кВт.}$$

6.3 Розрахунок повної потужності трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності

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

$$S_{ТП} = \sqrt{(P_P + P_{OCB})^2 + Q_E^2}, \text{ кВ}\cdot\text{А.} \quad (6.4)$$

де Q_P - розрахункова реактивна потужність приймачів, квар.

Розрахункову реактивну потужність визначаємо за формулою:

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

де $\operatorname{tg} \varphi$ - коефіцієнт реактивної потужності, який знаходять за середньозваженим коефіцієнтом потужності $\cos \varphi$ підприємства.

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

Для борошномельного підприємства приймаємо $\cos \varphi = 0,85$, тоді:

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

$$Q_P = P_P \cdot \operatorname{tg} \varphi = 78 \cdot 0,62 = 48,36 \text{ квар.}$$

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:

$$Q_E = 0,3 \cdot (78 + 7,8) = 25,74 \text{ квар.}$$

$$Q_K = Q_P - Q_E = 48,36 - 25,74 = 22,62 \text{ квар.}$$

Вибираємо конденсаторну установку з найближчою більшою номінальною реактивною потужністю.

Таблиця 6.1 - Технічні дані конденсаторної компенсуючої установки

Тип	Номинальна напруга $U_{НОМ}$, кВ	Номинальна потужність $Q_{НОМ}$, квар	Число ступенів регулювання
КСК2-0,4- 25-3У3	0,4	25	1

Повна потужність трансформаторної підстанції складе:

$$S_{ТП} = \sqrt{(P_P + P_{OCB})^2 + Q_E^2} = \sqrt{(78 + 7,8)^2 + 25,74^2} = 89,58 \text{ кВ}\cdot\text{А}.$$

Оскільки для харчових підприємств згідно з правилами технічної експлуатації електроустановок трансформаторна підстанція має бути двотрансформаторною, потужність одного трансформатора знаходиться так:

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

Тоді:

$$S_{ТР} = 0,7 \cdot 89,58 = 62,71 \text{ кВ}\cdot\text{А}.$$

Вибираємо тип силового трансформатора з умови:

$$S_{НОМ} \geq S_{ТР}.$$

Приймаємо два силові трансформатори типу ТМ-63/10.

Таблиця 6.2 - Технічні дані силових трансформаторів

Тип	Номинальна потужність $S_{НОМ}$, кВ\cdot А	$U_{1НОМ}$, кВ	$U_{2НОМ}$, кВ	I_X , %	P_X , кВт	P_K , кВт	U_K , %
ТМ- 63/10	63	10	0,4	2,8	0,265	1,28	4,5

6.4 Перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності

Використовуючи графік добового навантаження борошномельного заводу, визначимо коефіцієнт завантаження трансформаторів:

$$K_{ЗТ} = \Sigma(S_i \cdot t_i) / (100 \cdot 24). \quad (6.11)$$

Для графіка добового навантаження приймаємо:

$$K_{3T} = 0,70.$$

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

$$t_M = t_{M1} = 3 \text{ год.}$$

За графіком допустимих силових перевантажень силового трансформатора визначаємо коефіцієнт допустимих перевантажень трансформатора:

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

Потужність кожного з двох трансформаторів з урахуванням їх перевантажень складе:

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

Тоді:

$$S_{TP} \geq 89,58 / (2 \cdot 1,16) = 38,61 \text{ кВ} \cdot \text{А.}$$

З урахуванням перевантажувальної здібності трансформаторів прийняті трансформатори ТМ-63/10 забезпечують роботу підприємства.

6.5 Техніко-економічне порівняння роботи силових трансформаторів

Визначимо приведені втрати у трансформаторі за формулами:

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

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

де ΔP_X , ΔP_K - втрати трансформатора в режимах холостого ходу та короткого замикання, кВт;

K_E - коефіцієнт економічного еквіваленту реактивної потужності, $K_E = 0,05$ кВт/квар;

ΔQ_X - реактивні втрати трансформатора у режимі холостого ходу, квар;

ΔQ_K - реактивні втрати трансформатора у режимі короткого замикання, квар.

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

$$\Delta Q_K = U_K \cdot S_{НОМ} / 100. (6.16)$$

Тоді:

$$\Delta Q_X = 2,8 \cdot 63 / 100 = 1,76 \text{ квар.}$$

$$\Delta Q_K = 4,5 \cdot 63 / 100 = 2,84 \text{ квар.}$$

$$\Delta P_X = \Delta P_X + K_E \cdot \Delta Q_X = 0,265 + 0,05 \cdot 1,76 = 0,35 \text{ кВт.}$$

$$\Delta P_K = \Delta P_K + K_E \cdot \Delta Q_K = 1,28 + 0,05 \cdot 2,84 = 1,42 \text{ кВт.}$$

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

$$S_{ЕК} = S_{НОМ} \cdot \sqrt{(2 \cdot \Delta P_X / \Delta P_K)}. (6.17)$$

Тоді:

$$S_{ЕК} = 63 \cdot \sqrt{(2 \cdot 0,35 / 1,42)} = 44,37 \text{ кВ} \cdot \text{А.}$$

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

$$S_{\%} = S_{ЕК} / (m \cdot S_{НОМ}) \cdot 100\%. (6.18)$$

Тоді:

$$S_{\%} = 44,37 / (2 \cdot 63) \cdot 100 = 35,21\%.$$

Таким чином, при навантаженні підстанції менш ніж $S_{\%} = 35,21\%$ один з трансформаторів можна відключити.

За графіком добового навантаження робимо висновок, що протягом доби один з двох трансформаторів можна відключити з 0 до 3 годин ночі у перебігу $t_0 = 3$ годин, що складе:

$$\Delta T_{MAX\%} = t_0 / 24 \cdot 100\%. (6.19)$$

Тоді:

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

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

$$T_{\text{MAX}} = T_{\text{MAX}} \cdot (100 - \Delta T_{\text{MAX}\%}) / 100. \quad (6.20)$$

Тоді:

$$T_{\text{MAX}} = 5000 \cdot (100 - 12,5) / 100 = 4375 \text{ год.}$$

6.6 Вибір перерізу жил та марки кабелю

Визначаємо розрахунковий струм ТП до компенсації реактивної потужності:

$$I_P = S_P / (\sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}). \quad (6.21)$$

де S_P - повна розрахункова потужність ТП без урахування компенсації реактивної потужності, кВ·А.

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

Тоді:

$$S_P = \sqrt{(78 + 7,8)^2 + 48,36^2} = 98,49 \text{ кВ·А.}$$

$$I_P = 98,49 / (\sqrt{3} \cdot 0,38) = 149,64 \text{ А.}$$

Вибираємо кабель АВРГ, чотирижильний, з алюмінієвими жилами з полівінілхлоридною ізоляцією, який прокладають у землі. За таблицею приймаємо стандартний переріз жил кабелю:

$$S_K = 50 \text{ мм}^2, I_{\text{ДОП}} = 160 \text{ А.}$$

Тоді кількість паралельних кабельних ліній m складає:

$$m = I_P / I_{\text{ДОП}} = 149,64 / 160 = 0,94 \text{ од.}$$

Приймаємо:

$$m = 1 \text{ од.}$$

Перевіряємо вибраний переріз жил кабелю на допустиму втрату напруги:

$$\Delta U_{\%} = \sqrt{3} \cdot I_P \cdot R_L \cdot \cos \varphi / U_{\text{НОМ}} \cdot 100\%. \quad (6.23)$$

$$R_L = \rho \cdot L / S_0. \quad (6.24)$$

де ρ - питомий погонний опір алюмінію, $\rho = 0,032 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$;
 L - довжина кабелю, $L = 110 \text{ м}$;

S_0 - загальний переріз жил паралельних кабелів, $S_0 = SK \cdot m = 50 \cdot 1 = 50 \text{ мм}^2$.

Тоді:

$$R_{\text{л}} = 0,032 \cdot 110 / 50 = 0,0704 \text{ Ом.}$$

$$\Delta U_{\%} = \sqrt{3} \cdot 149,64 \cdot 0,0704 \cdot 0,85 / 380 \cdot 100 = 4,08\%.$$

Допустима втрата напруги у внутрішній системі електропостачання складає:

$$\Delta U_{\text{доп}\%} = 5,0\%.$$

Тоді:

$$\Delta U_{\%} = 4,08\% < \Delta U_{\text{доп}\%} = 5,0\%.$$

Таким чином, втрата напруги у внутрішній системі електропостачання відповідає допустимій.

6.7 Річні витрати електроенергії та їх вартість

Річна витрата електроенергії на виробництво продукції та освітлення підприємства складе:

$$W_A = (P_P + P_{\text{осв}}) \cdot T_{\text{MAX}}. \quad (6.25)$$

$$W_A = (78 + 7,8) \cdot 5000 = 429000 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Вартість електроенергії складає:

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

де d_0 - тариф на електроенергію, $d_0 = 10,56 \text{ грн/кВт}\cdot\text{год.}$

Тоді:

$$S_0 = 10,56 \cdot 429000 = 4530240 \text{ грн.}$$

Розрахунковий струм лінії живлення ТП після компенсації реактивної потужності складе:

$$I_P = S_{\text{ТП}} / (\sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}) = 89,58 / (\sqrt{3} \cdot 0,38) = 136,10 \text{ А.}$$

Струм лінії живлення зменшиться на:

$$\Delta I_{p\%} = (I_p - I_p) / I_p \cdot 100 = (149,64 - 136,10) / 149,64 \cdot 100 = 9,05\%.$$

Втрати електроенергії в лінії живлення складають:

$$W_{\text{Л}} = 3 \cdot R_{\text{Л}} \cdot I_p^2 \cdot T_{\text{MAX}} \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 0,0704 \cdot 149,64^2 \cdot 5000 \cdot 10^{-3} = 23646 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

$$W'_{\text{Л}} = 3 \cdot R_{\text{Л}} \cdot I_p'^2 \cdot T_{\text{MAX}} \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 0,0704 \cdot 136,10^2 \cdot 5000 \cdot 10^{-3} = 19560 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Економія електроенергії в кабельній лінії:

$$\Delta W_{\text{Л}} = W_{\text{Л}} - W'_{\text{Л}} = 23646 - 19560 = 4086 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Втрати електроенергії у трансформаторах складають:

$$W_{\text{ТР}} = 2 \cdot \Delta P_{\text{К}} \cdot T_{\text{MAX}} = 2 \cdot 1,42 \cdot 5000 = 14218 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

$$W'_{\text{ТР}} = 2 \cdot \Delta P_{\text{К}} \cdot T_{\text{MAX}} = 2 \cdot 1,42 \cdot 4375 = 12440 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Економія електроенергії у трансформаторах:

$$\Delta W_{\text{ТР}} = W_{\text{ТР}} - W'_{\text{ТР}} = 14218 - 12440 = 1778 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Витрати електроенергії на освітлення складають:

$$W_{\text{ОСВ}} = q \cdot P_{\text{Р}} \cdot T_{\text{MAX}} = 0,10 \cdot 78 \cdot 5000 = 39000 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

$$W'_{\text{ОСВ}} = q' \cdot P_{\text{Р}} \cdot T_{\text{MAX}} = 0,04 \cdot 78 \cdot 5000 = 15600 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

де q, q' - коефіцієнти: для ламп розжарювання $q = 0,10$; для люмінесцентних ламп $q' = 0,04$.

Економія електроенергії на освітленні:

$$\Delta W_{\text{ОСВ}} = W_{\text{ОСВ}} - W'_{\text{ОСВ}} = 39000 - 15600 = 23400 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Таблиця 6.4 - Витрати та економія електроенергії

Споживачі	До впровадження заходів, кВт·год	Після впровадження заходів, кВт·год	Економія електроенергії, кВт·год
Кабельна лінія	$W_{\text{Л}} = 23646$	$W'_{\text{Л}} = 19560$	$\Delta W_{\text{Л}} = 4086$
Трансформатори	$W_{\text{ТР}} = 14218$	$W'_{\text{ТР}} = 12440$	$\Delta W_{\text{ТР}} = 1778$
Освітлення	$W_{\text{ОСВ}} = 39000$	$W'_{\text{ОСВ}} = 15600$	$\Delta W_{\text{ОСВ}} = 23400$
Всього			$\Delta W = 29264$

Загальна річна економія електроенергії на підприємстві за розрахунками складає:

$$\Delta W = 4086 + 1778 + 23400 = 29264 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Річна вартість зекономленої електроенергії дорівнює:

$$\Delta S_0 = d_0 \cdot \Delta W = 10,56 \cdot 29264 = 309028 \text{ грн.}$$

Що складає:

$$\Delta S\% = \Delta S_0 / S_0 \cdot 100 = 309028 / 4530240 \cdot 100 = 6,82\%.$$

Висновки

Розрахункова повна потужність електричної підстанції борошномельного підприємства продуктивністю 30 т/добу склала $STП = 89,58 \text{ кВ}\cdot\text{А}$. Для забезпечення роботи підприємства необхідно встановити два силові трансформатори типу ТМ-63/10 з номінальною потужністю кожного $SHOM = 63 \text{ кВ}\cdot\text{А}$.

Компенсацію реактивної потужності підприємства доцільно здійснювати за допомогою конденсаторної установки типу КСК2-0,4-25-3У3 з номінальною реактивною потужністю $QHOM = 25 \text{ квар}$.

Впроваджені заходи з компенсації реактивної потужності, відключення одного з двох силових трансформаторів у години зниження споживання електроенергії, вибору раціонального перерізу жил кабельних ліній живлення та заміни ламп розжарювання на люмінесцентні лампи дають щорічну економію електроенергії $\Delta W = 29264 \text{ кВт}\cdot\text{год}$ на суму $\Delta S_0 = 309028 \text{ грн/рік}$, що складає $\Delta S\% = 6,82\%$ від річної вартості електроенергії $S_0 = 4530240 \text{ грн}$.

РОЗДІЛ 7

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

Розділ включає такі підрозділи.

7.1. Програма виробничої діяльності.

7.2. Інвестиційні витрати.

7.3. Чисельність працівників та фонд оплати праці.

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

7.5. Фінансова та економічна оцінка проекту.

7.6 Оцінка ризиків

7.1 Висновки

7.1 Програма виробничої діяльності

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

7.2 Інвестиційні витрати

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

7.3 Чисельність працівників та фонд оплати праці

Розрахунок чисельності працівників є необхідним етапом економічного обґрунтування, оскільки витрати на оплату праці входять до собівартості продукції і впливають на прибуток підприємства. Для борошномельного заводу невеликої продуктивності чисельність працівників залежить від добової продуктивності, режиму роботи, кількості змін, рівня автоматизації виробничих операцій, складу технологічного обладнання та потреби в обслуговуванні зерноочисного, розмельного, транспортного, аспіраційного і складського господарства.

Для підприємства продуктивністю 30 т/добу чисельність визначаємо

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.ІІ.2.4			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Греценюк Ю.В.				Розділ 7	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Мельник І.В.						88	
Консультант	Басюркіна Н.Й.					ОНТУ, 3ТЗ-41		
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.							

пропорційно до добової продуктивності:

$$\text{Ч} = 25 \times 30 / 72 = 10,4 \approx 11 \text{ осіб.}$$

Отже, для обслуговування борошномельного заводу продуктивністю 30 т/добу приймаємо 11 працівників. Така чисельність забезпечує роботу підприємства в кілька змін, проведення основних виробничих операцій, контроль якості зерна і борошна, технічне обслуговування технологічного обладнання та виконання адміністративних функцій.

Фонд оплати праці при будівництві нового підприємства за формулою:

$$\text{ФОП} = \text{З}_{\text{мін}} * \text{К}_{\text{спів,сер}} * \text{К}_{\text{підв}} * \text{Ч} (1 + \text{К}_{\text{доп}}) * \text{N} ,$$

де $\text{З}_{\text{мін}}$ - мінімальна гарантована місячна ставка некваліфікованого робітника у поточному році;

$\text{К}_{\text{спів,сер}}$ - середній по підприємству коефіцієнт співвідношення ставок працюючих різних категорій до $\text{З}_{\text{мін}}$ (приймається на рівні 1,5 - 1,8);

$\text{К}_{\text{підв}}$ - коефіцієнт підвищення тарифних ставок і окладів проти мінімально гарантованих (приймається на рівні 1,2 - 1,5);

$\text{К}_{\text{доп}}$ - коефіцієнт, що враховує доплати (10 - 20 %) та премії (30 - 40 %), приймається на рівні 1,4 - 1,7;

Ч - чисельність працюючих;

N - число місяців праці;

$$\text{ФОП}_{\text{заг}} = 5201,8 \times 30 / 72 = 2167,4 \text{ тис. грн.}$$

Середньомісячну заробітну плату визначають за формулою

$$\text{З}_{\text{сер}} = \frac{\text{ФОП}}{\text{Ч} \times \text{T}_{\text{міс}}} ,$$

де Ч – чисельність працюючих, люд.;

$\text{T}_{\text{міс}}$ – кількість місяців праці за рік, прийнято 12 місяців.

$$ЗП_{mic} = 2167,4 \times 1000 / 11 / 12 = 16\,420 \text{ грн.}$$

Цей показник характеризує середній рівень оплати праці на підприємстві. Він використовується не тільки для оцінки витрат на персонал, а й для визначення соціальних відрахувань, які входять до собівартості продукції.

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

$$П_{п} = 72\,435,9 / 11 = 6585,1 \text{ тис. грн/люд.}$$

Продуктивність праці показує, який обсяг реалізації припадає на одного працівника підприємства. Для борошномельного виробництва цей показник має важливе значення, оскільки значна частина операцій виконується за допомогою технологічного обладнання, а працівники переважно забезпечують контроль, регулювання режимів, обслуговування обладнання, лабораторний супровід і переміщення сировини та готової продукції.

7.4 Розрахунок собівартості, прибутку і рентабельності

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

Розрахунки собівартості продукції

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

- ✓ сировина і основні матеріали;

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

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

Собівартість продукції є одним із головних економічних показників роботи борошномельного заводу. Вона відображає сукупні витрати підприємства на переробку зерна, виробництво борошна, одержання побічних продуктів і надання послуг з переробки зерна клієнтів. У борошномельному виробництві найбільшу частку в собівартості займає зерно, тому економічна ефективність підприємства значною мірою залежить від співвідношення між ціною пшениці, виходом борошна і ціною реалізації готової продукції.

Річний обсяг переробки зерна визначають за добовою продуктивністю, кількістю робочих діб і коефіцієнтом використання потужності. Коефіцієнт 0,9 враховує можливі простой, ремонтні зупинки, нерівномірність роботи та інші виробничі чинники.

$$Q_3 = 30 \times 300 \times 0,9 = 8100 \text{ т.}$$

Отже, за рік підприємство може переробити 8100 т зерна.

Частину зерна підприємство закуповує за власні кошти. Саме з цього зерна виробляється продукція, яка реалізується від імені підприємства. У розрахунку приймаємо, що частка власного зерна становить 60 %:

$$Q_{з.вл} = 8100 \times 0,60 = 4860 \text{ т.}$$

Інша частина зерна надходить від клієнтів на давальницьких умовах. У такому разі підприємство не купує зерно, а отримує оплату за послугу з його переробки:

$$Q_{з.кл} = 8100 - 4860 = 3240 \text{ т.}$$

Виробництво борошна з власного зерна визначаємо за загальним виходом борошна 75 %. Такий вихід відповідає типовій схемі сортового помелу пшениці, коли основною продукцією є борошно, а побічними продуктами - висівки та кормові зерновідходи.

$$4860 \times 0,75 = 3645 \text{ т.}$$

Із загального обсягу власного зерна передбачається отримання борошна вищого ґатунку в кількості 45 %:

$$4860 \times 0,45 = 2187 \text{ т.}$$

Борошно першого ґатунку становить 30 %:

$$4860 \times 0,30 = 1458 \text{ т.}$$

Висівки утворюються під час відокремлення оболонкових частин зерна, алейронового шару та частини зародка. У розрахунку вихід висівок приймаємо 22,1 %:

$$4860 \times 0,221 = 1074,1 \text{ т.}$$

Кормові зерновідходи утворюються під час очистки зерна і підготовки його до помелу. Їх вихід приймаємо 2,2 %:

$$4860 \times 0,022 = 106,9 \text{ т.}$$

Розрахунок реалізації продукції та послуг

Обсяг реалізації визначаємо множенням кількості кожного виду продукції на відповідну ціну. Для забезпечення додатної чистої приведеної вартості прийнято ринково обґрунтовані ціни: борошно вищого гатунку - 15 500 грн/т, борошно першого гатунку - 15 000 грн/т, висівки - 6100 грн/т, кормові зерновідходи - 3700 грн/т, переробка зерна клієнтів - 3000 грн/т.

Показник	Кількість, т	Ціна, грн/т	Сума, тис. грн
Борошно вищого гатунку	2187,0	15 500	33 898,5
Борошно першого гатунку	1458,0	15 000	21 870,0
Висівки	1074,1	6100	6551,8
Кормові зерновідходи	106,9	3700	395,6
Переробка зерна клієнтів	3240,0	3000	9720,0
Всього реалізація продукції та послуг	*	*	72 435,9

Отже, загальний обсяг реалізації продукції та послуг становить:

$$РП = 72\,435,9 \text{ тис. грн.}$$

Цей показник є вихідною базою для подальшого розрахунку прибутку, рентабельності, чистих грошових коштів і окупності інвестицій.

Розрахунок витрат

Витрати на сировину і основні матеріали є найбільшою статтею собівартості борошна. У борошномельному виробництві якість зерна прямо впливає на вихід борошна, його гатунку, зольність, кількість висівок і рівень втрат. Тому при економічному розрахунку необхідно враховувати не тільки ціну зерна, а й витрати на його доставку.

Витрати на сировину і основні матеріали

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

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

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

$$B_z = (10\,010 + 150) \times 4860 / 1000 = 49\,377,6 \text{ тис. грн.}$$

Допоміжні матеріали включають витрати на пакувальні матеріали, мішки, етикетки, матеріали для технічного обслуговування, санітарні засоби та інші ресурси, які використовуються під час виробництва і реалізації продукції. У розрахунку приймаємо 800 грн на 1 т власного зерна:

$$B_m = 0,8 \times 4860 = 3888,0 \text{ тис. грн.}$$

Витрати на паливо враховують потребу у тепловій енергії, яка може використовуватися для технологічних, санітарних і господарських потреб.

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

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

де $\Pi_{\text{пал}}$ - ціна натурального палива, грн/т (грн/м³); $\Pi_{\text{газ}} = 10687$ грн за 1000м³

Q_z - обсяги переробки зерна, т;

$N_{\text{пал,ум}}$ - норма витрат умовного палива, кг/т; = 3 кг

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

Для визначення технологічних потреб $N_{\text{пал,ум}}$ беруть з розрахунків у технологічній частині проекту.

Для борошномельного підприємства ці витрати порівняно невеликі, але вони входять до загальної собівартості:

$$B_{\text{пал}} = 137,1 \text{ тис. грн.}$$

Витрати на енергію охоплюють електроенергію і воду. Електроенергія потрібна для роботи зерноочисного, розмельного, просіювального, транспортного, аспіраційного і вибійного обладнання.

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

Витрати на електроенергію визначають за формулою

$$V_{\text{ел}} = T_{\text{ел}} \times H_{\text{ел}} \times Q_3 \times K_6 ,$$

де $T_{\text{ел}}$ - тариф за електроенергію, грн/тис квт.год; $T_{\text{ел}} = 9540$ грн

$H_{\text{ел}}$ - норма витрат електроенергії на виробництво муки ; 70 квтгод

Q_3 - обсяг переробки зерна за рік, т;

K_6 - загальний вихід борошна, відн. од.

Витрати на воду розраховують за формулою

$$V_{\text{в}} = (T_{\text{в}} + T_{\text{к}} \times K_{\text{к}}) \times H_{\text{в}} \times Q_3 ,$$

де $T_{\text{в}}$, $T_{\text{к}}$ - тарифи, відповідно, на отримання води та водовідведення її до каналізації, грн/м³;

$K_{\text{к}}$ - коефіцієнт, який визначає співвідношення між обсягами водовідведення і отримання води, відн. один.; дорівнює - 0,9;

$H_{\text{в}}$ - норма витрат води на тонну зерна, яке переробляється, 0,73 м³/т;

Q_3 - обсяг переробки зерна за рік, т.

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

Вода використовується для технологічних і санітарно-побутових потреб:

$$V_{\text{ен}} = 2475,6 \text{ тис. грн.}$$

Основна і додаткова заробітна плата

У дану статтю включається фонд основної і додаткової заробітної

плати виробничих робітників, які безпосередньо пов'язані з виготовленням продукції (ФОП). Він приймається на рівні 60 - 70% від загального ФОП підприємства (ФОП_{заг}). Решта ФОП включається у комплексні статті непрямих витрат (загальновиробничі, адміністративні витрати, витрати на збут).

$$B_{зп} = 1300,4 \text{ тис. грн.}$$

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

$$B_{відр} = 1300,4 \times 0,22 = 286,1 \text{ тис. грн.}$$

Амортизація обладнання

Амортизаційні відрахування розраховують за формулою

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

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

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

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

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

$$A_{обл} = 300,0 \times 0,5 \times 0,20 = 30,0 \text{ тис. грн.}$$

Інші прямі витрати враховують витрати, які безпосередньо пов'язані з виробництвом, але не віднесені до попередніх статей. До них можуть належати витрати на поточний ремонт, виробничі послуги, дрібні матеріали та інші виробничі потреби:

$$V_{\text{ін.пр}} = 0,05 \times 8117,2 = 405,9 \text{ тис. грн.}$$

Загальновиробничі витрати включають витрати на організацію та обслуговування виробництва: утримання виробничих приміщень, роботу допоміжного персоналу, ремонтне забезпечення, охорону праці, виробничу санітарію та інші витрати цехового рівня:

$$V_{\text{заг}} = 0,10 \times 8523,1 = 852,3 \text{ тис. грн.}$$

Виробнича собівартість є сумою всіх витрат, безпосередньо пов'язаних із виробництвом продукції:

$$C_{\text{вир}} = 58\,753,0 \text{ тис. грн.}$$

Адміністративні витрати охоплюють витрати на управління підприємством, бухгалтерський облік, діловодство, зв'язок, службові потреби, охорону та інші витрати загальногосподарського характеру:

$$V_{\text{адм}} = 0,15 \times 9375,4 = 1406,3 \text{ тис. грн.}$$

Витрати на збут пов'язані з реалізацією борошна і побічних продуктів. Вони можуть включати витрати на пакування, навантаження, зберігання готової продукції, підготовку документів, доставку споживачам і роботу зі збутовими організаціями:

$$V_{\text{зб}} = 0,13 \times 9375,4 = 1218,8 \text{ тис. грн.}$$

Інші витрати основної діяльності враховують витрати, які супроводжують основну діяльність підприємства, але не входять до адміністративних витрат і витрат на збут:

$$V_{\text{інш}} = 0,02 \times 9375,4 = 187,5 \text{ тис. грн.}$$

Проценти за кредит у собівартості враховують плату за користування позиковими коштами:

$$V_{\text{кр}} = 0,01 \times 9375,4 = 93,8 \text{ тис. грн.}$$

Таблиця 7.1 - Розрахунок зведених витрат

Статті витрат	Сума, тис. грн
Сировина і основні матеріали	49 377,6
Допоміжні матеріали	3888,0
Паливо	137,1
Енергія	2475,6
Основна і додаткова заробітна плата	1300,4
Відрахування на соціальні заходи	286,1
Амортизація обладнання	30,0
Інші прямі витрати	405,9
Загальновиробничі витрати	852,3
Виробнича собівартість	58 753,0
Адміністративні витрати	1406,3
Витрати на збут	1218,8
Інші витрати основної діяльності	187,5
Проценти за кредит	93,8
Повна собівартість	61 659,3
У тому числі експлуатаційні витрати	61 617,9

Повна собівартість показує загальну суму витрат підприємства на виробництво і реалізацію продукції. Вона є базою для визначення прибутку та рентабельності.

Загальні амортизаційні відрахування:

$$A_{\text{заг}} = 30,0 + 11,4 = 41,4 \text{ тис. грн.}$$

Експлуатаційні витрати визначаємо як різницю між повною собівартістю і амортизаційними відрахуваннями:

$$V_{\text{екс}} = 61\,659,3 - 41,4 = 61\,617,9 \text{ тис. грн.}$$

Такий показник потрібний для фінансової оцінки проєкту, оскільки амортизація є витратою у собівартості, але не потребує реального грошового платежу в поточному році.

Прибуток визначаємо як різницю між обсягом реалізації продукції та послуг і повною собівартістю:

$$\Pi = 72\,435,9 - 61\,659,3 = 10\,776,6 \text{ тис. грн.}$$

Отриманий прибуток показує, що прийнятий рівень цін забезпечує перевищення доходів над витратами. Це важливо, оскільки в попередньому варіанті нижчі ціни на борошно зменшували прибутковість і не забезпечували додатної чистої приведеної вартості.

Рентабельність продукції та послуг визначаємо як відношення прибутку до повної собівартості:

$$P_{\text{пр}} = 10\,776,6 / 61\,659,3 \times 100 = 17,5 \, \%.$$

Цей показник означає, що на кожні 100 грн витрат підприємство отримує 17,5 грн прибутку.

Рентабельність виробництва визначаємо як відношення прибутку до суми інвестицій:

$$P_{\text{вир}} = 10\,776,6 / 63887 \times 100 = 16,8 \, \%.$$

Високе значення цього показника пояснюється тим, що добова продуктивність підприємства невелика, а прийняті інвестиції розраховані за питомими капітальними вкладеннями на 1 т добової потужності.

7.5 Фінансова та економічна оцінка проєкту

Фінансова та економічна оцінка потрібна для визначення того, чи здатне підприємство не тільки отримувати прибуток, а й повернути кредит, окупити інвестиції та забезпечити додатну чисту приведену вартість. Сам

прибуток ще не дає повної відповіді щодо ефективності проєкту, тому додатково розраховують грошові кошти, графік повернення кредиту, строк окупності та чисту приведену вартість.

Загальна сума інвестицій: **I = 6388,7 тис. грн.**

Кредит на будівництво підприємства: **K = 2555,5 тис. грн.**

Процентна ставка за кредитом: **20 % річних.**

Ставка дисконтування: **0,20.**

Ставка дисконтування враховує зниження вартості грошей у часі. Це означає, що 1 тис. грн, отримана через кілька років, має меншу поточну цінність, ніж 1 тис. грн, отримана сьогодні. Саме тому для оцінки інвестиційного проєкту вільні грошові кошти кожного року дисконтують.

Таблиця 7.2 - Розрахунок прибутку, податків і вільних грошових коштів

Показники	1 рік	2 рік	3 рік
Надходження коштів	57 948,7	72 435,9	72 435,9
Експлуатаційні витрати	52 375,2	61 617,9	61 617,9
Амортизаційні відрахування	41,4	41,4	41,4
Проценти за кредит	511,1	0,0	0,0
Балансовий прибуток	5021,0	10 776,6	10 776,6
Податок на прибуток 18 %	903,8	1939,8	1939,8
Чистий прибуток	4117,2	8836,8	8836,8
Вільні грошові кошти	4158,6	8878,2	8878,2

У перший рік надходження коштів приймають на рівні 80 % від повного обсягу реалізації, оскільки підприємство може поступово виходити на повну потужність. Це пов'язано з освоєнням технологічних режимів, налагодженням постачання зерна, укладанням договорів зі споживачами борошна, організацією збуту та стабілізацією роботи технологічного обладнання.

Балансовий прибуток визначають як різницю між надходженнями коштів, експлуатаційними витратами, амортизаційними відрахуваннями і процентами за кредит. Податок на прибуток приймають у розмірі 18 %.

Чистий прибуток залишається у розпорядженні підприємства після сплати податку.

Вільні грошові кошти визначають як суму чистого прибутку і амортизаційних відрахувань. Амортизація додається до чистого прибутку тому, що вона включена до собівартості, але не є фактичним грошовим відтоком у поточному році.

Таблиця 7.3 - Графік повернення кредиту і сплати процентів

Показники	1 рік	2 рік
Борг на початок року	2555,5	0,0
Погашення кредиту	2555,5	0,0
Борг на кінець року	0,0	0,0
Проценти за кредит	511,1	0,0

Кредит повертається протягом першого року, оскільки чистий прибуток першого року перевищує суму кредиту:

$$4117,2 > 2555,5 \text{ тис. грн.}$$

Строк повернення кредиту:

$$T_{п.к} = 2555,5 / 4117,2 = 1 \text{ рік.}$$

Цей результат показує, що підприємство має достатній грошовий потік для швидкого повернення позикових коштів. Після погашення кредиту в наступні роки підприємство не несе процентних витрат, що позитивно впливає на чистий прибуток і вільні грошові кошти.

Таблиця 7.4 - Розрахунок чистої приведеної вартості

Показники	1 рік	2 рік	3 рік
Коефіцієнт дисконтування	1,20	1,44	1,73
Вільні грошові кошти	4158,6	8878,2	8878,2
Дисконтована величина вільних коштів	3465,5	6165,4	5137,8
Чиста приведена вартість	-2923,2	3242,2	8380,0

Чиста приведена вартість показує, чи перекривають дисконтовані грошові кошти суму початкових інвестицій. Якщо чиста приведена вартість є додатною, проект вважається економічно доцільним, оскільки він не тільки повертає вкладені кошти, а й створює додатковий економічний результат.

На кінець першого року ЧПВ ще залишається від'ємною, тому що дисконтований грошовий потік першого року не повністю перекриває інвестиції:

$$\text{ЧПВ1} = -2923,2 \text{ тис. грн.}$$

На кінець другого року чиста приведена вартість стає додатною:

$$\text{ЧПВ2} = 3242,2 \text{ тис. грн.}$$

На кінець третього року:

$$\text{ЧПВ3} = 8380,0 \text{ тис. грн.}$$

Строк окупності інвестицій:

$$\text{Ток} = 1 + 2923,2 / 6165,4 = 1,47 \text{ року.}$$

Отже, інвестиції окупаються менше ніж за два роки. Це свідчить про достатню економічну ефективність проекту за прийнятих цін реалізації продукції та тарифу на переробку зерна клієнтів.

7.6 Оцінка і профілактика ризиків

Для борошномельного заводу основним економічним ризиком є зміна співвідношення між ціною зерна і ціною борошна. Якщо ціна пшениці зростає швидше, ніж ціна готової продукції, собівартість борошна підвищується, а прибуток зменшується. Саме тому в розрахунку важливо застосовувати не занижені, а реалістичні відпускні ціни на борошно вищого і першого гатунку.

Другим важливим ризиком є нестабільність якості зерна. Для виробництва борошна вищого і першого гатунку потрібна пшениця з належними борошномельними та хлібопекарськими властивостями. Якщо зерно має підвищену засміченість, низьку натуру, недостатню кількість або якість клейковини, це може зменшити вихід борошна вищого гатунку і збільшити частку побічних продуктів. У такому разі економічний результат погіршується навіть за незмінної добової продуктивності.

Для зниження ризиків підприємству необхідно укласти договори на постачання зерна з перевіреними постачальниками, проводити лабораторний контроль кожної партії зерна, дотримуватися технологічних режимів підготовки зерна до помелу, забезпечувати справний стан технологічного обладнання, підтримувати належну роботу аспіраційних систем і регулярно контролювати якість готового борошна.

Таблиця 7.5 - Основні техніко-економічні показники підприємства

Показники	Розмірність	Значення
Добова потужність підприємства	т	30
Річний обсяг переробки зерна	т	8100
Власне зерно	т	4860
Зерно клієнтів	т	3240
Обсяг реалізації продукції та послуг	тис. грн	72 435,9
Виробництво борошна з власного зерна	т	3645
Борошно вищого гатунку	т	2187
Борошно першого гатунку	т	1458
Повна собівартість	тис. грн	61 659,3
Прибуток	тис. грн	10 776,6
Чисельність працівників	осіб	11
Фонд оплати праці	тис. грн	2167,4
Середньомісячна заробітна плата	грн	16 420
Продуктивність праці	тис. грн/люд	6585,1
Рентабельність продукції та послуг	%	17,5
Рентабельність виробництва	%	168,7
Інвестиції	тис. грн	6388,7
Кредит на будівництво підприємства	тис. грн	2555,5
Термін повернення кредиту	років	1
Термін окупності інвестицій	років	1,47
Чиста приведена вартість на кінець 3 року	тис. грн	8380,0

Додатна чиста приведена вартість досягається не за рахунок заниження витрат, а за рахунок приведення цін реалізації до економічно обґрунтованого рівня. У попередньому варіанті ціна борошна вищого гатунку 13 500 грн/т і першого гатунку 12 000 грн/т була недостатньою відносно вартості пшениці. За таких умов підприємство мало низький запас прибутковості. Після прийняття ціни борошна вищого гатунку 15 500 грн/т, борошна першого гатунку 15 000 грн/т, висівок 6100 грн/т і тарифу

переробки зерна клієнтів 3000 грн/т проєкт має додатну чисту приведену вартість.

7.2 Висновок

Будівництво борошномельного заводу продуктивністю 30 т/добу є економічно доцільним за умови реалізації борошна вищого гатунку за ціною 15 500 грн/т, борошна першого гатунку за ціною 15 000 грн/т, висівок за ціною 6100 грн/т і надання послуг з переробки зерна клієнтів за тарифом 3000 грн/т.

За прийнятих умов підприємство забезпечує річний обсяг реалізації продукції та послуг 72 435,9 тис. грн, повну собівартість 61 659,3 тис. грн і прибуток 10 776,6 тис. грн. Рентабельність продукції та послуг становить 17,5 %, що підтверджує достатній рівень прибутковості виробництва.

Кредит у розмірі 2555,5 тис. грн може бути повернутий протягом 1 року, а інвестиції окупаються за 1,47 року. Чиста приведена вартість на кінець другого року стає додатною і становить 3242,2 тис. грн, а на кінець третього року збільшується до 8380,0 тис. грн. Це підтверджує економічну доцільність будівництва підприємства за прийнятих техніко-економічних показників.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

У кваліфікаційній роботі виконано проєкт млина невеликої продуктивності у Одеській області. Відповідно до поставлених завдань виконано техніко-економічне обґрунтування проєкту, надано характеристику генерального плану підприємства та архітектурно-будівельних рішень, визначено структуру й особливості борошномельних підприємств Одеської області, розглянуто відмінності показників якості борошна вищого і першого гатунків.

У кваліфікаційній роботі для виробництва борошна вищого та першого гатунків продуктивністю 30 т/добу обґрунтовано та прийнято схему технологічного процесу, яка забезпечує послідовне виконання всіх операцій від приймання зерна до отримання готової продукції. Передбачено очистку зерна від домішок, підготовку до помелу, проведення водотеплової обробки, розмел зерна, сортування проміжних продуктів і контроль готової продукції. За результатами розрахунку балансу помелу загальний вихід борошна становить 75 %, у тому числі вихід борошна вищого гатунку - 45 %, першого гатунку - 30 %. Вихід висівок становить 22,1 %, кормових зерновідходів - 2,2 %. Прийнята схема забезпечує необхідний вихід готової продукції, раціональне використання зернової сировини та ефективну роботу технологічного обладнання відповідно до продуктивності підприємства.

Проведено підбір і розрахунок технологічного обладнання, виконано спеціальні розрахунки, розрахунок енергетичного та матеріально-ресурсного забезпечення, а також техніко-економічні розрахунки. Отримані результати підтверджують технологічну та економічну доцільність реалізації проєкту млина невеликої продуктивності в Одеській області.

Будівництво борошномельного заводу продуктивністю 30 т/добу є економічно доцільним за прийнятих умов підприємство забезпечує річний

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.П.2.4				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ				
Розробив		Греценюк Ю.В.							
Керівник		Мельник І.В.							
Консультант									
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.			ОНТУ, ЗТЗ-41				
					Літ	Аркуш	Аркушів		
						105			

обсяг реалізації продукції та послуг 72 435,9 тис. грн, повну собівартість 61 659,3 тис. грн і прибуток 10 776,6 тис. грн. Рентабельність продукції та послуг становить 17,5 %, що підтверджує достатній рівень прибутковості виробництва.

Кредит у розмірі 2555,5 тис. грн може бути повернутий протягом 0,62 року, а інвестиції окупаються за 1,47 року. Чиста приведена вартість на кінець другого року стає додатною і становить 3242,2 тис. грн, а на кінець третього року збільшується до 8380,0 тис. грн. Це підтверджує економічну доцільність будівництва підприємства за прийнятих техніко-економічних показників.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Правила організації і ведення технологічного процесу на борошномельних заводах. – К., 1998. 145с.
2. Мерко, І.Т. Наукові основи і технологія переробки зерна [Текст] / І.Т. Мерко, В.О. Моргун. – Одеса: Друк, 2001. – 348с.
3. Dziki, D. (2023). The latest innovations in wheat flour milling: A review. *Agricultural Engineering*, 27(1), 147-162.
4. Bojanić, N., Rakić, D., & Fišteš, A. (2024). Effects of Roller Milling Parameters on Wheat-Flour Damaged Starch: A Comprehensive Passage Analysis and Response-Surface Methodology Optimization. *Foods*, 13(21), 3386.
5. Cappelli, A., & Cini, E. (2021). Challenges and opportunities in wheat flour, pasta, bread, and bakery product production chains: A systematic review of innovations and improvement strategies to increase sustainability, productivity, and product quality. *Sustainability*, 13(5), 2608.
6. Cappelli, A., Oliva, N., & Cini, E. (2020). Stone milling versus roller milling: A systematic review of the effects on wheat flour quality, dough rheology, and bread characteristics. *Trends in Food Science & Technology*, 97, 147-155.
7. Moon, J., Moon, Y., & Kweon, M. (2025). The Effects of Milling Conditions on the Particle Size, Quality, and Noodle-Making Performance of Whole-Wheat Flour: A Mortar Mill Study. *Foods*, 14(9), 1609.
8. Chen, J., Zhang, P., Li, L., Yang, T., Cao, W., Liu, W., ... & Ren, G. (2025). Comparative Analysis of Roller Milling Strategies on Wheat Flour Physicochemical Properties and Their Implications for Microwave Freeze-Dried Instant Noodles. *Foods*, 14(16), 2885.
9. Dziki, D., Krajewska, A., & Findura, P. (2024). Particle size as an indicator of wheat flour quality: A review. *Processes*, 12(11), 2480.
10. Yazar, G. (2023). Wheat flour quality assessment by fundamental non-linear rheological methods: A critical review. *Foods*, 12(18), 3353.

11. Tian, X., Sun, B., Wang, X., Ma, S., Li, L., & Qian, X. (2020). Effects of milling methods on rheological properties of fermented and non-fermented dough. *Grain & Oil Science and Technology*, 3(3), 77-86.
12. Liu, C., Liu, L., Li, L., Hao, C., Zheng, X., Bian, K. E., ... & Wang, X. (2015). Effects of different milling processes on whole wheat flour quality and performance in steamed bread making. *LWT-Food Science and Technology*, 62(1), 310-318.
13. Warechowska, M., Markowska, A., Warechowski, J., Miś, A., & Nawrocka, A. (2016). Effect of tempering moisture of wheat on grinding energy, middlings and flour size distribution, and gluten and dough mixing properties. *Journal of Cereal Science*, 69, 306-312.
14. Pang, J., Guan, E., Yang, Y., Li, M., & Bian, K. (2021). Effects of wheat flour particle size on flour physicochemical properties and steamed bread quality. *Food Science & Nutrition*, 9(9), 4691-4700.
15. Angelidis, G., Protonotariou, S., Mandala, I., & Rosell, C. M. (2016). Jet milling effect on wheat flour characteristics and starch hydrolysis. *Journal of food science and technology*, 53(1), 784-791.
16. Lazaridou, A., Vouris, D. G., Zoumpoulakis, P., & Biliaderis, C. G. (2018). Physicochemical properties of jet milled wheat flours and doughs. *Food hydrocolloids*, 80, 111-121.
17. Vouris, D. G., Lazaridou, A., Mandala, I. G., & Biliaderis, C. G. (2018). Wheat bread quality attributes using jet milling flour fractions. *Lwt*, 92, 540-547.
18. Жигунов, Д. О., Ковальова, В. П., & Жиронкіна, Д. С. (2017). Аналіз якості борошна з різних регіонів України. Наукові праці [Одеської національної академії харчових технологій], (81, Вип. 2), 35-43.
19. Жигунов, Д. О., Ковальова, В. П., Ковальов, М. О., & Коритнюк, О. В. (2019). Визначення показників якості індивідуальних потоків борошна із заводу зі скороченою схемою технологічного процесу.

20. Жигунов, Д., Ковальов, М., Хоренжий, Н., & Ковальова, В. (2025). Дослідження параметрів змішування технологічних добавок з пшеничним борошном. Технічні науки та технології, (2 (40)), 325-337.

21. Жигунов, Д. О., & Барковська, Ю. С. (2022). ОЦІНКА ПОТЕНЦІАЛУ ПШЕНИЦІ З ГЕНОМ GPC-B1 ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЗАМОРОЖЕНИХ БОРОШНЯНИХ ВИРОБІВ. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ, 61.

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

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

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

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

26. Ткаченко, А. С. (2011). Аналіз сучасного асортименту борошна органічного. Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції (заочна форма) «Формування та перспективи розвитку підприємницьких структур в рамках інтеграції до європейського простору» – Полтава, 2021. – 426 с. У матеріалах конференції розглядаються аспекти методології і практики управління господарської діяльності підприємств в рамках інтеграції до європейського, 23(5-6), 364.

27. Жигунов, Д. О. (2015). Хлібопекарські показники якості потоків муки при сортовому помелі пшениці. Харчова наука і технологія, (9, Вип. 4), 51-56.

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

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