

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 борошномельного заводу з впровадженням дебранінгу зерна»**

(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)

Здобувачки Бугайової К.С.
(прізвище, ініціали)

Керівник: доц. Волошенко О.С.
(посада, прізвище та ініціали)

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

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

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

Завідувач кафедри

ТЗПХіКВ
(назва кафедри)

(підпис)

Дмитро ЖИГУНОВ
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Одеса – 2026 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

Кафедра Технології зернових продуктів, хліба і кондитерських виробів

Ступінь вищої освіти «Бакалавр»

Спеціальність 181 «Харчові Технології»

Освітня програма Технології зберігання і переробки зерна

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ТЗПХіКВ

Дмитро ЖИГУНОВ

«____» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Бугайової Карини Сергіївни

1.Тема роботи Проект борошномельного заводу з впровадженням
дебранінгу зерна

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

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

3. Вихідні дані роботи

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

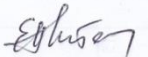
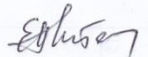
4.Перелік питань, які потрібно розробити

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

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

Схема технологічного процесу підготовчого відділення, схема
технологічного процесу розмелювального відділення, баланс помелу, 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 _____ Волошенко О.С.

Завдання прийняв до виконання _____ Бугайова К.С.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ	23.03-25.03	виконано
2.	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ	26.03-27.03	виконано
3.	ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА	28.03-30.03	виконано
4.	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	31.03-30.04	виконано
5.	СПЕЦІАЛЬНІ РОЗРАХУНКИ	01.05-04.05	виконано
6.	ЕНЕРГЕТИЧНЕ ТА МАТЕРІАЛЬНО-РЕСУРСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	05.05-10.05	виконано
7.	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ	11.05-14.05	виконано
8.	ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	15.05-17.05	виконано

Здобувач вищої освіти _____ Бугайова К.С.

Керівник _____ Волошенко О.С.

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 Бугайова К.С.
(ПІБ)

(підпис)

АНОТАЦІЯ

на кваліфікаційну роботу на тему
«Проект борошномельного заводу з впровадженням дебранінгу зерна»

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

Актуальність теми: використання дебранінгу при сортовому помелі пшениці сприяє зменшенню зольності борошна та підвищенню його білості, що є важливими показниками якості. Завдяки попередньому очищенню поверхні зерна знижується навантаження на вальцьові системи, що позитивно впливає на їх зносостійкість і енерговитрати. Дебранінг також забезпечує більш рівномірне розмелювання ендосперму, що сприяє підвищенню виходу борошна вищих сортів. Важливою перевагою є зменшення мікробіологічного забруднення, оскільки разом із оболонками видаляється значна частина мікрофлори. Це підвищує безпечність готової продукції та покращує її зберігання. Використання дебранінгу дозволяє оптимізувати схему помелу, скорочуючи кількість розмелювальних систем. Крім того, покращується якість проміжних продуктів, таких як крупки та дунсти, що полегшує їх подальше збагачення. Однак ефективність процесу залежить від правильного підбору режимів обробки та характеристик зерна. Таким чином, дебранінг є важливим елементом сучасних технологій сортового помелу, що забезпечує підвищення економічної та технологічної ефективності виробництва.

Основні особливості роботи: У КРБ запропоновано проектну схему підготовчого та розмелювального відділень млина, розрахованого на переробку 260 тон зерна на добу. Оснащення заводу сучасними високоефективними машинами забезпечує ефективну переробку зернової маси та стабільно високі якісні показники борошна при раціональному використанні сировинних ресурсів.

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

Обсяг роботи: пояснювальна записка викладена на 87 сторінках. Графічна частина включає 4 листи.

Висновок: проект будівництва борошномельного підприємства відповідає актуальним вимогам галузі. Запропоновані технологічні рішення забезпечують ефективну переробку зерна, підвищення якості готової продукції та зниження енергетичних витрат. У проекті передбачено використання високопродуктивного обладнання та впровадження автоматизованих систем управління технологічними процесами. Це дозволяє забезпечити стабільність виробництва та оперативний контроль за якістю на всіх етапах. Особлива увага приділена впровадженню системи НАССР, що гарантує безпечність харчової продукції. Проведені технологічні та економічні розрахунки підтверджують доцільність будівництва підприємства та його рентабельність.

Ключові слова: дебранінг, очистка, якість борошна, переробка зерна, сортовий помел, пшеничне борошно.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	4
ЗМІСТ	6
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ	10
РОЗДІЛ 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ	14
2.1 Обґрунтування вибору технологічного обладнання фірми «Buhler» ..	15
2.2 Огляд ринку у регіоні проектуємого підприємства.....	18
2.3 Обґрунтування необхідності будівництва підприємства	19
РОЗДІЛ 3 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ’ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА	21
3.1 Загальна характеристика генерального плану підприємства.....	21
3.2 Архітектурно-будівельні рішення	22
РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	25
4.1 Наукове обґрунтування.....	26
4.2 Вимоги до показників якості сировини та розрахунок помельної партії	32
4.3 Обґрунтування схеми технологічного процесу	36
4.4 Розрахунок балансу помелу зерна	40
4.5 Підбір та розрахунок технологічного обладнання	45
4.6 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва. Застосування системи НАССР	51
4.7 Охорона праці.....	61
РОЗДІЛ 5 СПЕЦІАЛЬНІ РОЗРАХУНКИ	64
РОЗДІЛ 6 ЕНЕРГЕТИЧНЕ ТА МАТЕРІАЛЬНО-РЕСУРСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	68
РОЗДІЛ 7 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	76
7.1. Визначення річного обсягу переробки.....	76
7.2. Визначення асортименту та обсягів продукції	77
7.3. Розрахунок доходу від реалізації.....	77
7.4. Розрахунок капітальних інвестицій.....	77
7.4.1. Вартість обладнання та монтажу (Впу).....	77
7.4.2. Витрати на будівництво (Вбуд)	78
7.4.3. Загальні інвестиції в основні фонди (ІОПВФ).....	78

7.4.4. Інвестиції в оборотні кошти (ІОК)	78
7.5. Розрахунок чисельності персоналу та фонду оплати праці (ФОП)	79
7.5.1. Виробничий та адміністративний персонал.....	79
7.5.2. Розрахунок річного фонду оплати праці (ФОП).....	79
7.6. Розрахунок собівартості виробництва	80
7.6.1. Витрати на сировину (Вс):	80
7.6.2. Електроенергія (Вел):	80
7.6.3. Амортизація (А):.....	80
7.6.4. Витрати на упаковку (мішки):	80
7.6.5. Разом повна собівартість (Сповна):.....	80
7.6.6. Валовий прибуток.....	80
7.6.7. Розрахунок ціни одиниці продукції.....	81
7.7. Ефективність та окупність проекту	81
7.7.1. Розрахунок чистого прибутку (Пчист)	81
7.7.2. Розрахунок рентабельності продукції (Рпр).....	81
7.7.3. Термін окупності проекту (Ток)	81
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	83
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	84

ВСТУП

Борошномельно-круп'яна промисловість — галузь харчової промисловості, підприємства яка призначена для переробки зерна, виготовлення хлібопродуктів та комбікормів [1].

Борошномельна промисловість є однією з ключових ланок агропромислового комплексу України та світу, забезпечуючи населення базовим продуктом харчування. В умовах сучасної економічної кон'юнктури та зростаючої глобальної конкуренції, ключовим завданням для вітчизняних підприємств стає підвищення ефективності переробки зерна та забезпечення високої якості кінцевого продукту, орієнтованого як на внутрішній, так і на вимогливий міжнародний ринок.

Сучасний ринок борошна характеризується низкою важливих тенденцій: по-перше, наявність значного надлишку виробничих потужностей, що змушує підприємства орієнтуватися на експортну діяльність. По-друге, спостерігається зростання попиту на борошно з унікальними характеристиками та підвищеною харчовою цінністю, що вимагає впровадження інноваційних рішень у технологічний процес.

В Україні ще з неоліту для розмелювання зерна на борошно або для одержання круп вживали зернотертки. Перші водяні млини відомі з кінця XIII століття, але аж до кінця XVI століття їх було мало і назагал борошно мололи далі на жорнах (крім дрібних ручних, також більших, що оберталися силою коней або волів). З XVI ст. відомі й вітряні млини (найбільше на Волині). Особливо сильно млинарство розвинулося за Гетьманщини. Майже в кожному селі були млини, які обертала зазвичай вода, загачена з малої річки чи струмка. Борошномельна промисловість України почала розвиватися ще в XIX ст. [1, 2]

Круп'яна промисловість України представлена 23-ма крупозаводами загальною потужністю 795,2 тис. т круп на рік. Як правило, крупи обробляють на спеціалізованих підприємствах: Сквирський, Білоцерків. (Київська обл.) і Хмельницький крупозаводи переробляють гречку,

Миргородський (Полтавська обл.) – просо, Вапнярський (Вінницька обл.) – горох, Новоукраїнський (Кіровоградська обл.) – овес і ячмінь, Херсонський і Керченський – рис. У Вінницькій обл. загальна потужність підприємств з виробництва круп становить 119,5 тис. т на рік, а коефіцієнт їх використання – близько 15 %, у Полтавській – 154 тис. т (40 %), Київській – 164,5 тис. т (80 %), Хмельницькій обл. – 57 тис. т на рік (85 %). [1]

РОЗДІЛ 1

СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

Традиційна технологія сортового помелу зерна не завжди забезпечує повне використання потенціалу зернової сировини. Однією з основних проблем борошномельної галузі є необхідність максимально ефективного відокремлення ендосперму, який є основною сировиною для виробництва борошна, від зовнішніх оболонок зернівки. Саме оболонки містять підвищену кількість мінеральних речовин, що визначають показник зольності борошна. Їх потрапляння до готового продукту призводить до зниження його сортності, погіршення кольору та технологічних властивостей. Тому забезпечення мінімальної зольності при одночасному досягненні максимального виходу борошна залишається одним із найважливіших завдань сучасного борошномельного виробництва.

Ефективним шляхом вирішення зазначеної проблеми є застосування попередньої поверхневої обробки зерна, відомої як дебранінг (лущення або декортикація). Ця технологія належить до сучасних інноваційних методів підготовки зерна до помелу та спрямована на механічне видалення найбільш забруднених зовнішніх шарів зернівки ще до початку основного технологічного процесу. У результаті обробки видаляються кутикула, частина плодових і насіннєвих оболонок, а також поверхневі шари алейронового шару, що містять значну кількість мікроорганізмів, пилу, мінеральних домішок та залишків пестицидів.

Дослідження показують, що впровадження процесу дебранінгу дозволяє істотно покращити якість зерна, яке надходить на подальшу переробку. Після видалення зовнішніх шарів знижується зольність зерна, зменшується вміст поверхневих забруднень та сторонніх домішок, а також підвищується однорідність зернової маси.

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.П.2.1						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розробив		Бугайова КС			Розділ 1			Літ	Аркуш	Аркушів	
Керівник		Волощенко ОС								10	
Консультант								ОНТУ, ЗТЗ-41А			
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.									

Крім того, така обробка позитивно впливає на структурно-механічні властивості зерна, підвищуючи його стійкість до механічних навантажень під час транспортування та подальшого кондиціонування. Створюються оптимальні умови для проведення водно-теплової обробки, що є важливою складовою підготовки зерна до помелу.

Використання дебранінгу сприяє підвищенню виходу борошна вищих сортів та покращенню економічних показників роботи підприємства. Завдяки зменшенню кількості оболонок, що надходять до розмельного відділення, знижується навантаження на технологічне обладнання, підвищується ефективність роботи вальцових верстатів та ситових машин. Водночас покращується розподіл продуктів подрібнення за якістю, що дозволяє більш раціонально формувати потоки борошна різних сортів і забезпечувати стабільність його показників.

Особливого значення набуває контроль якості на всіх стадіях сортового помелу. На етапі підготовки зерна необхідно контролювати його чистоту, вологість, склоподібність, вирівняність за розмірами та вміст смітної й зернової домішок. Ретельне очищення зерна від сторонніх включень забезпечує стабільну роботу технологічного обладнання та підвищує ефективність наступних операцій.

Під час проведення процесу дебранінгу важливо постійно контролювати ступінь видалення оболонок, продуктивність обладнання та величину втрат ендосперму. Надмірне лушення може призвести до зменшення виходу готової продукції, тоді як недостатнє – до погіршення якості борошна. Тому вибір оптимального режиму роботи обладнання є важливим завданням технологічної служби підприємства.

На завершальних стадіях виробництва здійснюють контроль процесів подрібнення та сортування проміжних продуктів. Оцінюють гранулометричний склад борошна, його колір, білість, зольність, вологість, кількість та якість клейковини, а також інші показники, передбачені нормативною документацією. Відповідність готової продукції встановленим

стандартам є необхідною умовою забезпечення її конкурентоспроможності на внутрішньому та зовнішньому ринках.

Застосування технології дебранінгу дозволяє отримувати борошно з покращеними споживчими та технологічними властивостями. Завдяки механічному видаленню перикарпію та поверхневих шарів зернівки значно зменшується кількість частинок оболонки у готовому продукті, що позитивно впливає на його колір і підвищує показник білизни. Одночасно знижується мікробіологічне навантаження на зерно, зменшується вміст важких металів, мікотоксинів та інших небажаних компонентів, які можуть накопичуватися у зовнішніх шарах зернівки.

Для реалізації процесу дебранінгу в проєкті передбачено встановлення декортатора (оббивальної машини інтенсивної дії) компанії Bühler. Дане обладнання забезпечує ефективне видалення поверхневих оболонок при мінімальному пошкодженні ендосперму, характеризується високою продуктивністю, надійністю та стабільністю технологічного процесу. Використання сучасних декортаторів дозволяє значно підвищити ефективність роботи всього борошномельного комплексу та забезпечити стабільно високу якість готової продукції.

Невід'ємною складовою підготовки зерна до помелу є водно-теплова обробка. Вона тісно пов'язана з процесом дебранінгу та забезпечує необхідну зміну фізико-механічних властивостей зерна. У процесі зволоження оболонки набувають більшої еластичності, тоді як ендосперм залишається достатньо крихким. Це сприяє більш повному відокремленню оболонок під час подрібнення та підвищує ефективність роботи розмельних систем. Рациональне поєднання дебранінгу та водно-теплової обробки дозволяє створити оптимальні умови для виробництва високоякісного сортового борошна з підвищеним виходом і покращеними технологічними характеристиками.

1.1. Характеристика об'єкта

Завод має зерноочисне відділення, розмелювальне відділення та відділення готової продукції.

У КРБ запропоновано проектну схему підготовчого та розмелювального відділень млина, розрахованого на переробку 260 тон зерна на добу. Оснащення заводу сучасними високоефективними машинами забезпечує глибоку переробку зернової маси та стабільно високі якісні показники борошна при раціональному використанні сировинних ресурсів.

1.2. Мета і завдання проекту

Метою даної роботи є розробка та техніко-економічне обґрунтування проекту борошномельного заводу потужністю 260 тон/добу з інтеграцією дебранінгу зерна для підвищення якості та економічної ефективності виробництва борошна.

Для досягнення поставленої мети визначено такі **завдання**:

1. Проаналізувати та обґрунтувати вибір сировини для виробництва борошна.
2. Розробити технологічну схему борошномельного заводу, інтегрувавши етап дебранінгу та обґрунтувати вибір обладнання.
3. Здійснити технологічні розрахунки технологічного обладнання.
4. Виконати техніко-економічне обґрунтування запропонованого проекту, включаючи розрахунок капітальних та експлуатаційних витрат.
5. Сформулювати висновки та надати рекомендації щодо практичної реалізації проекту

Практична значущість роботи полягає в отриманні конкретних технологічних рішень та розрахунків, які можуть бути використані для модернізації існуючих або проектування нових борошномельних підприємств, здатних виробляти високоякісне борошно, конкурентоспроможне на міжнародних ринках.

РОЗДІЛ 2

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Проектом передбачено зведення сучасного борошномельного заводу в Одеській області з потужністю переробки сировини у 260 тон на добу. Рішення про будівництво базується на виявленні значного обсягу вільного залишку зерна в регіоні, що створює фундамент для формування потужного переробного вузла.

Даний об'єкт є проектом типу «greenfield» — тобто створенням абсолютно нових виробничих потужностей на спеціально виділеному промисловому майданчику.

Основним вектором діяльності підприємства є глибока інтеграція у світові ринки. Завдяки близькості до найбільших морських портів Одещини, завод орієнтований на системний експорт високоякісного борошна, що дозволяє конвертувати сировинний потенціал регіону у валютну виручку та зміцнювати міжнародний імідж України як надійного постачальника продовольства.

Реалізація проекту передбачає створення нових робочих місць для кваліфікованих фахівців переробної галузі, що сприятиме стабілізації соціальної ситуації в регіоні та збільшенню податкових надходжень.

Виробничий процес базується на впровадженні інноваційних енергоефективних технологій та замкнених систем аспірації, що робить підприємство безпечним для довкілля та відповідає міжнародним стандартам сталого розвитку.

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.ІІ.2.1								
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата									
Розробив		Бугайова КС			Розділ 2			Літ		Аркуш		Аркушів	
Керівник		Волошенко ОС								14			
								ОНТУ, 3ТЗ-41А					
Консультант		Басюркіна Н.Й.											
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.											

Окрім зовнішньої торгівлі, завод забезпечуватиме внутрішній ринок борошном преміальної якості. Це дозволить розширити ринкову частку підприємства, підвищити його конкурентоспроможність та забезпечити стабільний прибуток за рахунок ефективної логістики та сучасної технологічної бази. Таким чином, будівництво нового борошномельного комплексу є стратегічно виправданим кроком, спрямованим на трансформацію Одеської області з експортера сировини на лідера з виробництва та експорту готової продукції переробки.

2.1 Обґрунтування вибору технологічного обладнання фірми «Buhler»

Для проектування борошномельного підприємства потужністю виробництва 260 тонн на добу, передбачається використання передового технологічного обладнання світового лідера в галузі переробки зерна — швейцарської компанії Buhler. Вибір цього виробника є стратегічним кроком, оскільки обладнання Buhler встановлює галузеві стандарти якості помелу, виходу борошна вищих сортів та енергоефективності.

Використання комплексної технологічної лінії від одного виробника забезпечує ідеальну сумісність усіх етапів переробки, дозволяє впровадити повну автоматизацію (системи типу WinCos) та мінімізувати вплив людського фактора на якість готової продукції. Впровадження інноваційних рішень, таких як оптичне сортування та інтелектуальне зволоження, дозволяє отримувати продукцію, що відповідає найсуворішим міжнародним стандартам.

При розрахунку вартості проекту враховано, що обладнання фірми Buhler належить до преміального сегменту. Це високовартісні інвестиції, які не кожен підприємець може дозволити собі в сучасних умовах. Проте висока ціна є обґрунтованою завдяки:

Експортному потенціалу. Технічна база такого рівня дозволяє стабільно виготовляти борошно, конкурентоспроможне на світових ринках. Оскільки проект орієнтований на активний експорт, а не на формування

низькорентабельного державного резерву, швидка окупність досягається за рахунок валютної виручки та високої доданої вартості.

Технічному стану. Для розрахунків приймається вартість нових одиниць техніки останнього покоління, що забезпечує максимальний ресурс роботи підприємства без капітальних витрат на ремонт у перші роки експлуатації.

При визначенні загальної вартості враховуються додаткові витрати на доставку обладнання з-за кордону, складний багатоетапний монтаж під керівництвом шеф-монтажників компанії-виробника, а також глибоке навчання персоналу роботі з автоматизованими системами. В умовах воєнного стану та ускладненої логістики через порти та наземні кордони, до базової вартості обладнання додається коефіцієнт у межах 15–20 %.

Це включає страхування вантажів, зміну маршрутів доставки та пусконаладжувальні роботи для виведення млина на проектну потужність 260 т/добу. У таблиці 2.1, я представила розрахунок необхідного обладнання для проектного млина.

Таблиця 2.1 – Таблиця обладнання для проектного млина з цінами

Оригінальне обладнання (Україна/Загальне)	Рекомендований аналог Buhler	Орієнтовна ціна за од. (€)	Потрібна кількість машин	Загалом (€)	Загалом (грн по курсу 51,33)
УРЗ-1	MQRE (Plan Sifter) — горизонтально-обертальний розсіювач	85000	2	170000	8726100
У2-БВВ	MTRD (Sieving machine) або MTSC (Drum Separator/Cleaner)	28000	2	56000	2874480
НОЦ-10 / Елеватор	LBEB (Bucket Elevator)	7500	4	30000	1539900
Трієр-віслюговідбірник ТЦО-500	DMAH (Drum Separator)	19500	4	78000	4003740
Трієр-куколевідбірник ТЦК-500	DMAH (Drum Separator)	19500	4	78000	4003740
Оббивна машина MAO-6	MTRA (Decorticating Scourer)	42000	8	336000	17246880
Машина інтенсивного зволоження МІУ-3	MVEA (Intensive Dampener)	16000	6	96000	4927680
Колонка активного зволоження КАВ-6	MQRT (Dampener)	11	2	22	1129,26
Ваги автоматичні ВAB-50-3E / AB-50-3E	MWPL (Automatic Scale)	9000	2	18000	923940
Дробарка ДМ	DFZA (Hammer Mill)	18500	1	18500	949605
НПТУ	MZAT (Pneumatic conveying line) – пневматична лінія (система)	12500*1	2	25000	1283250
Транспортер шнековий Ш-160	Тип F (Flexible Screw Conveyor)	4500	4	18000	923940
Вібровживильник У1-БВР	MBFC (Vibratory Feeder)	54	2	108	5543,64
Шлюзовий живильник РД-ВШЗ	MZAH або MDLA (Rotary Airlock Feeder)	3200	12	38400	1971072
Магнітний сепаратор БМПО	MWAU або MSDA (Magnetic Separator)	2800	2	5600	287448
Розвантажувач У2-БРО / РЛДА	MWSB (Receiving separator) або MDLA (Rotary Airlock Feeder)	42	6	252	12935,16
Фільтр РЦ1 / РЦ2	MJZC (Jet Filter) або MKSA (Cyclone Filter)	12000	4	48000	2463840
Вентилятор (Аспірація)	MKSD (Fan, з відповідною продуктивністю)	6500	4	26000	1334580
Вентилятор високого тиску ВПЗ-0,72/1000	MKSD (High-Pressure Fan/Blower)	6500	2	13000	667290
Компресори типу ЗАФ	Blower/Fan (Спеціалізована повітродувка або компресор)	88	2	176	9034,08
Циклон, Розвантажувач, У-БЦР	MKSA (Фільтр/Циклон) + MDLA (Шлюзовий живильник)	11.2*2	8	89,6	4599,168
У1-БМЗ-01	Color Meter або Лабораторний спектрофотометр	8500	1	8500	436305
РЗ-БШМ	MWSF (Laboratory Sifter) або Ro-Tap/Retsch (Лабораторний вібраційний розсів)	4200	1	4200	215586
				1067848	54812617

*1 - Ціна вказана за умовний комплект на одну лінію пневмотранспорту.

*2 - Шнек Ш-160 - € 4,50, Фільтр-циклон (додатковий) - € 5,20,

Датчики потоку / рівня - € 1,50

Отже, загальна орієнтовна вартість обладнання з урахуванням доставки, монтажу та пусконаладжувальних робіт становить : $\approx$ до 63,0 млн грн.

2.2 Огляд ринку у регіоні проектуємого підприємства

З огляду на спеціалізацію проектованого підприємства, Одеська область є стратегічним хабом, де зосереджено значний профіцит якісної зернової сировини та розвинена портова інфраструктура, що є критично важливим для обраної експортної стратегії. Регіон традиційно демонструє високі показники збору пшениці, проте значна частина врожаю залишається у вигляді «вільного залишку» зерна, який наразі експортується як сировина. Будівництво нового борошномельного заводу потужністю 260 т/добу дозволить трансформувати цей ресурс у продукт із високою доданою вартістю, що відповідає актуальним вимогам ринку щодо переходу від сировинної моделі до глибокої переробки. Висока концентрація зернових вантажів у регіоні створює умови для формування стабільної помольної партії навіть за жорстких вимог до якості клейковини (на рівні 24 %).[15]

Обсяги зібраної пшениці в Україні в 2021-2025 рр., в натуральних показниках, млн тонн

Показник	2021	2022	2023	2024	2025
Пшениця	32,9	20,5	21,6	22,0	21,9
Темп приросту, %		-37,7%	5,4%	1,9%	-0,5%

Джерело: Agroportal; оцінка Pro-Consulting

Конкурентне середовище в області характеризується наявністю як великих портових елеваторів, так і старих переробних потужностей, проте більшість із них не володіє технологіями преміального рівня. Впровадження інноваційної лінії від компанії Buhler забезпечує підприємству беззаперечну перевагу, оскільки дозволяє виготовляти борошно, що за параметрами білості та гранулометричного складу відповідає жорстким міжнародним стандартам, недоступним для більшості місцевих гравців. Орієнтація на зовнішні ринки замість низькорентабельного формування державного резерву є логічним рішенням, враховуючи необхідність окупності капітальних інвестицій у розмірі понад 63 млн грн (вартість обладнання з урахуванням доставки, монтажу та пусконаладжувальних робіт). Таким чином, ринкова ситуація в Одеській області створює ідеальне поєднання доступної сировинної бази та

зручного логістичного плеча для реалізації високотехнологічного експортно-орієнтованого проекту. [16]

2.3 Обґрунтування необхідності будівництва підприємства

Протягом 2022–2025 років в Україні спостерігалось стиснення ринку борошна, що проявилось у зниженні показників виробництва та внутрішнього попиту. Внаслідок повномасштабної війни переробна галузь зіткнулася зі скороченням обсягів роботи, ускладненням логістики та падінням зацікавленості з боку покупців як усередині країни, так і за кордоном. Найбільш стрімке падіння зафіксовано у перші два роки, а до 2024 року ситуація стабілізувалася на низьких рівнях без суттєвих ознак відновлення. [18]

Позиції України по деяким ключовим аграрним категоріям у світовому експорті 2024 року:
первинна продукція рослинництва та переробки

Категорія	Показник	Культура	Продукт переробки
Пшениця / борошно з пшениці	Частка у світовому експорті	15%	0,6%
	Місце в ТОП-і експортерів	3	23

Будівництво нового борошномельного комплексу в Одеській області є стратегічно доцільним кроком, який перетворює регіон із постачальника сировини на виробника високотехнологічної продукції з високою доданою вартістю. Оскільки Одеська область володіє значним профіцитом зерна, але орієнтована переважно на сировинний експорт, створення підприємства типу «greenfield» на базі обладнання фірми Buhler дозволяє змінити цю парадигму та забезпечити вихід на світові ринки з борошном преміумкласу [17]. На загальну ємність ринку практично не впливає імпорт через його незначні обсяги, тоді як експортний напрям залишається нестабільним. Внутрішнє споживання після первинного різкого скорочення перейшло у стан нової рівноваги. Загалом для ринку характерна тенденція до зменшення масштабів і концентрація на забезпеченні внутрішніх потреб.[18]

Розвиток вітчизняної переробки значно поступається темпам виробництва сировини. Україна зберігає статус потужного постачальника

первинної агропродукції, тоді як сегмент товарів із високою часткою переробки розвинений слабо. Наразі можливості переробної промисловості обмежені низьким рівнем внутрішнього споживання та гострим дефіцитом інвестицій, оскільки галузь потребує значних капіталовкладень. Разом із тим, переробний сектор має потенціал для зростання: його розширення дозволить створювати додану вартість усередині держави, зміцнити позиції української продукції на світовому ринку та забезпечити продовольчу стабільність у довгостроковій перспективі. [19]

Окрім економічних вигод, завод буде нести значний соціальний ефект, створюючи 40 робочих місць, для висококваліфікованих інженерів, лаборантів та операторів, які пройдуть навчання за міжнародними стандартами для роботи з автоматизованими системами. Це є вагомим чинником соціальної стабільності в період турбулентності на ринку праці. [20] Використання інноваційних технологій очищення та розмелу забезпечує не тільки стабільну якість продукції але й гарантує екологічну безпеку виробництва завдяки сучасним системам аспірації, що мінімізують викиди пилу. Таким чином, будівництво інноваційного борошномельного підприємства є інвестиційним магнітом для Одещини, розвиває місцеву інфраструктуру та демонструє життєздатність українського агросектору навіть у складних умовах воєнного стану.

РОЗДІЛ 3

ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА

Проект територіальної забудови, що визначає оптимальне розташування будівель, систем життєзабезпечення та транспортних магістралей (автошляхів і залізничних колій) із урахуванням їхніх технологічних зв'язків, визначається як генеральний план підприємства

3.1 Загальна характеристика генерального плану підприємства

При розробці генерального плану борошномельного заводу першочерговою умовою є раціональне використання земельної ділянки із забезпеченням максимальної щільності забудови при мінімальній площі. Генеральний план підприємства розробляють відповідно до СНіП II-89-80.

Територія має обиратися з урахуванням можливості майбутнього розширення потужностей та логічної послідовності руху вантажопотоків — від приймання сировини до відвантаження готового борошна, що виключає появу зустрічних або зворотних маршрутів.

Геодезичні та інженерні вимоги до майданчика

Для ефективного відведення поверхневих вод ділянка повинна мати рівномірний ухил у межах 0,001...0,003. Важливим фактором є рівень залягання ґрунтових вод, який не має перетиснути глибину закладення підвальних приміщень та транспортних тунелів. Оптимальний вибір рельєфу дозволяє мінімізувати обсяги земляних робіт, а близькість до залізничної інфраструктури забезпечує зручне транспортне сполучення.

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.П.2.1			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Бугайова КС				Розділ 3	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Волошенко ОС						21	
Консультант								
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.					ОНТУ, 3ТЗ-41А		

Зонування та санітарно-гігієнічні норми

Територію підприємства поділяють на функціональні зони: виробничу, підсобну та складську. Оскільки борошномельні заводи належать до об'єктів із джерелами виробничого пилу та шуму, вони мають бути відділені від житлової забудови санітарно-захисною зоною завширшки не менше 100 м, з урахуванням панівної рози вітрів. Відстані між будівлями розраховуються не лише за технологічними потребами, а й згідно з нормами природного освітлення (санітарні розриви мають відповідати висоті найвищої споруди навпроти).

Протипожежний захист та безпека

Конструктивні розриви між виробничими корпусами зазвичай не перевищують 15 м. Для забезпечення доступу пожежної техніки до будівель шириною понад 18 м під'їзди організовують з обох боків. Якщо загальна площа заводу перевищує 5 га, обов'язковим є облаштування мінімум двох незалежних в'їздів. Інфраструктура пожежогасіння включає гідранти вздовж автошляхів (на відстані до 2,5 м від проїжджої частини) та спеціальні майданчики (12 × 12 м) біля водойм.

Благоустрій та інженерні мережі

Завершальним етапом проектування є озеленення території, що виконує роль природного фільтра від пилу та вітрозахисту. Всі підземні інженерні комунікації мають прокладатися поза межами проїжджих частин автомобільних доріг для забезпечення їхнього зручного обслуговування та цілісності дорожнього покриття.

3.2 Архітектурно-будівельні рішення

Даний проект заводу потужністю 260 т/добу розроблений згідно наступних вимог:

- розрахункова зимова температура повітря – 20° С;
- сейсмічність – не більше 6 балів;
- клас будівлі борошномельного заводу – II;
- ступінь вогнестійкості – П II;

– категорія виробництва по вибухопожежній безпеці для розмелювального відділення – “Б”; для зерноочисного відділення і складу в тарі – “В”.

Виробничий корпус борошномельного заводу запроектований як шестиповерхова споруда баштового типу, що об'єднує зерноочисне та розмельне відділення.

Геометричні параметри. Габаритні розміри у розбивочних осях становлять $64,6 \times 18,0$ м. Загальна висота будівлі — 37,3 м.

Висотні характеристики. Перший поверх зерноочисного відділення має висоту 6,1 м, сьомий — 3,6 м, решта поверхів — типові, висотою 4,8 м кожний.

Конструктивний крок. Сітка колон прийнята $6,0 \times 6,0$ м. Міжповерхові перекриття розраховані на нормативне тимчасове навантаження до 1500 кг/м^2 , що дозволяє розміщувати важке технологічне обладнання (зокрема вузол дебранінгу).

Конструктивна частина

Будівля має каркасну систему, виконану з комбінації монолітного бетону класу С12/15 (М200) на дрібному заповнювачі та збірних залізобетонних елементів.

Фундаменти. Монолітні залізобетонні, стаканного типу. Під силосною частиною влаштована суцільна плита, під каркасною частиною — перехресні стрічки. Глибина закладення підосви — 2,6 м (при заляганні ґрунтових вод на глибині 15,0 м).

Каркас. Колони та ригелі (серій 1.420-12 та НН 23 1/70) — збірні залізобетонні. Перекриття виконані зі збірних та монолітних залізобетонних плит.

Огороджувальні конструкції. Зовнішні стіни — легкобетонні панелі завтовшки 200 мм (серія 1.432-14). Внутрішні перегородки — цегляні (цегла М100 на розчині М75) завтовшки 120 мм, що забезпечують необхідну вогнестійкість та звукоізоляцію.

Покрівельні рішення. Суміщена невентильована покрівля з ухилом 1:1,5. Гідроізоляційний шар посилений додатковими шарами руберойду РКК-400Б у місцях примикань до парапетів та шахт.

Оздоблення та заповнення прорізів

Підлога. Виробничі зони — бетон М200 по підстильному шару М100. Побутові приміщення — лінолеум на мастиці або керамічна плитка.

Вікна та двері. Віконні блоки дерев'яні, розміром 3,0 × 2,3 м. Двері у виробничих зонах — самозачинні (типу ЗДІ-1), евакуаційні двері обладнані механізмами відчинення назовні.

Вертикальний транспорт. Сходові клітки зі збірних маршів (ширина 1,2 м) та два ліфти вантажопідйомністю 1000 кг і 320 кг. Передбачені зовнішні металеві пожежні сходи.

Інженерне забезпечення та санітарна техніка

Кліматичні параметри. Проект розрахований на зовнішні температури від -20°C (зима) до +30°C (літо). Внутрішній режим: +13°C у зерноочисному та +16°C у розмельному відділеннях при вологості 60-62%.

Енергозабезпечення. Теплопостачання від власної котельні (котли ДКВР 10/13 на газу). Опалення здійснюється шляхом перегріву припливного повітря в системах вентиляції. В допоміжних приміщеннях створюється $t = 16\text{ }^{\circ}\text{C}$; в диспетчерській $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$; електричні приміщення не опалюються.

Водопостачання та каналізація. Комбіноване живлення (міська мережа + артезіанська свердловина). Стоки відводяться у загальноміську каналізацію мережу. Вся система водопостачання та водовідведення знаходиться під землею.

Вибухопожежна безпека. Приміщення категорій «Б» та «В». Виробничі зони відділені від шляхів евакуації тамбур-шлюзами з постійним підпором повітря (20 Па) та вогнестійкими дверима.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Борошномельна промисловість є однією з найважливіших галузей харчової індустрії, оскільки забезпечує населення основною сировиною для виробництва хлібобулочних, макаронних та кондитерських виробів. Сучасні тенденції розвитку борошномельного виробництва спрямовані на підвищення виходу готової продукції, покращення її якості, зниження енергетичних витрат та максимальне використання потенціалу зернової сировини. Одним із найбільш перспективних напрямів удосконалення технології помелу є впровадження високоефективного циклу підготовки зерна, важливим елементом якого виступає технологія дебранінгу (debranning, pearling).

Традиційна схема підготовки зерна до помелу включає очищення, гідротермічну обробку та кондиціонування. Проте навіть за досконалого виконання цих операцій значна частина зовнішніх оболонок зернівки потрапляє до проміжних продуктів помелу, що негативно впливає на якість борошна та ускладнює процес його виробництва. У зв'язку з цим останніми десятиріччями значна увага приділяється розробці методів попереднього видалення поверхневих шарів зерна перед його подрібненням. Саме такою технологією є дебранінг, який набув широкого поширення у провідних борошномельних компаніях світу.

Розробка технологічного процесу борошномельного заводу продуктивністю 260 тонн на добу базується на впровадженні високоефективного циклу підготовки зерна, де ключовим інноваційним етапом є технологія дебранінгу (або луцення, поверхнєве стирання) зерна пшениці.

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.П.2.1								
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата									
Розробив		Бугайова КС			Розділ 4			Літ	Аркуш		Аркушів		
Керівник		Волошенко ОС								25			
								ОНТУ, ЗТЗ-41А					
Консультант													
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.											

4.1 Наукове обґрунтування

Провідні виробники борошна та тенденції на ринку України за останні роки.

У період 2021–2025 рр. структура ринку дещо змінилася, особливо з початку війни.

№	Виробник (Компанія / Бренд)	Особливості та позиція на ринку
1	Вінницький КХП №2 (Ukrprominvest-Agro)	Багаторічний лідер. Забезпечує близько 12-15% всього українського експорту борошна.
2	ДПЗКУ (Державна продовольчо-зернова корпорація)	Володіє найбільшою мережею млинів, хоча обсяги коливаються залежно від державного управління.
3	Столичний Млин (Київмлин)	Ключовий постачальник для столичного регіону та хлібопекарень «Київхліб».
4	Енліль	Приватне підприємство (Харків), що спеціалізується на високоякісному сортовому борошні та експорті.
5	ТК «Новаторг»	Підприємство, яке фокусується на переробці власної сировини, активно розвиваючи промислові обсяги.
6	Дніпромлин	Потужний гравець східного регіону з високим рівнем автоматизації виробництва.
7	Волинь-Зерно-Продукт (ТМ «Вілія»)	Лідер західного регіону, що стабільно нарощує потужності переробки зерна.
8	ТОВ «Агротехнологія»	Спеціалізується на великих партіях для промислових споживачів та кондитерського сектору.
9	Хмельницьк-Млин	Потужне підприємство, що забезпечує стабільні поставки в центральній частині України.
10	КППСП «Агропослуги»	Стабільний виробник, що входить до десятки за сумарними обсягами випуску продукції.

Традиційні державні гіганти конкурують з приватними агрохолдингами, які впроваджують замкнутий цикл виробництва. ТОП-10 виробників становить понад 45% від загального обсягу ринку борошна в Україні [12].

Загальний обсяг виробництва борошна в Україні за останні роки демонстрував наступні тенденції:

2021-2022 рр.: Обсяги становили близько 1.2 – 1.3 млн тонн на рік.

2023-2024 pp.: Через логістичні складнощі та руйнування деяких потужностей (особливо на сході) ринок стабілізувався на позначці 1.0 – 1.1 млн тонн. [13]

Фундаментальним етапом аналізу ринку борошна є визначення реальних масштабів його виробництва. Проте на сьогодні цей процес ускладнений критичною нестачею достовірних статистичних даних. Якщо у довоєнний період офіційна статистика демонструвала цифри, що суперечили фізіологічним нормам споживання, то з початком повномасштабної агресії доступ до систематизованих галузевих індикаторів фактично заблоковано. У зв'язку з цим, найбільш адекватним методом розрахунку обсягів виробництва є метод оцінки за середньодушовим рівнем споживання.

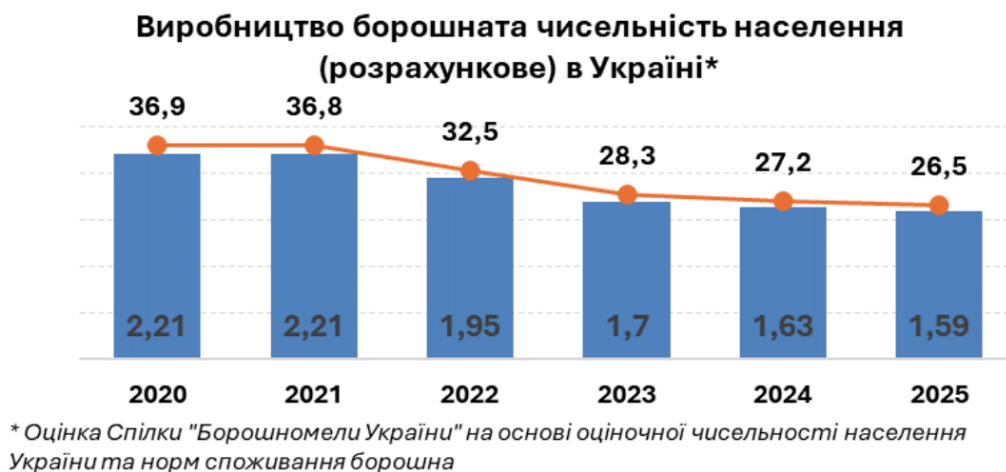
Проблема недостовірності офіційних даних у довоєнний час (зокрема у 2021 році) чітко простежується при порівнянні валового випуску продукції з чисельністю населення. Отриманий за офіційними даними показник у 27 кг борошна на особу в рік є нереалістично низьким. Для порівняння: у 1995 році, коли галузь перебувала під повним державним контролем, цей рівень становив 103 кг. Досвід розвинених європейських країн, таких як Німеччина (70 кг/особу) та Польща (75 кг/особу), свідчить про те, що реальні потреби сучасного суспільства значно перевищують ті дані, що фіксувалися вітчизняною статистикою.

Додатковим дестабілізуючим фактором є відсутність актуальних даних про чисельність населення України. Оскільки останній повноцінний перепис відбувся ще у 2001 році, усі подальші цифри мають оціночний характер. Беручи за основу експериментальні дослідження 2019 року (результат яких складав 37,3 млн осіб) та враховуючи масштабні міграційні процеси останніх років, експертне середовище схиляється до цифри у 26–26,5 млн фактичних мешканців країни. Зважаючи на вищевикладене, розрахунок загальнонаціонального обсягу виробництва борошна у даному проекті базується на таких припущеннях:

1. Чисельність споживачів: 26–26,5 млн осіб.

2. Питомий рівень споживання: 60 кг на душу населення.

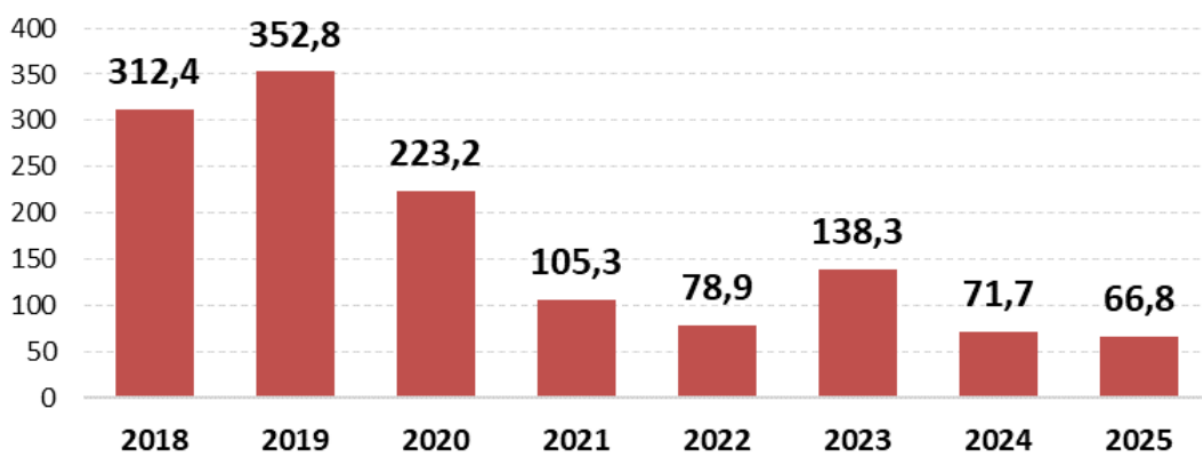
Таке значення (60 кг) є компромісним: воно враховує зниження купівельної спроможності та воєнні реалії, через які Україна наразі не може досягти показників Польщі чи Німеччини, проте воно значно ближче до реального стану справ, ніж занижені статистичні звіти минулих років.



Дослідження першої десятки виробників дозволяє виділити три ключові стратегії, які забезпечують їм домінування на ринку:

1. Вертикальна інтеграція (від поля до полиці). Такі компанії, як «Вінницький КХП №2» та «Волинь-Зерно-Продукт», використовують власну сировинну базу. Це дозволяє їм мінімізувати вплив цінових коливань на ринку зерна та гарантувати стабільну якість помельних партій, що є критичним для великих хлібопекарських холдингів.
2. Технологічне переозброєння. Більшість компаній із ТОП-10 (зокрема «Енліль» та «Київмлин») провели глибоку модернізацію, встановивши лінії Buhler або Ocrim. Це дозволило їм вийти на показники виходу борошна вищого сорту понад 70-72%, що недоступно для дрібних млинів зі старим обладнанням.
3. Експортна орієнтація. Лідери ринку переорієнтували частину потужностей на вимоги міжнародних ринків (країни Африки, Близького Сходу та Південно-Східної Азії). [13-14]

Експорт борошна з України, тис. тонн



За результатами 2025 р. з України було експортовано всього 66,8 тис. тонн борошна, що стало мінімальним значенням з 2006 р., коли на експорт було поставлено всього близько 10,5 тис. тонн цієї продукції.

Сучасні тенденції розвитку технологій підготовки зерна до помелу.

Сутність та принцип технології дебранінгу

Термін «дебранінг» походить від англійського слова «bran» – висівки. Під дебранінгом розуміють процес контрольованого послідовного видалення зовнішніх шарів зернівки шляхом механічного стирання або шліфування її поверхні. У міжнародній літературі також використовуються терміни «pearling», «abrasive debranning» або «decortication». Суть процесу полягає у поступовому знятті оболонок зерна без суттєвого пошкодження ендосперму.

Зерно пшениці складається з трьох основних анатомічних частин: оболонок, зародка та ендосперму. Ендосперм становить близько 81–84 % маси зерна і є основним джерелом борошна. Частка оболонок становить приблизно 14–16 %, а зародка – 2–3 %. Саме оболонки характеризуються підвищеним вмістом мінеральних речовин, клітковини, ферментів та мікроорганізмів. Під час традиційного помелу вони частково потрапляють у борошно, підвищуючи його зольність та погіршуючи колір.

Дебранінг забезпечує селективне видалення зовнішніх шарів зернівки ще до її надходження на драні системи, що значно спрощує подальший процес розмелювання та сортування продуктів помелу.

Промисловий розвиток дебранінгу почався наприкінці ХХ століття. Перші промислові системи були запозичені з рисопереробної галузі, де шліфування зерна давно використовувалося для видалення оболонок рису. У середині 1990-х років дослідники Dexter та Wood запропонували адаптувати цю технологію для пшениці. Подальші дослідження показали, що попереднє шліфування зерна дозволяє підвищити вихід борошна високих сортів та покращити його технологічні властивості.

На сьогодні технологія дебранінгу широко застосовується на підприємствах Європи, Канади, США, Японії та Австралії. Провідні виробники борошномельного обладнання інтегрують машини для дебранінгу у сучасні технологічні схеми помелу пшениці.

Механізм дебранінгу базується на дії сил тертя та стирання між зерном і робочими поверхнями машини. Залежно від конструкції обладнання застосовуються такі методи:

- абразивний дебранінг;
- ударне лущення;
- фрикційне стирання;
- комбінований вплив.

Найбільш поширеним у борошномельній промисловості є абразивний спосіб. У спеціальній камері зерно контактує з абразивною поверхнею ротора або циліндра, внаслідок чого відбувається поступове стирання поверхневих шарів. Ступінь видалення оболонок регулюється тривалістю обробки та інтенсивністю механічного впливу.

Залежно від технологічної мети видаляють від 2 до 15 % маси зерна. При видаленні 3–5 % маси переважно усуваються зовнішні плодові оболонки. За більш глибокого дебранінгу частково видаляється алеїроновий шар, що дозволяє суттєво знизити зольність майбутнього борошна.

Однією з головних переваг технології є покращення показників якості готового борошна.

Під час дебранінгу видаляються шари зерна, що містять найбільшу кількість мінеральних речовин. У результаті знижується зольність борошна, покращується його білизна та товарний вигляд. Дослідження показують, що попереднє шліфування зерна дозволяє отримувати борошно світлішого кольору порівняно з традиційною технологією помелу.

Важливою перевагою є також зниження вмісту мікроорганізмів. Основна кількість бактерій, спор пліснявих грибів та дріжджів локалізується саме на поверхні зерна. Разом із видаленими оболонками значна частина мікрофлори елімінується, що підвищує санітарно-гігієнічну безпечність продукції.

Крім того, дебранінг зменшує активність ферментів, які можуть негативно впливати на стабільність якості борошна під час зберігання. Дослідження демонструють істотне зниження активності α -амілази після видалення зовнішніх шарів зернівки.

Останніми роками велика увага приділяється безпечності зернової продукції. Встановлено, що значна частина важких металів, пестицидів та мікотоксинів концентрується у зовнішніх оболонках зерна.

Особливо небезпечним є дезоксиніваленол (DON), який утворюється грибами роду *Fusarium*. Застосування дебранінгу дозволяє знизити концентрацію DON у зерні більш ніж на 70 %. Це робить технологію важливим інструментом забезпечення харчової безпеки продукції.

Також відзначається зниження вмісту пилу, сторонніх домішок та залишкових продуктів життєдіяльності комах-шкідників.

Аналіз літературних джерел свідчить, що дебранінг є однією з найефективніших інноваційних технологій підготовки зерна до помелу. Його застосування забезпечує селективне видалення поверхневих оболонок зерна, покращує санітарний стан зернової маси, знижує вміст мікотоксинів і мікроорганізмів, підвищує білизну та якість борошна. Крім того, технологія сприяє збільшенню виходу борошна високих сортів, підвищенню

ефективності роботи борошномельного обладнання та зниженню виробничих витрат.

Впровадження дебранінгу у високоефективний цикл підготовки зерна є перспективним напрямом модернізації сучасних борошномельних підприємств. Подальший розвиток технології пов'язаний із використанням автоматизованих систем керування, цифрового моніторингу процесів та інтелектуальних моделей прогнозування якості продукції, що дозволить максимально реалізувати потенціал зернової сировини та забезпечити стабільне виробництво борошна високої якості.

4.2 Вимоги до показників якості сировини та розрахунок помельної партії

Показники якості пшениці в Україні регламентуються чинним національним стандартом ДСТУ 3768:2019 «Пшениця. Технічні умови» [6]. Цей нормативний документ охоплює зерно м'якої та твердої пшениці, що використовується для продовольчих, технічних потреб, а також для експортних операцій. Стандарт встановлює критичні вимоги до безпечності сировини, що є гарантією захисту здоров'я споживачів.

Згідно з положеннями стандарту, зерно м'якої пшениці диференціюють на чотири класи:

- 1–3 класи: призначені для продовольчого використання (борошномельна та хлібопекарська галузі) на внутрішньому ринку та для експорту.
- 4 клас: використовується як для харчових, так і для технічних (непродовольчих) цілей.

Тверду пшеницю класифікують за п'ятьма категоріями. Важливою умовою є те, що невідповідність хоча б одному граничному параметру якості призводить до переведення зерна у нижчий клас. Наприклад, при незадовільних показниках вмісту або якості клейковини пшениця 1–3 класів автоматично переводиться до 4 класу. Сировина, що не відповідає нормам

останнього класу (4-го для м'якої та 5-го для твердої), ідентифікується як нестандартна.

Окремо оцінюється ступінь знебарвлення зерна, що виникає через несприятливі умови вегетації або зберігання. Для високоякісної м'якої пшениці (1–3 кл.) допускається лише 1-й та 2-й ступені знебарвлення, тоді як для 4 класу обмеження відсутні.

Технологічний потенціал пшениці прийнято розділяти на три фундаментальні групи, кожна з яких містить первинні (непрямі) та вторинні (прямі) індикатори якості.

Група 1. Загальний стан зернової маси

Включає базові фізичні та органолептичні параметри: запах, колір, смак; вміст сміттевої та зернової домішок (зокрема пророслих зерен та пошкоджених клопом-черепашкою); показники зараженості шкідниками та фактичну вологість партії.

Група 2. Борошномельний потенціал сировини

Дана група оцінює ефективність переробки зерна у борошно та поділяється на:

- Непрямі показники: морфологічні особливості (геометрія зернівки, вирівняність, виповненість), анатомічна будова (частка ендосперму), фізичні властивості (натура, склоподібність, щільність, маса 1000 зерен), а також біохімічний склад (вміст крохмалю, мінеральних речовин та білість ендосперму).
- Прямі показники: фактична здатність до крупоутворення, вихід борошна, його зольність та білість за системами помелу; питомі витрати електроенергії на подрібнення та ступінь вимелювання оболонок.

Група 3. Споживчі та хлібопекарські властивості

Оцінюють якість кінцевої продукції та її функціональне призначення:

- Непрямі показники: вміст білка та клейковини, пружно-еластичні властивості клейковини (ІДК), число падіння, активність ферментів

(амілолітична, протеолітична), седиментація. Для борошна додатково аналізують дисперсність та здатність до газо- й цукроутворення.

- Прямі показники:
 - Реологічні властивості тіста: параметри, отримані за допомогою фаринографа (стійкість, розрідження), альвеографа (сила борошна W, пружність P, розтяжність L), міксолаба та міксографа.
 - Цільове використання: для хлібопечення — результати пробної випічки (об'ємний вихід, пористість, стан м'якушки); для макаронного виробництва — колір, міцність виробів та збереження форми при варінні; для кондитерської галузі — пластичність тіста та показники випічки печива [7-10].

Розрахунок помельної партії.

Зерно пшениці, що надходить на переробку, характеризується значною варіативністю технологічних та біохімічних показників, що обумовлено генетичними особливостями сортів, агрокліматичними зонами вирощування та культурою землеробства. Пряма переробка окремих вихідних партій є недоцільною, оскільки це вимагає постійного переналаштування обладнання, що дестабілізує технологічний процес та призводить до коливань якості готового борошна.

Для забезпечення стабільності роботи борошномельного заводу та досягнення стандартних показників якості продукції впроваджується етап формування помельних партій. Така партія складається з декількох компонентів і розраховується на період безперервної експлуатації підприємства терміном не менше 10–15 діб. По завершенню переробки поточної суміші формується нова рецептура, виходячи з фактичних залишків зерна на елеваторі.

Формування суміші - це не просто механічне поєднання зерна, а складний біохімічний процес. Встановлено, що при змішуванні різних партій виникає синергетичний ефект взаємодії ферментних систем та білкових

фракцій клейковини. Вдало підібрана рецептура дозволяє нівелювати недоліки окремих компонентів і отримати борошно з кращими хлібопекарськими властивостями, ніж у кожного компонента окремо. [11] На сучасних підприємствах визначення співвідношення компонентів проводиться трьома основними методами:

1. Інтуїтивний: базується на професійному досвіді технолога, який складає попередню рецептуру з подальшою лабораторною перевіркою.
2. Математичне моделювання (ПК): використання програмних комплексів для оптимізації суміші за багатьма параметрами одночасно.
3. Метод обернених пропорцій: класичний розрахунок за алгоритмом Л. Ю. Айзіковича та Б. М. Хорцева. Кількість складників у суміші визначається обернено пропорційно різниці між фактичним показником якості компонента та цільовим значенням для всієї партії. Розрахунок проводиться ітераційно: спочатку для двох компонентів, потім отримана суміш розглядається як єдиний елемент для додавання третього і так далі.

Процес створення помельної суміші включає п'ять ключових етапів:

- Диференційоване розміщення зерна в силосах за якісними ознаками (тип, вологість, клейковина).
- Первинна підготовка компонентів з обов'язковим відбором дрібної фракції зерна.
- Розрахунок та затвердження рецептури суміші.
- Індивідуальна підготовка (очищення та зволоження) окремих потоків зерна.
- Фінальне дозування та змішування компонентів перед подачею на розмельне відділення.

Нормативні обмеження при змішуванні:

Вологість: різниця між компонентами суміші не повинна перевищувати 1,5%.

Склоподібність: цільовий показник суміші має бути в межах 50–60%.

Клейковина: середньозважений вміст у помельній партії — не менше 22% (якість — не нижче II групи).

Домішки: граничний вміст сміттевої домішки — до 2%, зернової — до 5% (зокрема пророслих зерен — до 3%).

За нашими параметрами необхідно скласти методом зворотних пропорцій помольну партію (об'єм помольної партії 260 т) із вмістом клейковини 24 % з двох компонентів: вміст клейковини у першому – 22 %; у другому – 26 %.

Таблиця 4.1-Розрахунок помольної партії з двох компонентів

Елементи розрахунку	Компоненти суміші		Помольна партія
	перший	другий	
Вміст клейковини %	22	26	24
Відхилення від заданого у помольної партії при змішуванні компонентів:	24-22=2	26-24=2	
Число частин кожного компоненту в суміші:	2	2	4
Вміст компонентів помольної партії %	50	50	100
Вміст компонентів помольної партії, т	120	120	240

Перевірка : $(22 \cdot 120 + 26 \cdot 120) / 260 = 24 \%$

Для отримання помольної партії із вмістом клейковини 24 % необхідно змішати 50 % першій партії зерна та 50 % другої.

4.3 Обґрунтування схеми технологічного процесу

Формування схеми базується на необхідності повної токсикологічної та санітарної безпеки. Максимальне видалення шкідливих домішок (споринья, гірчак, фузаріозне зерно) є пріоритетом, оскільки їх наявність понад норму ДСТУ робить борошно непридатним для споживання.

Для вибору обладнання використано різницю у фізико-механічних параметрах зернівки та сміття. Ефективність процесу (Е, %) оцінюється за ступенем екстракції домішок на кожній машині:

$$E = (A/(A-B)) \cdot 100\%$$

де А — початкова засміченість, а В — залишковий вміст після обробки.

Оскільки зерно на завод поступає неоднорідним за якістю (склоподібність, білок, вологість), у схемі передбачено формування помельних сумішей з окремих вихідних компонентів. Оперативні бункери місткістю на 50 годин роботи дозволяють створювати стабільні партії, що нівелює необхідність переналаштування вальцових верстатів.

Особлива увага приділяється методу дебранінгу (MTRA). Видалення частини оболонки до початку розмелу дозволяє:

1. Знизити навантаження на драні системи.
2. Зменшити зольність готового борошна без втрати виходу.
3. Оптимізувати режими зволоження в апаратах MOZL, оскільки вода швидше проникає в ендосперм через частково оголену поверхню зерна.

Зерно, яке прямує в зерноочисне відділення або зерносховище, повинне відповідати наступним нормам якості:

- смітна домішка – не більше 2,0 %, в т.ч. пошкоджених зерен – до 1,0 %, шкідливій домішки – не більше 0,2 %;
- вміст фузаріозних зерен – не більше 1 %;
- вміст зернової домішки – до 5,0 %, в т.ч. пророслих зерен – не більше 3,0 %.

Згідно з розробленою схемою, зернова маса зі сховища (елеватора) спрямовується в зерноочисне відділення, де процес реалізується за наступним маршрутом на машинах фірми Bühler:

- **Від ваг до первинної очистки:** Зерно спочатку поступає на автоматичні ваги MWPL (Automatic Scale), які забезпечують кількісний облік сировини. Після зважування потік спрямовується на повітряно-ситовий сепаратор MTRB Vibro Separator, призначений для вилучення домішок, що відрізняються геометричними розмірами та аеродинамічними властивостями.

- **Видалення важких домішок:** Очищене від легких часток зерно іде на каменевідбірну машину MTSC Destoner, де відбувається сепарація мінеральних домішок (галька, скло, метал) за питомою вагою.
- **Трієрування та магнітний захист:** Далі маса подається на трієрну групу для відбору довгих Drum separator ДМАН-95/165 (вівсюг) та коротких домішок MTLC Cylinder Separator (кукіль), а потім проходить через магнітні сепаратори MMUW Magnetic Separator для уловлювання металоманітних включень.
- **Етап дебранінгу та очищення поверхні:** Очищене від сторонніх тіл зерно спрямовується на декортикатор MTRA, де здійснюється інтенсивне лушення (видалення плодових оболонок). Очищення поверхні зерна відбувається у оббивних машинах MNXS Impact Detache для зняття пилу та залишків оболонок, з наступним проходженням через аспіраційний канал MVRS Aspiration Channel.
- **Гідротермічна обробка (ГТО):** Підготовлений потік зерна подається на машину інтенсивного зволоження зерна MVEA (Intensive Dampener), де відбувається насичення водою перед направленням у бункери для відволоження.
- **Фінальна стадія підготовки:** Після перебування в бункерах проміжна помельна партія проходить повторну обробку в оббивній машині MNXS та контрольне аспірування в сепараторі MVRS. Завершальне зволоження здійснюється системою MVEA безпосередньо перед подачею на розмел'яне відділення.

Запропонована схема технологічного процесу є комплексною та збалансованою. Завдяки поєднанню дебраннінгу (MTRA), інтенсивного зволоження (MOZL) та сортового розмелу на обладнанні Buhler, завод здатний забезпечити:

- Загальний вихід борошна: не менше 75%.
- Повну відповідність продукції вимогам ГСТУ 46.004-99. «Борошно Пшеничне».

- Автоматизований контроль параметрів на кожному етапі виробництва.

У схемі розмелювального відділення передбачено використання восьмивальцевих верстатів, в яких вальці встановлені на двох рівнях. Продукти подрібнення з вальців верхнього рівня без проміжного сортування одразу надходять на вальці нижнього рівня. Таким чином, в одному верстаті здійснюються операції, що раніше здійснювались на двох окремих системах (наприклад, I і II др. с). При цьому добуток проміжних продуктів та борошна відповідає сумарному добутку цих продуктів при подрібненні на окремих системах в традиційній схемі. Два процеси просіювання замінені одним. Такі верстаті можна використати і для об'єднання деяких розмелювальних систем. Це дозволяє значно збільшити питомі навантаження на вальцеві верстати і розсійники. В традиційних схемах розвинутого сортового помелу питомі навантаження на вальцеві верстати складають 70...75 кг/(см•добу), на розсійники – 1330 кг/(м²•добу), а у схемі із використанням восьмивальцевих верстатів навантаження на вальцеву лінію складає 100 кг/(см•добу), а на розсійники – 1800 кг/(м²•добу)

Структура сортових хлібопекарських помелів пшениці з розвинутим збагаченням проміжних продуктів складається із п'яти етапів:

1. Первинне здрібнювання зерна (драний процес)
2. Сортування проміжних продуктів
3. Збагачення проміжних продуктів на сито віяльних та шліфувальних системах
4. Тонке здрібнювання проміжних продуктів (розмельний процес)
5. Контроль борошна.

Первинне здрібнювання зерна призначається для вилучення максимально можливої кількості проміжних продуктів у вигляді крупок та дунстів, а також для вимелу оболонкових продуктів від залишків ендосперму і одержання висівок. Сортування проміжних продуктів призначається для

розділення продуктів, одержаних на етапі первинного здрібнювання зерна, на однорідні за крупністю і якістю фракції.

Збагачення на шліфувальних системах використовують для відокремлення часток оболонок, що зрослися з ендоспермом, від нього з наступним вилученням їх на ситовійках. Етап підрозділяють на два підетапи: збагачення крупок першої і другої якості. Тонке здрібнювання проміжних продуктів (розмельний процес) призначене для переробки збагачених крупок і дунстів у борошно, а також вимелу залишків ендосперму із оболонок до отримання висівок.

Контроль борошна призначається для вилучення із потоків борошна крупніших за частки борошна продуктів, які випадково попали у борошно при порушенні технологічного процесу і особливо при пориві борошнистих сит у розсійниках систем. Контроль борошна проводять окремо по кожному сорту.

Основне технологічне устаткування зосереджене на етапі розмелу проміжних продуктів: 64 % розмелюючої лінії вальцових верстатів і біля 40% просіваючої поверхні розсійників. Співвідношення сортового борошна і проміжного продукту встановлюється залежно від якості сорту борошна, що формується.

Побудова технологічної схеми повинна проводитись відповідно до вимог «Правил...».

4.4 Розрахунок балансу помелу зерна

Контроль і аналіз технологічного процесу виробництва борошна найбільш повно можна провести на основі балансу помелу. Під балансом помелу розуміють рівність кількості (і якості) продуктів, які надходять на окрему систему, етап технологічного процесу або весь технологічний процес і продуктів, які виходять з цієї ж системи, етапу або всього технологічного процесу. Тому розрізняють баланси системи, етапу, загальний баланс технологічного процесу.

Баланс помелу являє собою рівність кількісних або кількісно-якісних показників продуктів, які надходять на окрему систему, етап технологічного процесу або весь технологічний процес, і продуктів, що виходять з цієї ж системи, етапу або всього технологічного процесу. У зв'язку з цим розрізняють баланси системи, етапу, загального технологічного процесу, а також кількісні і кількісно-якісні баланси.

У кількісному балансі відображають кількість продуктів, що надходять до систем, етапів, загального технологічного процесу і виходять з них. Баланс виражають у відсотках.

При складанні балансу помелу попередньо накреслимо шахову таблицю в строгій відповідності до структурної схеми технологічного процесу, розподіливши її за системами і етапами. У таблиці зробимо відмітки (проставити крапки в клітинках), які вказують, куди надходить продукт після системи у відповідності до конкретної схеми технологічного процесу.

Для цього складаємо шахову таблицю, де в перший стовпчик по вертикалі вносимо усі системи схеми, починаючи з I драної і закінчуючи системами «контролю борошна». У таблицю по горизонталі записуємо всі системи, що і по вертикалі, крім I драної, замість I драної записуємо навантаження, %. Крім систем технологічного процесу в таблиці по горизонталі передбачаємо також стовпчики готової продукції (мука по сортах і висівки). При проектуванні балансу використовуємо «Норми...» та «Правила...», у яких наведені нормативно-довідкові дані про режими роботи систем мукомельного заводу :

- а) загальне вилучення на драних системах;
- б) часткове вилучення крупок, дунстів і борошна на драних системах;
- в) співвідношення продуктів, отриманих на вимельних системах;
- г) режим роботи ситовіальних систем (співвідношення проходів і сходів) стосовно до крупок різного класу крупності;
- д) співвідношення продуктів, отриманих на шліфувальних системах;
- е) вилучення борошна на системах у розмельному процесі;

ж) кількість сходових продуктів із систем контролю борошна по сортах.

Навантаження на I драну систему приймаємо таким, що дорівнює 96,1 %, що відповідає базисній кількості підготовленого в зерноочисному відділенні зерна (з урахуванням етапу лушення 1% висівок відбирається у підготовчому відділенні та 2,9 % відходів), яке направляється на помел.

Визначивши кількість продуктів на системі, розраховуємо її режим роботи і порівнюємо його з нормативним. При невідповідності режимів баланс системи переробляємо. Навантаження на наступну систему визначаємо за сумою продуктів у відповідній колонці.

Борошно контролюємо за потоками. Сходові продукти з контрольних розсійників в кількості не більше 1-3 % від навантаження на контрольні розсійники повертаємо в розмельний процес.

Необхідно дотримуватися заданих режимів роботи систем. Під режимом системи розуміють вихід і якість продуктів, що здобуваються, характерних даних системі.

Вибір режиму системи технологічного процесу залежить від структурно-механічних властивостей зерна (вологості, твердості, скловидності тощо); технічної характеристики робочих органів вальцьових верстатів (діаметра вальців, колової швидкості вальців, числа рифлів та їх взаємного розташування, співвідношення колових швидкостей вальців, величини зазору між вальцями, розмірів отворів сит в просіючих машинах, навантаження на них та інших факторів).

Складений баланс помелу перевіряємо за рівністю сумарного виходу борошна і висівок з навантаженням на I драну систему, а також за виходом борошна і висівок у драному процесі.

Дані кількісного балансу використовуємо для розрахунку необхідного технологічного і транспортного обладнання, а також бункерів для зерна, борошна і висівок.

Баланс борошна містить відомості про величину добутка борошна з кожної із технологічних систем і зольність кожного потоку. При розрахунку кількісно-якісного балансу готової продукції спочатку визначаємо середньозважені показники по кожному потоку борошна, висівок і манної крупи, перемножуємо кількість даного потоку продукту на показник його якості, а потім отримані результати складаємо роздільно по всіх потоках борошна, висівок і манної крупи і ділимо на сумарну кількість цих потоків. В основу проектування кількісно-якісного балансу за зольністю покладена рівність між кількістю умовних одиниць золи зерна (золопроцентів), що надійшло на I драну систему, і сумарної кількості умовних одиниць золи борошна усіх сортів, манної крупи та висівок, отриманих у результаті переробки зерна:

$$A \cdot z_{\varphi} = a_{\hat{a}\hat{n}} \cdot z_{\hat{a}\hat{n}} + a_{1\hat{n}} \cdot z_{1\hat{n}} + a_{2\hat{n}} \cdot z_{2\hat{n}} + a_{\hat{a}\hat{e}\hat{n}} \cdot z_{\hat{a}\hat{e}\hat{n}}, \quad (4.1)$$

де A , $a_{\text{вс}}$, $a_{1\text{с}}$, $a_{2\text{с}}$, $a_{\text{внс}}$ – кількість зерна, борошна вищого, першого, другого сортів та висівок, %;

$z_{\text{з}}$, $z_{\text{вс}}$, $z_{1\text{с}}$, $z_{2\text{с}}$, $z_{\text{внс}}$ – зольність зерна, борошна вищого, першого, другого сортів та висівок, %.

При розробці кількісно-якісного балансу складаємо баланс (в умовних одиницях золи по кожному виду готової продукції, використовуємо дані кількісного балансу – вилучення борошна по системах, а також орієнтовні показники зольності потоків пшеничної борошна, які наведені у літературі.

Таблиця 4.2 Розрахунок середньозваженої зольності борошна вищого сорту

Система	Вилучення борошна a_i , %	Зольність борошна z_i , %	Золопроценти $a_i \cdot z_i$, %%
C1	8,1	0,58	4,70
C2	2,9	0,55	1,60
1шл.	1,8	0,52	0,94
2шл.	3,5	0,51	1,79
1+2р.с	19,4	0,51	9,89
3р.с	14,1	0,54	7,61
5р.с	5,2	0,56	2,91

бр.с	3,5	0,59	2,07
к.м.в/с	58,5	0,54	31,51
Схід з контр.	0,5	0,80	0,40
М в/с	58,0	0,54	31,11

Таблиця 4.3 Розрахунок середньозваженої зольності борошна першого сорту

Система	Вилучення борошна a_i , %	Зольність борошна z_i , %	Золопроценти $a_i * z_i$, %%
Шкр.	2,3	0,65	1,50
Шдр.	2,5	0,62	1,55
IVдр.с.	1,7	1,01	1,72
СЗ	3,0	0,91	2,73
4р.с	2,8	0,63	1,76
к.м.1/с	12,3	0,75	9,26
Схід з контр.	0,3	1,25	0,38
М 1/с	12,0	0,74	8,88

Таблиця 4.4 Розрахунок середньозваженої зольності борошна другого сорту

Система	Вилучення борошна a_i , %	Зольність борошна z_i , %	Золопроценти $a_i * z_i$, %%
7р.с	1,7	1,03	1,75
8р.с	2,0	1,13	2,26
9р.с	1,3	1,25	1,63
М 2/с	5,0	1,13	5,64

Таблиця 4.5. Розрахунок середньозваженої зольності висівок

Система	Вилучення висівок a_i , %	Зольність висівок. z_i , %	Золопроценти $a_i * z_i$, %%
Вим.2	3,7	5,45	20,17
Вим.3	5,5	6,19	34,05
СЗ	3,5	4,49	15,72
4р.с	0,8	4,16	3,33
8р.с	2,4	5,13	12,31
9р.с	5,2	5,61	29,17
висівки	21,1	5,44	114,75

Визначаємо зольність зерна за формулою:

$$Z_{з=} \frac{(21.1 * 5.44 + 58 * 0,54 + 12 * 0,74 + 5 * 1.13)}{97.1} = 1,65\%$$

Отже, в результаті розробки якісного балансу отримали готову продукцію з наступною зольністю: борошно вищого сорту – 0,54%; борошно першого сорту – 0,74%; борошно другого сорту – 1,13%; висівки – 5,44%; зольність зерна перед I др.с. – 1,65%.

4.5 Підбір та розрахунок технологічного обладнання

Продуктивність заводу складає 260 т/доб. При розрахунку і підборі технологічного устаткування підготовчого відділення виробничу потужність на етапі первинного очищення зерна підвищуємо на 10...20 % з метою забезпечення стабільності розмельного відділення.

$$Q_1 = Q * k, \quad (4.2)$$

Де Q_1 – виробнича потужність борошномельного заводу, прийнята для розрахунку технологічного устаткування;

Q - виробнича потужність заводу ($Q = 260$ т/доб)

k - коефіцієнт підвищення виробничої потужності $k=1,1$.

$$Q_1 = 260 * 1,1 = 286 \text{ т/доб.}$$

Очищення зерна здійснюється двома потоками рівної продуктивності.

Бункери для неочищеного зерна.

Місткість бункерів для неочищеного зерна на мукомельних заводах з високопродуктивним устаткуванням повинна забезпечити безперебійну роботу заводу не менше, чим на 30 г.

Число бункерів для неочищеного зерна кожного потоку визначають за формулою:

$$N = \frac{Q * t}{24 * \gamma * k * h * a * y}, \quad (4.3)$$

де Q – задана потужність заводу ($Q = 260$ т/доб);

t – час знаходження зерна в бункерах, година;

γ - об'ємна маса зерна ($0,75$ т/м³);

к – коефіцієнт використання бункера (к = 0,85).

s – площа поперечного перетину бункера (а – 3 м, б – 3 м)

h – висота бункера (висота рівна двом поверхам 9,6 м)

$$N = \frac{260 * 30}{24 * 0,75 * 0,85 * 9,6 * 3 * 3} = 5,9 \text{ шт}$$

Приймаємо 6 бункерів для неочищеного зерна

Ємкість бункерів визначаємо за формулою:

$$B_6 = \frac{Q * t}{24 * N} \quad (4.4)$$

$$B_6 = \frac{260 * 30}{24} = 365 \text{ т}$$

Бункери для воднотеплової обробки зерна.

Режими вибираємо згідно з «Правилами...». Проектуємо два етапи воднотеплової обробки: перший – основний; другий – додатковий.

1 етап. Приріст вологи (для зерна зі склоподібністю 40 %, початковою вологістю 11-13,5 %) дорівнює 1,5-2,5 % час відволоження – 8-10ч.

Приріст вологи (для зерна з склоподібністю 55%, початковою вологістю 11-13,5 %) складає 2,5-3,0 % час відволоження – 10-12 год.

Число бункерів для першого етапу відволожування

$$N = \frac{130 * 10}{24 * 0,75 * 0,85 * 9,6 * 1,5 * 1,5} = 3,78 \text{ шт.}$$

Приймаємо 4 бункери для першого потоку на 1 етап відволожування.

$$B_6 = \frac{130 * 10}{24} = 52 \text{ т}$$

$$N = \frac{130 * 12}{24 * 0,75 * 0,85 * 9,6 * 1,5 * 1,5} = 5,09 \text{ шт.}$$

Приймаємо 5 бункерів для другого потоку на 1 етап відволожування.

Виходячі зі стандартних розмірів будівельних конструкцій для першого етапу відволоження для двох потоків зерна приймаємо 18 бункерів.

$$B_6 = \frac{130 * 12}{24} = 63 \text{ т}$$

Число бункерів для другого етапу відволожування.

2 етап. Приріст вологи (для зерна з склоподібністю 55%, початковою вологістю 11-13,5 %) складає 1,0-1,5 % час відволоження – 3-4ч. Приріст вологи (для зерна з склоподібністю 40%, початковою вологістю 11-13,5 %) складає 1,0-1,5 % час відволоження – 2-3год.

$$N = \frac{260 * 4}{24 * 0,75 * 0,85 * 9,6 * 1,5 * 1,5} = 3,15 \text{ шт.}$$

Приймаємо 3 бункери для другого етапу відволожування.

Виходячі зі стандартних розмірів будівельних конструкцій для другого етапу відволоження зерна приймаємо 6 бункерів.

$$B_6 = \frac{260 * 4}{24} = 42 \text{ т}$$

Число бункерів для відволожування зерна перед I драною системою знаходять за формулою:

$$N = \frac{260 * 0,5}{24 * 0,75 * 0,85 * 4,8 * 1,5 * 1,5} = 0,79 \text{ шт.}$$

Приймаємо 1 бункер для відволожування зерна перед I драною системою

Ємкість бункера визначаємо за формулою:

$$B_6 = \frac{260 * 0,5}{24} = 5,2 \text{ т}$$

Все технологічне обладнання зерноочисного відділення борошномельного заводу розраховують за формулою (4.5):

$$n = \frac{Q_1}{24 * Q_m}, \quad (4.5)$$

де Q_m – продуктивність машини, т/год.

Q_1 – виробнича потужність підготовчого відділення, прийнята для розрахунку технологічного устаткування ($Q_1 = 286 \text{ т/доб}$).

Оскільки продуктивність заводу дорівнює 260 т/доб, то підготовку і очищення зерна проектують двома потоками рівної продуктивності. Продуктивність одного потоку (з урахуванням коефіцієнта запасу) приймають рівною 130 т/доб (табл. 5.3.).

Автоматичні ваги MWPL (Automatic Scale) розраховують за формулою:

$$n = \frac{Q * 1000}{24 * 60 * m * k}, \quad (4.6)$$

де m – маса продукту зважування за один раз, 50кг;

k – швидкість зважування (2 зваж / хв.).

Таблиця 4.6. Розрахунок кількості обладнання у зерноочисному відділенні

Найменування технологічного устаткування	Продуктивність заводу (потіку), т/доб	Продуктивність машини, т/год	Розрахункова кільк-ість машин	Прийняте число машин на один потік, шт	Місце Розташування	Призначення
MTRB Vibro Separator	130	6	0,9	1	5 поверх	Очистка від смітної, зернової, мінеральної домішок
MTSC Destoner	130	6	0,9	1	4 поверх	Відділення мінеральних домішок
MTLC Cylinder Separator (кукіль)	130	7	0,85	1	3 поверх	Очистка від кукулію
Drum separator DMAH-95/165 (вівсюг)	130	7	0,85	1	3 поверх	Очистка від вівсюга
MMUW Magnetic Separator	130	7	0,85	1	Перед машинами ударно-стираючої дії	Очистка від металоманітної домішки
MHXS Impact Detache	130	6	0,9	1	2 поверх	Очистка поверхні зерна
MVRS Aspiration Channel	130	6	0,9	1	2 поверх	Видалення легкої домішки

MVEA (Intensive Dampener)	130	6	0,9	1	5 поверх	Волого-теплова обробка зерна
MTRA Impact Detache	260	6	1,73	2	5 поверх	Видалення легкої домішки
MVRS Air Separator	260	9	1,15	1	3 поверх	Волого-теплова обробка зерна
MVEA (Intensive Dampener)	260	9	1,15	1	6 поверх	Волого-теплова обробка зерна

$$N1=N2 = \frac{130 \cdot 1000}{24 \cdot 60 \cdot 50 \cdot 2} = 0,90 \text{ шт.}$$

Приймаємо одну машину MWPL (Automatic Scale) на кожний потік

$$n = \frac{260 \cdot 1000}{24 \cdot 60 \cdot 50 \cdot 2} = 1,81 \text{ шт.}$$

Приймаємо дві машини MWPL (Automatic Scale).

Підбір і розрахунок обладнання розмельного відділення проводимо після складання схеми і кількісного балансу помелу. Визначаємо кількість вальцових верстатів, розсійників, ситовійок і вимельних машин, а також ентолейторів та віброцентрофугалів.

Таблиця 4.7. Розрахунок вальцової лінії

Система	Балансове навантаження на систему		Нормативне навантаження на 1 см вальцової лінії $q_{нн}$, кг/доб	Довжина вальцової лінії, см		Прийнята кількість верстатів n_i	Фактичне навантаження на 1 см вальцової лінії $q_{ф}$, кг/доб	нормативне навантаження на систему
	a_i , %	q_i , кг/доб		розрахункова	фактична			
				l_p	$l_{ф}$			
I+II др.с.	96,1	249860	600	833	800	2,0	625	560-630
IIIкр.	20,3	52780	400	132	200	1,0	264	300-385
IIIдр.	18,1	47060	250	188	200	1,0	235	250-300
IVдр.с.	14,5	37700	250	151	200	1,0	189	250-300
1шл.	7,2	18720	250	75	100	0,5	187	250-300
2шл.	7,5	19500	250	78	100	0,5	195	225-300
1+2р.	30,4	79040	180	878	800	2,0	198	150-225
3р.	23,2	60320	300	201	200	1,0	302	250-320
4р.	12,9	33540	190	177	200	1,0	168	190-240
5р.	10,5	27300	175	156	200	1,0	137	175-225
6р.	8,2	21320	225	95	100	0,5	213	165-250
7р.	7,7	20020	250	80	100	0,5	200	250-360
8р.	6,6	17160	250	69	100	0,5	172	200-250
9р.	6,5	16900	200	85	100	0,5	169	200-250
Всього					3400	13,0		

Приймаємо 13 вальцових верстатів марки Bühler Antares, з них 9 моделі MDDR та 4 верстати моделі MDDT.

Проводимо розрахунок фактичного середнього питомого навантаження на загальну довжину вальцової лінії.

$$Q_{вл}=260*1000/3400= 76,5 \text{ кг/см*доб}$$

Фактичне питоме навантаження на вальцову лінію не перевищує рекомендовані значення .

Таблиця 4.8. Розрахунок просіювальної поверхні розсійників

Система	Балансове навантаження на систему		Нормативне навантаження на 1 секцію розсійника $q_{нн}$, т/доб	Кількість секцій		Фактичне навантаження на 1 секцію розсійника $q_{фн}$, т/доб	нормативне навантаження на систему
	a_i , %	q_i , кг/доб		розрахункова піф	фактична піф		
I+II др.с.	96,1	249860	60	4,2	4	62	56-63
IIIкр.	20,3	52780	44	1,2	2	26	44-53
IIIдр.	18,1	47060	25	1,9	2	24	25-30
IVдр.с.	14,5	37700	28	1,3	2	19	25-33
C1	24,6	63960	21	3,0	4	16	21-30
C2	7,7	20020	21	1,0	1	20	21-30
C3	7,5	19500	25	0,8	1	20	13-36
1шл.	7,2	18720	25	0,7	1	19	25-30
2шл.	7,5	19500	22	0,9	1	20	22-30
1+2 р.с.	30,4	79040	38	2,1	2	20	38-52
3 р.с.	23,2	60320	35	1,7	2	30	35-40
4 р.с.	12,9	33540	20	1,7	2	17	20-45
5 р.с.	10,5	27300	17	1,6	2	14	17-23
6 р.с.	8,2	21320	16	1,3	1	11	16-27
7 р.с.	7,7	20020	25	0,8	1	10	25-36
8 р.с.	6,6	17160	25	0,7	1	9	25-30
9 р.с.	6,5	16900	20	0,8	1	8	20-27
к.м.в/с	58,5	152100	50	3,0	3	51	40-60
к.м.1/с	12,3	31980	51	0,6	1	32	40-61
Всього				28,8	34		

Приймаємо до встановлення сучасні вискоєфективні квадратні ситові розсійники фірми Bühler серії Arenova (модель MPAV-6) у 6-секційному виконанні та Bühler серії Arenova (модель MPAV-4) у 4-секційному

виконанні на етапі крнтролюборошна. Площа просівної поверхні однієї технологічної секції такого розсійника становить 5,5 м².

Проводимо розрахунок питомого навантаження на просіюючи поверхню :

$$Q_{\text{пр.п}}=260*1000/(34*5,5)=1390 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{доб}$$

Фактичне навантаження на просіювальну поверхню розсійників не перевищує рекомендовані.

Таблиця 4. 9. Розрахунок ситової поверхні у ситовіальних машинах

Систем а	Балансове навантаження на систему		Нормативне навантаження на 1 см ширини сита $q_{\text{бін}}$, кг/доб	Ширина приймального сита, см		Прийнят а кількість ситовійо к n_i	Марка	Фактичне навантаження на 1 см ширини сита $q_{\text{біф}}$, кг/доб	нормативне навантаженн я на систему
	a_i , %	q_i , кг/доб		розрахунков а $b_{\text{пр}}$	фактичн а $b_{\text{іф}}$				
В.1 (кр.кр.)	21,1	54860	650	84	92	1,0	MQRF-46/200	686	600-700
В.2 (ср.кр.)	17,6	45760	550	83	92	1,0	MQRF-46/200	572	500-600
В.3 (др.кр.)	9,3	24180	300	81	92	1,0	MQRF-46/200	302	300-400
В.4 (ср.кр.)	6,4	16640	450	37	60	1,0	MQRF-30/200	208	500-600
В.5 (др.кр.)	3,1	8060	300	27	60	1,0	MQRF-30/200	101	300-400
Всього					396	5,0			

Приймаємо ситовіальні машини Polaris MQRF-46/200 у кількості 3 машини та Polaris MQRF-30/200 у кількості 2 шт.

Розраховуємо фактичне питоме навантаження на ситовіальну поверхню

$$Q_{\text{св}}=260*1000/396=650 \text{ кг/см}^2 \cdot \text{доб}$$

Фактичне навантаження на ситову поверхню ситовіальних машин не перевищує рекомендовані значення.

4.6 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва. Застосування системи НАССР

Головною задачею технохімічного контролю на борошномельному заводі є розробка прогнозів і заходів ефективної переробки зерна, визначення якості зерна і готової продукції. Технохімічний контроль проводить,

головним чином, лабораторія, яка розподіляє зерно, що надходить на підприємство, з врахуванням його якості по різних силосам; здійснює нагляд за якістю зерна, що зберігається; проводять лабораторні помели для створення помельних партій зерна оптимальної якості і виявляє ефективність процесу очищення і підготовки зерна до помелу; визначає якість зерна, що направляється на розмел; визначає ефективність процесів розмелу зерна; розробляє еталони борошна та збагачених крупок, що застосовуються до помелу певної партії зерна; розраховує вихід борошна по сортам, висівок, відходів.

В Правилах організації і ведення технологічного процесу на борошномельних заводах наведено орієнтовні норми навантажень на вальцеві верстати, розсійники, та ситовійні машини.

Режими роботи вальцових верстатів характеризують показниками загального вилучення, коефіцієнтом вилучення і частковим вилученням борошна або крупок.

Начальник ВТЛ разом з головним технологом на основі орієнтовних норм та результатів лабораторних помелів встановлює режими роботи машини розмелювального відділення.

Лабораторія контролює роботу вальцових верстатів не менше двох разів на місяць. При контролі визначають розміри вилучення та навантаження на вальцеві верстати. Для визначення вилучення відбирають проби масою 300г з-під живильних і розмелюючих вальців вальцевого верстату. Точкові проби відбирають шість - вісім разів з інтервалами в 2 - 3 с. Проби добре перемішують і виділяють наважки масою 100 г, які просіюють на лабораторному розсійнику -аналізаторі протягом 5 хв. Масу проходових частинок визначають зважуванням.

Результати перевірки записують до лабораторного журналу.

Рівномірність вилучення контролюють просіюванням проб масою 100 г протягом 5 хв, відібраних посередині та по краях вальців. Для контролю навантаження на вальцеві верстати відбирають проби продукту з-під

розмелюючи вальців: совком шириною 100 мм проводять по всій довжині вальців протягом 30с. Відібраний продукт зважують і потім визначають навантаження.

Для характеристики роботи усіх вальцьових верстатів борошномельного заводу визначають загальне питоме навантаження. Оперативний контроль роботи вальцьових верстатів виконує вальцевий.

Результати перевірки майстер записує в журнал контролю режимів вальцьових верстатів.

Процес збагачення крупок і дунстів на ситовій них машинах є одним із головних технологічних процесів. Від ефективності роботи ситовійних машин залежить якість отриманого борошна.

Роботу цих машин потрібно постійно контролювати. Про роботу ситовійних роблять висновки по кількості та якості отриманих фракцій крупок.

Кількість крупок можна визначити шляхом зняття кількісного балансу ситовійної машини. Для цього потрібні три протвені розміром 550х300х30 мм для відбору продукту з-під ситовійної машини, і ще три розміром 700х700х50 мм для змішування проб і виділення наважок для лабораторних аналізів.

Для контролю ситовійної машини відбирають перетинаючи потік продукту. Вихідний продукт відбирають під частиною патрубку, що не знімається, із якого він надходить на приймальний лоток машини. Проходові фракції крупок відбирають з-під патрубків під кузовом-збірником, а сходові продукти - знизу сходової камери.

Проби відбирають протягом 30 с. Всі продукти зважують і складають кількісний баланс продукту, що надходить на машину і виходить з неї.

Отримані дані порівнюють з орієнтовними даними балансу, приведеного в Правилах організацій і ведення технологічного процесу на борошномельних заводах.

Для визначення якості продуктів, отриманих на ситовійних машинах, відібрані проби продуктів переходять в більші протвені і добре перемішують. Потім методом четвертування виділяють наважку біля 100 г. При відборі проб дно совка необхідно направляти так, щоб захватити частинки, що лежать на дні протвеня.

У відібраних пробах визначають зольність, ступінь зниження зольності у відсотках.

Розсійник - машина, що використовується для розділення подрібнених частинок зерна на фракції з виділенням борошна. Контроль роботи даної машини зводиться до визначення недосіву борошна, його якості і виявленні висівок у борошні. При проведенні контролю визначають коефіцієнт недосіву, а рідше коефіцієнт вилучення.

Для визначення коефіцієнту недосіву із верхніх сходів драних систем і нижніх сходів розмелювальних систем відбирають в шестикратній послідовності проби із інтервалом 2 - 3 хв. Відібрані проби перемішують і виділяють з них середню пробу масою біля 1 кг, з якої в подальшому виділяють наважку масою 100 г. Наважку просіюють на лабораторному розсійнику-аналізаторі протягом 2 - 3 хв. Для просіювання беруть сита, аналогічні ситам, поставленим в контрольному розсійнику. Прохід сит зважують і масу сит виражають у відсотках.

Нормами допускається недосів для нижніх сходів у розмірі 10 - 85%, для сходів драних систем 50 - 10 % і для розмелювальних систем не більше 8 - 12%, в дунстах - не більше 20%.

Результати контролю заносять в журнал контролю роботи розсійників.

Для визначення коефіцієнту вилучення відбирають по 1 кг продукту, що надходить на розсійник і всіх сходових продуктів із сит розсійника. Із них виділяють наважки масою 100 г і просіюють на розсійнику-аналізаторі через борошняне сито, номер якого відповідає ситу, поставленого в розсійнику. Висіане борошно зважують, кількість борошна в сходах розсійника сумують і розраховують коефіцієнт вилучення.

Для визначення навантаження на розсійник протягом 30 с відбирають продукт в кілограмах на 1м² просіюють поверхні розсійника за добу і порівнюють з нормами, що порівнюють з Правилами організації і ведення технологічного процесу на борошномельних заводах.

Для кращого ведення контролю за технологічним процесом начальник ВТЛ разом з головним технологом визначає контрольні місця, за якими потрібно вести постійний нагляд. При цьому враховуються особливості технологічної схеми, тобто місця, які повинні бути під контролем лабораторії. До них відносять: контроль верхніх сходів III і IV драних систем; загальне вилучення продуктів на I - IV драних системах; зольність крупок і дунстів, що надходять для помелу на системи першої якості; зольність першого сходу шліфувальних систем; вихід борошна по системах і його якість; вимелювання борошна із висівок; кількість, зольність і недосів в сходах контрольних розсійників.

Документація ВТЛ.

Всі аналізи, що проводить лабораторія, фіксуються в лабораторних журналах наступних форм:

1. Журнал реєстрації показників якості зерна, що надходить залізничним та автотранспортом ф. ЗХС - 49. При вхідному контролі зерна для пшениці та гречки ведуться окремі журнали.
2. Журнал реєстрації вологості зерна і продуктів його переробки, при визначенні в сушильних шафах ф. 51
3. Оперативний лабораторний журнал для млинів ф. 57 (для секцій А і Б ведуть окремі журнали).
4. Журнал оперативного якісного контролю для млинів ф. 52.
5. Силосний журнал по млину.
6. Журнал по зольності ф. 48.
7. Журнал по білизні борошна ф. 59.
8. При відпуску по кожному виду продукції ведуть окремий журнал.

9. На основі вище перелічених журналів ведуть збірний журнал по всім показникам якості.

Об'єкти контролю	Місця та спосіб відбирання	Показники якості, що підлягають визначенню	Періодичність контролю	Виконавці
Зерно з елеватора в зерноочисне відділення	Ковшем з люків трубопроводів	Запах, смак, вологість, СД, ЗД, клейковина, скловидність, зараженість шкідниками, міко-токсинами, пестицидами, солі важких металів, вміст радіоактивних елементів	Відбір і аналіз 3 рази за зміну та середньо змінна проба. 1 раз на місяць, середньодобова проба.	Технік-лаборант, технік-радіолог
Зерно на І драну систему	Ковшем з люків трубопроводів	Вологість, засміченість, зольність, ЗД, вміст радіологічних елементів	Відбір і аналіз 3 рази на зміну та середньодобова проба, середньо-змінна проба,	Технік-лаборант, технік-радіолог
Робота зволожувальних машин	Регулювання рівня подачі води за допомогою ротаметра	Кількість води для зволоження зерна	Через кожні 2 години	Начальник зміни, апаратник виробництва борошна
Очистка магнітів	По місцю знаходження магнітів	Металодомішки	Щозміни	Апаратник
Зерно після зволожувальних машин	Ковшем з люків трубопроводів	Вологість	3 рази на зміну	Технік-лаборант
Борошно, крупи, висівки	При виробництві ковшем з люка трубопроводу	Колір, запах, смак, вологість; для борошна - білизна, для круп і висівок - зольність, крупність борошна. Кількість та якість клейковини, металомагнітна домішка, забрудненість, зараженість шкідливими мікотоксинами; пестициди, солі важких металів; для висівок - токсичність; вміст радіоактивних елементів 3 рази на зміну та середньозмінна проба.	Один раз на місяць.	Технік-лаборант
Крупнодунсові продукти	Після машин	Наявність повноцінного зерна	Через кожні 2 години	Начальник зміни, апаратник,

				технік-лаборант
Відходи зерноочисних машин, кормовий зерно-продукт	Після машин	Наявність повноцінного зерна	Через кожні 2 години	Начальник зміни, апаратник технік-лаборант
Борошно, висівки, крупи, при зберіганні в тарі та безтарним способом	Склад продукції в тарі - щупом Склад безтарного зберігання - ковшем з люка, трубопроводів; при переміщенні з силосу в силос з мішків.	Температура, вологість, смак, колір, запах, білизна для борошна, зараженість шкідниками	Згідно інструкції 97-88. Згідно правил безтарного зберігання та відпуску борошна	Начальник зміни, апаратник виробництва борошна
Борошно, висівки, крупи, при відвантаженні, відпуску	У вагони зі складу-щупом. З мішків на вибор - при заповненні мішків	Вологість, білизна борошна	При відвантаженні	Технік-лаборант
Відходи	З кожної одиниці транспорту при вивезенні	Наявність зерна (не більше 2%)	З кожної одиниці транспорту	Технік-лаборант, майстер складу готової продукції
Основне обладнання зерноочисного та розмелювального відділень	До і після машин	Ефективність роботи	Згідно графіку	Заступник начальника млина, по якості, лаборант
Санітарний стан приміщень, автотранспорту, вагонів	Приміщення млинозаводу, авто-транспорт - вибірково; вагони-кожну одиницю	Санітарно-гігієнічні вимоги	Щозміни	Технік-лаборант, начальник зміни, майстер складу готової продукції

Мішкотара	Вибійне відділення млинозаводу	Перевірка правильності зашивки і маркування мішків; санітарний стан, зараженість, забрудненість шкідниками	Один раз на зміну	Технік-лаборант, начальник зміни
Стандартна вага продукції	Борошно у мішках у вибійному відділенні млина, склад готової продукції	Стандартна вага	Один раз на зміну	Начальник зміни, технік-лаборант, майстер складу готової продукції

Головною задачею технохімічного контролю на борошномельному заводі є розробка прогнозів і заходів ефективної переробки зерна, визначення якості зерна і готової продукції. Технохімічний контроль проводить, головним чином, лабораторія, яка розподіляє зерно, що надходить на підприємство, з врахуванням його якості по різних силосам; здійснює нагляд за якістю зерна, що зберігається; проводять лабораторні помели для створення помельних партій зерна оптимальної якості і виявляє ефективність процесу очищення і підготовки зерна до помелу; визначає якість зерна, що направляється на розмел; визначає ефективність процесів розмелу зерна; розробляє еталони борошна та збагачених крупок, що застосовуються до помелу певної партії зерна; розраховує вихід борошна по сортам, висівок, відходів.

В Правилах організації і ведення технологічного процесу на борошномельних заводах наведено орієнтовні норми навантажень на вальцеві верстати, розсійники, та ситовійні машини.

Режими роботи вальцових верстатів характеризують показниками загального вилучення, коефіцієнтом вилучення і частковим вилученням борошна або крупок.

Начальник ВТЛ разом з головним технологом на основі орієнтовних норм та результатів лабораторних помелів встановлює режими роботи машини розмелювального відділення.

Лабораторія контролює роботу вальцових верстатів не менше двох разів на місяць. При контролі визначають розміри вилучення та навантаження на вальцеві верстати. Для визначення вилучення відбирають проби масою 300г з-під живильних і розмелюючих вальців вальцового верстату. Точкові проби відбирають шість - вісім разів з інтервалами в 2 - 3 с. Проби добре перемішують і виділяють наважки масою 100 г, які просіюють на лабораторному розсійнику -аналізаторі протягом 5 хв. Масу проходових частинок визначають зважуванням.

Результати перевірки записують до лабораторного журналу.

Рівномірність вилучення контролюють просіюванням проб масою 100 г протягом 5 хв, відібраних посередині та по краях вальців. Для контролю навантаження на вальцеві верстати відбирають проби продукту з-під розмелюючих вальців: совком шириною 100 мм проводять по всій довжині вальців протягом 30с. Відібраний продукт зважують і потім визначають навантаження.

Для характеристики роботи усіх вальцових верстатів борошномельного заводу визначають загальне питоме навантаження. Оперативний контроль роботи вальцових верстатів виконує вальцевий.

Результати перевірки майстер записує в журнал контролю режимів вальцових верстатів.

Процес збагачення крупок і дунстів на ситовій них машинах є одним із головних технологічних процесів. Від ефективності роботи ситовійних машин залежить якість отриманого борошна.

Роботу цих машин потрібно постійно контролювати. Про роботу ситовійних роблять висновки по кількості та якості отриманих фракцій крупок.

Для контролю ситовійної машини відбирають перетинаючи потік продукту. Вихідний продукт відбирають під частиною патрубку, що не знімається, із якого він надходить на приймальний лоток машини. Проходові

фракції крупок відбирають з-під патрубків під кузовом-збірником, а сходові продукти - знизу сходової камери.

Проби відбирають протягом 30 с. Всі продукти зважують і складають кількісний баланс продукту, що надходить на машину і виходить з неї.

Отримані дані порівнюють з орієнтовними даними балансу, приведеного в Правилах організацій і ведення технологічного процесу на борошномельних заводах.

Для визначення якості продуктів, отриманих на ситовійних машинах, відібрані проби продуктів переходять в більші протвені і добре перемішують. Потім методом четвертування виділяють наважку біля 100 г. У відібраних пробах визначають зольність, ступінь зниження зольності у відсотках.

Розсійник - машина, що використовується для розділення подрібнених частинок зерна на фракції з виділенням борошна. Контроль роботи даної машини зводиться до визначення недосіву борошна, його якості і виявленні висівок у борошні. При проведенні контролю визначають коефіцієнт недосіву, а рідше коефіцієнт вилучення.

Для визначення коефіцієнту недосіву із верхніх сходів драних систем і нижніх сходів розмелювальних систем відбирають в шестикратній послідовності проби із інтервалом 2 - 3 хв. Відібрані проби перемішують і виділяють з них середню пробу масою біля 1 кг, з якої в подальшому виділяють наважку масою 100 г. Наважку просіюють на лабораторному розсійнику-аналізаторі протягом 2 - 3 хв. Для просіювання беруть сита, аналогічні ситам, поставленим в контрольному розсійнику. Прохід сит зважують і масу сит виражають у відсотках.

Нормами допускається недосів для нижніх сходів у розмірі 10 - 15%, для сходів драних систем 5 - 10 % і для розмелювальних систем не більше 8 - 12%, в дунстах - не більше 20%.

Результати контролю заносять в журнал контролю роботи розсійників.

Для визначення коефіцієнту вилучення відбирають по 1 кг продукту, що надходить на розсійник і всіх сходових продуктів із сит розсійника. Із них

виділяють наважки масою 100 г і просіюють на розсійнику-аналізаторі через борошняне сито, номер якого відповідає сити, поставленого в розсійнику. Висіане борошно зважують, кількість борошна в сходах розсійника сумують і розраховують коефіцієнт вилучення.

Для визначення навантаження на розсійник протягом 30 с відбирають продукт в кілограмах на 1м² просіюють поверхні розсійника за добу і порівнюють з нормами, що порівнюють з Правилами організації і ведення технологічного процесу на борошномельних заводах.

4.7 Охорона праці

Роботодавець зобов'язаний створити на робочому місці в кожному структурному підрозділі умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці.

З цією метою роботодавець забезпечує функціонування системи управління охороною праці, а саме:

- створює відповідні служби і призначає посадових осіб, відповідальних за вирішення конкретних питань охорони праці, затверджує інструкції про їх обов'язки, права та відповідальність за виконання покладених на них функцій, а також контролює їх додержання;
- розробляє за участю сторін колективного договору і реалізує комплексні заходи для досягнення встановлених нормативів та підвищення існуючого рівня охорони праці;
- забезпечує виконання необхідних профілактичних заходів відповідно до обставин, що змінюються;
- впроваджує прогресивні технології, досягнення науки і техніки, засоби механізації та автоматизації виробництва, вимоги ергономіки, позитивний досвід з охорони праці тощо;
- забезпечує належне утримання будівель і споруд, виробничого обладнання та устаткування, моніторинг за їх технічним станом;

- забезпечує усунення причин, що призводять до нещасних випадків, професійних захворювань, та здійснення профілактичних заходів, визначених комісіями за підсумками розслідування цих причин;
- організовує проведення аудиту охорони праці, лабораторних досліджень умов праці, оцінку технічного стану виробничого обладнання та устаткування, атестацій робочих місць на відповідність нормативно-правовим актам з охорони праці в порядку і строки, що передбачені законодавством, та за їх підсумками вживає заходів щодо усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я виробничих факторів;
- розробляє і затверджує положення, інструкції, інші акти з охорони праці, що діють у межах підприємства, та встановлюють правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках, робочих місцях відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці, безоплатно забезпечує працівників нормативно-правовими актами та актами підприємства з охорони праці;
- здійснює контроль за дотриманням працівником технологічних процесів, правил поводження з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, використанням засобів колективного та індивідуального захисту, виконанням робіт відповідно до вимог з охорони праці;
- організовує пропаганду безпечних методів праці та співробітництво з працівниками у галузі охорони праці;
- вживає термінових заходів для допомоги потерпілим, залучає (за необхідності) професійні аварійно-рятувальні формування у разі виникнення на підприємстві аварій та нещасних випадків.

Роботодавець несе безпосередню відповідальність за порушення зазначених вимог.

Відповідно до Закону України "Про охорону праці" працівник зобов'язаний:

- дбати про особисту безпеку і здоров'я, а також про безпеку і здоров'я оточуючих людей в процесі виконання будь-яких робіт чи під час перебування на території підприємства;

- знати і дотримуватися вимог нормативно-правових актів з охорони праці, правил поводження з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту;

- проходити у встановленому законодавством порядку попередні та періодичні медичні огляди.

За порушення зазначених вимог працівник несе безпосередню відповідальність.

РОЗДІЛ 5 СПЕЦІАЛЬНІ РОЗРАХУНКИ

5.1. Пневмотранспорт

Відмітна особливість нагнітальних установок полягає у можливості створення високого тиску в продуктопроводах, що дозволяє застосовувати ці установки для транспортування зернових продуктів на значні відстані і при високих масових концентраціях продукту. До недоліку слід віднести складність завантаження продукту в продуктопровід, це примушує використовувати складні живильники різних модифікацій, які застосовують з урахуванням аеродинамічних і технологічних властивостей продукту, що транспортується.

Основним устаткуванням пневмотранспортних установок борошномельних заводів служать приймальні і живлячі пристрої, продуктопроводи, розвантажувачі, пиловіддільники для очищення відпрацьованого повітря, повітродувні машини.

Продукт з нагнітальних пневмотранспортних установок вивантажують в циклонах-розвантажувачах, які застосовують в зерноочисних відділеннях борошномельних заводів.

Послідовність проектування пневмотранспортних установок наступна:

- а) вибір схеми і устаткування пневмотранспортної установки стосовно конкретних умов транспортування;
- б) визначення точок завантаження і вивантаження зерна і зернових продуктів в пневмотранспортній установці;
- в) визначення розрахункового навантаження на кожен продуктопровід;
- г) підбір і розрахунок продуктопроводів і інших пристроїв пневмотранспортної установки;

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.ІІ.2.1			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Бугайова К.С.				Розділ 5	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Волощенко О.С.						64	
Консультант								
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.					ОНТУ, ЗТЗ-41А		

- д) компоновка продуктопроводів в окремі мережі; зняття площинних схем (розгорток) мереж і їх розрахунок;
- е) розрахунок аспіраційної частини пневмотранспортної установки;
- ж) розрахунок і підбір пиловіддільників, вентиляторів і ін. устаткування.

Вибір схеми і устаткування пневмотранспортної установки залежить від виду продукту, що транспортується, довжини переміщення, заданої продуктивності установки і інших чинників.

Визначення точок завантаження і вивантаження зерна і зернових продуктів проводять по їх комунікації. При цьому технологічне і пневмотранспортне устаткування розташовують так, щоб була забезпечена мінімальна довжина переміщення продуктів, уникаючи по можливості горизонтальних ділянок.

Розрахункове навантаження на кожен продуктопровід визначають по заданій продуктивності технологічної лінії. Підбір і розрахунок продуктопроводів, приймачів, живильників і розвантажувачів проводять по спеціальних методиках для визначення їх типорозмірів і гідравлічних опорів.

Компонують окремі продуктопроводи в мережі для забезпечення компактності установки завдяки сумісному очищенню відпрацьованого повітря в пиловіддільниках. Основний принцип компоновки – це близькість розташування продуктопроводів, а також однорідність продуктів, що транспортуються.

НПТУ призначені для горизонтального і вертикального переміщення зерна пшениці відповідно до схеми технологічного процесу очищення і підготовки зерна до помелу і розміщення технологічного устаткування.

НПТУ включають наступні елементи: повітродувну машину, воздуховод, пневмоприймач зі шлюзовим затвором, продуктопровід і розвантажувач.

Як розвантажувач в установках використовують У2-БРО, які не вимагають установки шлюзових затворів на виході зерна з них. Відпрацьоване повітря очищають в аспіраційних установках.

Таблиця 5.1. Опис нагнітальних пневмотранспортних установок у проєкті

Номер нагнітальної пневмотранспортної установки	Переміщення продукту		Розвантажувач
	Точка завантаження зерна	Точка вивантаження зерна	
Нпту.№1	Конвеєр № 1 (бункери для неочищеного зерна)	Automatic Scale MWPL №1	Розвантажувач MTRC № 1
Нпту.№2	Конвеєр № 2 (бункери для неочищеного зерна)	Automatic Scale MWPL №2	Розвантажувач MTRC № 2
Нпту.№3	Аспіраційна колонка MVRs Aspiration Channel №1	MVEA (Intensive Dampener) №1	Розвантажувач MTRC № 3
Нпту.№4	Аспіраційна колонка MVRs Aspiration Channel №2	MVEA (Intensive Dampener) №2	Розвантажувач MTRC № 4
Нпту.№5	Конвеєр № 5 (бункери основного відволожування зерна)	MVEA (Intensive Dampener) №3	Розвантажувач MTRC № 5
Нпту.№6	Конвеєр № 6 (бункери додаткового відволожування зерна)	Дебрабендр MTRA	Розвантажувач MTRC №6
Нпту.№7	Аспіраційна колонка MVRs Aspiration Channel №3	MVEA (Intensive Dampener) №4	Розвантажувач MTRC №7

5.2. Аспірація

На зернопереробних підприємствах технологічні процеси зазвичай супроводжуються великим виділенням пилу, тому вентиляційним установкам надається особливе значення.

Завдання аспірації на таких підприємствах полягає в:

- забезпеченні необхідних санітарно-гігієнічних параметрів мікроклімату;
- запобіганні виникнення небезпечних виробничих факторів, що негативно впливають на здоров'я працівників;

- дотримання вимог технологічних процесів, що продовжують термін служби обладнання.

Особливу увагу при проектуванні зернопереробних підприємств слід приділяти систем аспірації підбору аспіраційного обладнання. Системи аспірації грають найважливішу роль в знепилення робочого простору, забезпечують профілактичні заходи, що запобігають виникненню пожеж, вибухів.

Таблиця 5.2. Розрахунок і компоновка аспіраційних мереж

Назва технологічного устаткування	Кількість устаткування	Витрата повітря, м ³ /год	Загальна витрата повітря, м ³ /год
Аспіраційна мережа №1			
Розвантажувач MTRC	2	9	18
Сепаратор MTRB Vibro Separator	2	30	60
Трієри MTLC Cylinder Separator (кукіль)	2	40	80
Трієри Drum separator ДМАН-95/165 (вівсюг)	2	40	80
Оббивна машина MVEA	2	30	60
Аспіраційна колонка MVRs	2	20	40
Всього			338
Фільтр - MJZC			
Вентилятор MKSD			
Аспіраційна мережа №2			
Конвеєри №1;2;5;6	4	5	20
Автоматичні ваги Automatic Scale MWPL	3	5	15
Розвантажувач MTRC	5	9	45
Аспіраційна колонка MVRs	1	20	20
Дебрабендр MTRA	2	30	60
Всього			160
Фільтр - MJZC			
Вентилятор MKSD			
Аспіраційна мережа №3			
Каменевідбірні машини MTSC Destoner	2	80	160
Всього			160
Фільтр - MJZC			
Вентилятор MKSD			

РОЗДІЛ 6

ЕНЕРГЕТИЧНЕ ТА МАТЕРІАЛЬНО-РЕСУРСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

6.1 Заходи для економії електроенергії і енергозбереження.

При формулюванні заходів для економії електроенергії і енергозбереження треба розглянути вплив на економію електроенергії компенсації реактивної потужності, режиму роботи трансформаторів в залежності від добового навантаження та заміну освітлення лампами розжарювання на освітлення люмінесцентними лампами.

6.2 Розрахування активної потужності споживання підприємством методом питомих витрат електроенергії

Розрахункову активну потужність методом питомих витрат електроенергії визначають за формулою

$$P_p = \frac{W_{\text{пит}} \cdot M_{\text{річ}}}{T_{\text{max}}} = \frac{61.67600}{5200} = 793 \text{ кВт.}$$

де $W_{\text{пит}}$ - нормована питома витрата електричної енергії (Табл.. Д.1);

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

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

$M_{\text{річ}} = M_{\text{ДОБ}} \cdot D_P = 260 \cdot 260 = 67600 \text{ т}$,

тут $M_{\text{ДОБ}}$ - добова продуктивність борошна на підприємстві,

$M_{\text{ДОБ}} = 260 \text{ т} / \text{добу}$;

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

T_{max} - кількість годин використання розрахункової активної потужності на протязі року. Для борошномельних і круп'яних заводів $T_{\text{max}} = 5200$ год

Розрахункову активну потужність освітлення можна приймати

$$P_{\text{осв}} = 0,1 P_p = 0,1 \cdot 793 = 79,3 \text{ кВт.}$$

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.ІІ.2.1			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Бугайова К.С.			Розділ 6	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник		Волошенко О.С.					68	
Консультант		Штепа Є.П.				ОНТУ, ЗТЗ-41А		
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.						

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

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

$$S_p = \sqrt{(P_p + P_{осв})^2 + Q_p^2}, =$$

а з урахуванням компенсації реактивної потужності визначають за формулою:

$$S_{ТП} = \sqrt{(P_p + P_{осв})^2 + (Q_p - Q_{кном})^2},$$

де Q_p - реактивна розрахункова потужність;

$Q_{кном}$ - номінальна потужність компенсуючого пристрою.

Реактивну розрахункову потужність знаходять за формулою

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg} \varphi,$$

де $\operatorname{tg} \varphi$ - коефіцієнт реактивної потужності, що відповідає $\cos \varphi$ споживачів (Табл..Д.2)

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

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

$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg} \varphi = 793 \cdot 0,62 = 491$ квар.

Потужність компенсуючого пристрою визначають за формулою:

$$Q_k = Q_p - Q_E,$$

де Q_E - оптимальна реактивна потужність, що задається енергосистемою, значення якої визначають за формулою

$$Q_E = (0,25 \dots 0,3)$$

$(P_p + P_{осв}) = 0,3 \cdot (793 + 79,3) = 261$ квар

$Q_k = Q_p - Q_e = 491 - 261 = 230$ квар.

Номінальну потужність компенсуючих пристроїв $Q_{кном}$ визначають за допомогою таблиці технічних даних конденсаторних установок (Табл. Д.3).

$$\sum Q_{кном} = n \cdot Q_{ном} \geq Q_k.$$

Таблиця 6.1 Технічні дані конденсаторних компенсуючих установок

Тип	Номинальна напряга U НОМ, кВ	Номинальна потужність Q НОМ, кВА	Номинальна ємність С НОМ, мкФ	Число ступенів регулювання	Маса, кг
КСК2-0,4- 67-3У3	0,4	67	487	1	60

Сумарна потужність компенсуючих пристроїв складе:

$$\Sigma Q_{\text{кном}} = n \cdot Q_{\text{ном}} = 1 \cdot 67 = 67 \text{ кВА} \geq Q_{\text{к}} = 230 \text{ кВА},$$

тобто умова (6.9) не виконується.

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

$Q_{\text{НОМ}}$ – номінальна потужність компенсуючого пристрою, $Q_{\text{НОМ}} = 67 \text{ кВА}$.

Повна потужність трансформаторної підстанції складе:

$$S_{\text{ТП}} = \sqrt{(P_p + P_{\text{осв}})^2 + (Q_p - Q_{\text{кном}})^2} = \sqrt{(793 + 79,3)^2 + (491 - 67)^2} = 970 \text{ кВА}.$$

В·А.

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

$$S_{\text{тр}} = (0,7 \dots 0,9) \cdot S_{\text{ТП}}$$

$$\text{тоді } S_{\text{тр}} = 0,8 \cdot 970 = 776 \text{ кВА}.$$

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

$$S_{\text{трном}} \geq S_{\text{тр}}.$$

Таблиця 6.2. Технічні дані силових трансформаторів

Тип	Номинальна потужність S _{НОМ} , кВ·А	Номинальна напряга, кВ		Струм холостого ходу, I _х %	Втрати потужності, кВт		Напряга короткого замикання, U _к %
		Перв инне, U _{1НОМ}	Втори нне, U _{НОМ}		холост ого ходу, P _х	коротк ого замика ння, P _к	
ТМ1000/10	1000	10	0,4	2,8	2,45	12,2	5,5

Тоді:

$$S_{\text{трном}} = 1000 \text{ кВ} \cdot \text{А} \geq S_{\text{тр}} = 776 \text{ кВ} \cdot \text{А},$$

тобто умова (6.11) виконується.

6.4 Перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності

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

$$K_{\text{ЗТ}} = \frac{\sum S_i \cdot t_i}{24 \cdot 100}$$

де $K_{\text{ЗТ}}$ – коефіцієнт завантаження трансформаторів;

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

t_i – тривалість i -тої ділянки часу, год.

Тоді:

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

$$= 0.70$$

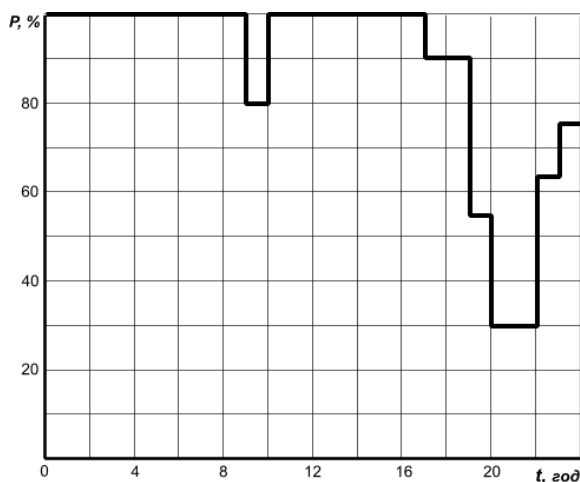


Рис. 6.1- Графік добового навантаження.

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

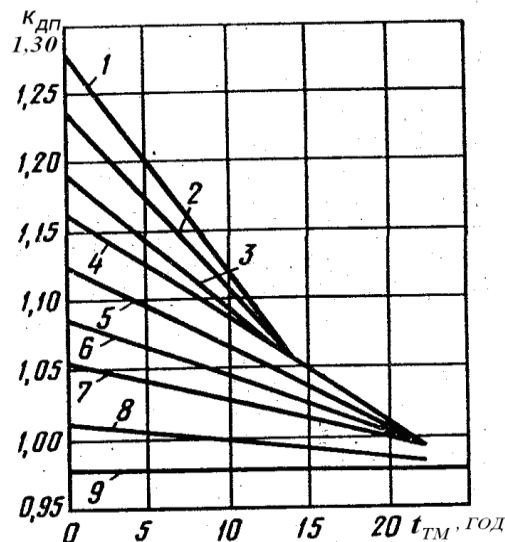


Рис. 6.2 - Графік допустимих перевантажень силових трансформаторів для К ЗГ :
1 - 0,60; 2 - 0,65; 3 - 0,70; 4 - 0,75; 5 - 0,80; 6 - 0,85; 7 - 0,90; 8 - 0,95; 9 - 1,00.

За графіком допустимих силових перевантажень силового трансформатора (рис. 6.2) [4, с. 6, рис. 3.1], визначаємо коефіцієнт допустимих перевантажень трансформатора:

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

Потужність кожного з двох трансформаторів з урахуванням їх перевантажень складе:

За графіком допустимих силових перевантажень силового трансформатора (рис. 6.2) [4, с. 6, рис. 3.1], визначаємо коефіцієнт допустимих перевантажень трансформатора:

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

Потужність кожного з двох трансформаторів з урахуванням їх перевантажень складе:

$$S_{Тр} \geq \frac{S_{ТП}}{2 \cdot K_{ДП}}$$

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

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

$$\text{Тоді } S_{Тр} \geq \frac{970}{2 \cdot 1,16} = 418$$

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

умови (6.11):

Тип	Номинальна потужність $S_{ном}$, кВ·А	Номинальна напруга, кВ		Струм холостого ходу, $I_x\%$	Втрати потужності, кВт		Напруга короткого замикання, $U_k\%$
		Первинне, $U_{1ном}$	Вторинне, $U_{2ном}$		холостого ходу, P_x	короткого замикання, P_k	
ТМ630/10	630	10	0,4	2,0	1,56	7,6	5,5

Тоді: $S_{трном} = 630 \text{ кВ} \cdot \text{А} \geq S_{тр} = 418 \text{ кВ} \cdot \text{А}$,

тобто умова (6.11) виконується.

6.5 Економічність роботи трансформаторної підстанції

Економічність роботи двотрансформаторної підстанції залежить в першу чергу від величини навантаження трансформаторів (п.3.5), а також за рахунок відключення одного із трансформаторів при зменшенні навантаження у години, згідно графіка добового навантаження, тобто за рахунок зменшення тривалості їх сумісної роботи.

Визначимо приведені втрати у трансформаторі за формулами:

$$\Delta P'_X = \Delta P_x + K_e \cdot \Delta Q_x$$

$$\Delta P'_K = \Delta P_k + K_e \cdot \Delta Q_k$$

де ΔP_x , ΔP_k – втрати трансформатора в режимах Х.Х. та К.З. вибираємо з таблиці 6.3, кВт;

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

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

ΔQ_x – реактивні втрати трансформатора у режимі Х.Х:

$$\Delta Q_x = \frac{S_{ном} \cdot I_x\%}{100},$$

ΔQ_k – реактивні втрати трансформатора у режимі К.З:

$$\Delta Q_K = \frac{S_{\text{НОМ}} \cdot U_K \%}{100}$$

$$\text{Тоді } \Delta Q_X = \frac{630 \cdot 2}{100} = 12,6 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_K = \frac{630 \cdot 5,5}{100} = 34,6 \text{ кВт}$$

$$\Delta P'_X = \Delta P_X + K_e \Delta Q_X = 1,56 + 0,05 \cdot 2 = 1,66 \text{ кВт},$$

$$\Delta P'_K = \Delta P_K + K_e \Delta Q_K = 7,6 + 0,05 \cdot 5,5 = 7,9 \text{ кВт}.$$

Потужність, при якій економічно оправдане відключення від паралельної роботи одного із двох трансформаторів, визначають за формулою

$$S_{EK} = S'_{\text{НОМ}} \sqrt{2 \frac{\Delta P'_X}{\Delta P'_K}},$$

де $S_{\text{НОМ}}$ – номінальна потужність одного трансформатора, кВт·А.

$$\text{Тоді } S_{EK} = 630 \cdot \sqrt{2 \frac{1,66}{7,9}} = 410 \text{ кВт·А}.$$

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

$$S \% = \frac{S_{EK}}{m \cdot S_{\text{НОМ}}} \cdot 100 \% = \frac{410}{2 \cdot 630} \cdot 100 = 32,5 \%$$

Таким чином, при навантаженні підстанції менш ніж $S \% = 32,5 \%$ один з трансформаторів можна відключити.

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

$$\Delta T_{\text{max}} = \frac{\sum t}{T} \cdot 100 \% = \frac{3}{24} \cdot 100 = 12,5 \%$$

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

$$\Delta T'_{\text{max}} = \frac{\Delta T_{\text{max}}}{100 \%} \cdot T_{\text{max}} = \frac{12,5}{100} \cdot 5200 = 650 \text{ год}$$

Таким чином, збільшення часу роботи трансформатора з 5200 до 5250 год., відповідно збільшує витрати електроенергії в трансформаторній підстанції.

6.6 Вибір перерізу жил і марки кабелю

Вибір необхідного перерізу жил кабелю напругою до 1000 В проводять для підприємства за допустимим струмовим навантаженням і допустимою втратою напруги. Для цього визначають розрахунковий струм за формулою

$$I_p = \frac{1000 S_p}{\sqrt{3} U_{ном}}$$

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

$$S_p = \sqrt{(P_p + P_{осв})^2 + Q_p^2} = \sqrt{(793 + 79.3)^2 + 491^2} = 1001 \text{ кВ} \cdot \text{А},$$

$$I_p = \frac{1000 \cdot 1001}{\sqrt{3} \cdot 380} = 2944 \text{ А}$$

РОЗДІЛ 7 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

Довідкові дані на 2026 рік:

1. Середні ціни (з ПДВ) на:
 борошно в/с – 14 100 грн/т,
 борошно 1/с – 10 990 грн/т,
 манні крупи – 28 230 грн/т,
 макаронна крупка – 34 500 грн/т,
 висівки – 8 500 грн/т,
 кормопродукти – 3 500 грн/т.
2. Тариф підприємства на переробку зерна клієнтів – 2500 грн/т.
3. Вартість обладнання підпирається самостійно на сайтах постачальників
 обладнання, каталогах виробників тощо
4. Мінімальна заробітна плата у 2026 р. – 8 647 грн на місяць
5. Вартість 1 кВт год електроенергії для підприємств у 2026 р. – 10,25 грн
6. Вартість 1 м3 газу для підприємств – від 27,66 до 32,10 грн
7. Вартість 1 м3 води для підприємств (водопостачання +водовідведення) – 30,59 для Одеської області.

7.1. Визначення річного обсягу переробки

Для нових об'єктів у розрахунках зазвичай приймають фонд робочого часу у 250–300 діб (з урахуванням планових зупинок, дезінсекції та ремонтів). Візьмемо середній показник — 250 діб.

$$Q_{\text{рік}} = Q_{\text{доб}} \cdot T_{\text{рік}}$$

$$Q_{\text{рік}} = 260 \text{ т/добу} \cdot 250 \text{ діб} = 65000 \text{ тонн зерна на рік}$$

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.ІІ.2.1			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Бугайова К.С.			Розділ 7	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник		Воолошенко ОС					76	
Консультант		Басюркіна Н.Й.				ОНТУ, ЗТЗ-41А		
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.						

7.2. Визначення асортименту та обсягів продукції

Виходячи з того, що ми проектуємо новий сучасний млин, закладаємо сортовий пшеничний помел. Для розрахунку будівництва ми використовуємо проектний вихід продукції (сумарно 75% борошна).

Застосуємо норми виходу, що відповідають сучасним стандартам:

- Борошно в/с (58%): $65000 \times 0,58 = 29250$ тонн/рік
- Борошно 1/с (12%): $65000 \times 0,12 = 19500$ тонн/рік
- Борошно 2/с (5%): $65000 \times 0,05 = 19500$ тонн/рік
- Висівки (21,1%): $65000 \times 0,211 = 13975$ тонн/рік
- Кормові відходи (3%): $65000 \times 0,03 = 1950$ тонн/рік
- Усушка/Механічні втрати (0,5%): $65000 \times 0,005 = 325$ тонн/рік

7.3. Розрахунок доходу від реалізації

Використовуємо ціни 2026 року, що вказані у додаткових даних:

1. Борошно в/с: $29\,250\text{ т} \times 141\,00\text{ грн/т} = 412\,425\,000\text{ грн} = 412\,425\text{ тис. грн}$
2. Борошно 1/с: $19\,500\text{ т} \times 10\,990\text{ грн/т} = 214\,305\,000\text{ грн} = 214\,305\text{ тис. грн}$
3. Висівки: $13\,975\text{ т} \times 8500\text{ грн/т} = 118\,787\,500\text{ грн} = 118\,787,5\text{ тис. грн}$
4. Кормові відходи: $1950\text{ т} \times 3500\text{ грн/т} = 6\,825\,000\text{ грн} = 6\,825\text{ тис. грн}$

Разом річний дохід від реалізації продукції РП:

$\text{РП} = 412\,425 + 214\,305 + 118\,787,5 + 6\,825 = 752\,342,5\text{ тис. грн} \approx 752,3\text{ млн грн.}$

7.4. Розрахунок капітальних інвестицій

Загальна сума інвестицій (І) складається з витрат на основні фонди та оборотні кошти.

7.4.1. Вартість обладнання та монтажу (Впу)

Для млина потужністю 260 т/добу потрібен серйозний комплекс обладнання, який я описала та розрахувала у попередніх пунктах проекту (вальцьові верстати, розсів, ситовійки, аспірація, тощо).

$$В_{пу} = 1,1 \times (В_{уст} + Т_{р} + З_{с} + М)$$

де:

- $В_{уст}$ — вартість самого комплексу обладнання. Для такої потужності (260 т/добу) сучасний комплекс може коштувати приблизно 3-15 млн доларів[21]. Візьмемо для розрахунку данні з приблизного розрахунку обладнання фірми Бюллер, що я вказала вище $В_{уст} = 54\,812,6$ тис грн
- $Т_{р}$ — транспортні витрати (зазвичай 3–5% від $В_{уст}$).
- $З_{с}$ — заготівельно-складські витрати (1,2%).
- $М$ — витрати на монтаж обладнання (15–20% від $В_{уст}$).
- Коефіцієнт 1,1 враховує непередбачені витрати.

Розрахунок:

Розрахуємо будівництво "під ключ", для цього нам потрібно врахувати доставку та монтаж, щоб отримати потрібну суму:

- $Т_{р}$ (транспортування 5%): 2 740 630 грн.
- $З_{с}$ (складські витрати 1,2%): 657 751 грн
- $М$ (монтаж та пусконаладка 15%): 8 221 892 грн.

$$В_{пу} = 1,1 \times (54\,812,6 + 2\,740,6 + 657,7 + 8\,221,9)$$

$$В_{пу} = 73\,076,2 \text{ тис. грн.}$$

7.4.2. Витрати на будівництво (Вбуд)

При новому будівництві вартість будівлі млина, складів готової продукції та елеватора для відволожування зерна є значною. Зазвичай вона становить близько 50% від вартості обладнання. Прийmemo $В_{буд} = 27\,406,3$ грн.

7.4.3. Загальні інвестиції в основні фонди (ІОПВФ)

$$ІОПВФ = В_{пу} + В_{буд} = 73\,076,2 + 27\,406,3 = 100\,482,5 \text{ тис. грн.}$$

7.4.4. Інвестиції в оборотні кошти (ІОК)

Для запуску нового млина нам потрібні гроші, щоб купити першу партію зерна, оплатити електроенергію та тару до того, як буде отримано

перший виторг. Розрахуємо стартовий капітал для закупівлі першої партії зерна, тобто запас на 10-15 днів роботи:

- Для млина 260 т/добу при ціні зерна 8500 грн/т, запас на 10 днів коштуватиме: $260 \times 10 \times 8\,500 = 22\,100$ тис. грн.
- Витрати на електроенергію та упаковку вихідної продукції: разом приймемо 30 000 тис. грн.

Загальна сума інвестицій, необхідна для запуску млина:

$$\text{Ізаг} = \text{ІОПВФ} + \text{ІОК} = 100\,482,489 + 30\,000,000 = 130\,482,5 \text{ тис. грн}$$

7.5. Розрахунок чисельності персоналу та фонду оплати праці (ФОП)

Для забезпечення безперервного циклу (24/7) ми формуємо 4 зміни

7.5.1. Виробничий та адміністративний персонал

Приймемо наступний штат (виходячи з середньої норми для млинів такої потужності):

Посада	Кількість осіб	Зарплата 1 працюючого місячна (грн)	Зарплата всього персоналу місячна	Фонд зарплати на рік, тис. грн
Директор / Адміністрація	3	35 000	105 000	1260
Головний технолог	1	30 000	30 000	360
Змінні майстри	4	25 000	100 000	1200
Оператори пульта (ЦПУ)	8	20 000	160 000	1920
Апаратники	4	18 000	72 000	864
Лаборанти	4	18 000	72 000	864
Електрики / Слюсарі	4	20 000	80 000	960
Вантажники / Комірники	12	15 000	60 000	720
РАЗОМ	40	-	679 000	8 148

7.5.2. Розрахунок річного фонду оплати праці (ФОП)

Заробітна плата за місяць по підприємству складе 679 000 грн.

1. Місячний ФОП: 40 осіб = 679 000 грн.
2. Річний ФОП: 679 000 грн $\times$ 12 міс = 8 148 тис. грн.

3. Нарахування на ФОП (ЄСВ 22%): $8\,148,0 \times 0,22 = 1\,792,6$ тис. грн

4. Загальні витрати на персонал: $8\,148 + 1\,793 = 9\,941,0$ тис. грн/рік

7.6. Розрахунок собівартості виробництва

Зведемо всі витрати, щоб дізнатися, скільки коштує виробництво борошна на проектному млині.

7.6.1. Витрати на сировину (Вс):

Ми купуємо 65 000 тонн зерна на рік. Приймемо середню ціну закупівлі 2026 року (без ПДВ) — 8 200 грн/т.

$$Вс = 65\,000 \text{ т} \times 8\,200 \text{ грн/т} = 533\,000 \text{ тис. грн.}$$

7.6.2. Електроенергія (Вел):

Сучасний млин Buhler на 260 т/добу споживає 65 кВт на кожну тонну.

$$Вел = 65\,000 \text{ т} \times 65 \text{ кВт} \times 10,25 \text{ грн/кВт} = 43\,306\,250 \text{ грн.}$$

7.6.3. Амортизація (А):

Це повернення грошей, вкладених у будівництво та обладнання.

- Обладнання (10% на рік): $73\,076\,181 \times 0,10 = 7\,307,6$ тис. грн.
- Будівля (5% на рік): $27\,406\,308 \times 0,05 = 1\,370,3$ тис. грн.

$$\text{Разом } А = 8\,677,933 \text{ тис. грн.}$$

7.6.4. Витрати на упаковку (мішки):

Приблизно 1.5% від обсягу борошна.

$$48\,750 \text{ т (борошна)} \times 20 \text{ мішків/т} \times 12 \text{ грн/мішок} = 11\,700 \text{ тис. грн.}$$

7.6.5. Разом повна собівартість (Сповна):

Складемо всі пункти (Зерно + Енергія + Зарплата + Амортизація + Упаковка + 3% на інші витрати):

$$\begin{aligned} \text{Сповна} &= 533\,000 + 43\,306,25 + 9\,941 + 8\,677,933 + 11\,700 + 18\,243,1 \\ (\text{інші}) &= 624\,868,3 \text{ тис. грн.} \end{aligned}$$

7.6.6. Валовий прибуток

$$\text{Дохід від продажу} = 752\,342,5 \text{ тис. грн.}$$

Собівартість виробництва = 624 868, 3 тис. грн.

Валовий прибуток = 127 474, 2 тис. грн на рік.

7.6.7. Розрахунок ціни одиниці продукції

$C_{1 \text{ тонни}} = \text{Виручка (дохід від продажу)} / \text{Обсяг реалізованої продукції}$

$C_{1 \text{ тонни}} = 752\,342,5 \text{ тис. грн} / 48\,750 \text{ т} = 15,43 \text{ тис. грн /т борошна}$

Отже, оптова ціна підприємства 1 кг з ПДВ: $C_{1 \text{ кг}} = 15,4 \text{ грн/кг}$

При середній ціні в Одеській області на борошно пшеничне 22,12 грн/кг у березні 2026 р. і по решті областей - від 19,11 до 24,51 грн, наш проект є конкурентоспроможним за ціною.[22]

7.7. Ефективність та окупність проекту

7.7.1. Розрахунок чистого прибутку (Пчист)

Вирахуємо податок на прибуток (за ставкою 18%).

$127\,474,2 \times 0,18 = 22\,945,4 \text{ тис. грн.}$

Чистий прибуток (Пчист): $127\,474\,217 - 22\,945\,359 = 104\,528\,858 \text{ грн} = 104\,529 \text{ тис. грн.}$

7.7.2. Розрахунок рентабельності продукції (Rпр)

$R_{\text{пр}} = ((\text{Пч})/(\text{Сповна})) \times 100\%$

$R_{\text{пр}} = ((104\,528\,858)/(626\,346\,483)) \times 100 \% = 16,7 \%$

Для борошномельної галузі рентабельність понад 15 % вважається дуже високим показником. Тобто, розрахунки довели доцільність виробництва даної продукції.

7.7.3. Термін окупності проекту (Ток)

$\text{Ток} = (\text{Ізаг})/((\text{П(чист)} + \text{А}))$

$\text{Ток} = (130\,482\,489)/(104\,528\,858 + 8\,677\,933) = 1,15 \text{ року.}$

Висновок:

Будівництво нового млина на базі обладнання Buhler є високоефективним проектом. Завдяки високій продуктивності (260 т/добу) та сучасним нормам виходу продукції, проект повністю окупає себе вже на

другий рік роботи, навіть з урахуванням витрат на капітальне будівництво та формування оборотного капіталу.

Інвестиції в проект дорівнюють 63 млн грн. Чистий прибуток проекту - 104,5 млн грн. При реалізації проекту створюється 40 робочих місць, тобто вирішуються соціальні завдання регіону. Рентабельність проекту дорівнює майже 17 %, що вище за середньогалузеву. Ціна 1 т продукції дорівнює 15,4 грн, що нижче за середні ціни у всіх регіонах України і свідчить про конкурентоспроможність проекту. Проект окупиться за 1,5 року. Все це свідчить про господарську доцільність та економічну ефективність обґрунтованого нами проекту.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Проект будівництва борошномельного підприємства відповідає актуальним вимогам галузі. Запропоновані технологічні рішення забезпечують ефективну переробку зерна, підвищення якості готової продукції та зниження енергетичних витрат.

У проекті передбачено використання високопродуктивного обладнання та впровадження автоматизованих систем управління технологічними процесами. Це дозволяє забезпечити стабільність виробництва та оперативний контроль за якістю на всіх етапах.

Особлива увага приділена впровадженню системи НАССР, що гарантує безпечність харчової продукції.

Проведені технологічні та економічні розрахунки підтверджують доцільність будівництва підприємства та його рентабельність.

					КРБ.ТЗПХІКВ.1.511-03.II.2.1		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ		
Розробив	Бугайова К.С.						
Керівник	Волошенко О.С.						
Консультант							
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.				ОНТУ, ЗТЗ-41А		
					Літ	Аркуш	Аркушів
						83	

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Борошномельно-круп'яна промисловість України [Електронний ресурс] // Вікіпедія. — Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Борошномельно-круп'яна_промисловість_України (дата звернення: 28.03.2026).
2. Жам О. О. Борошномельне виробництво Правобережної України кінця XVIII — початку XX ст.: історіографія [Електронний ресурс] / О. О. Жам. — Режим доступу: https://shron1.chtyvo.org.ua/Zham_Olena/Boroshnomelne_vyrobnystvo_Pravoberezhnoi_Ukrainy_kintsia_KhVIII_pochatku_KhKh_st_istoriohrafia.pdf (дата звернення: 28.03.2026).
3. Верещинський А. П., Музика М. С. Лущення як спосіб інтенсифікації водно-теплової обробки в сортових помелах пшениці [Електронний ресурс] // OLIS. — Режим доступу: <https://olis.com.ua/press-centre/statii/lushchennia-yak-sposib-intensyfikatsii-vod/> (дата звернення: 28.03.2026).
4. Верещинський, О. П. Лущення пшениці у технології сортового помелу [Електронний ресурс] // OLIS. — Опубл. 01.09.2008. — Режим доступу: <https://olis.com.ua/press-centre/statii/article10/> (дата звернення: 28.03.2026).
5. “Удосконалення процесу лущення зерна на високопродуктивних млинах з особливим видом помелу пшениці” [Електронний ресурс] // AGROSEPMASH. — Режим доступу: <https://agrosep mash.ua/uk/udoskonalennya-procesu-shelushinnya-zerna-na-visokoproduktivnix-mlinax-z-osoblivim-vidom-pomelu-pshenici/> (дата звернення: 01.04.2026).
6. ДСТУ 3768:2019. Пшениця. Технічні умови. — Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу:

https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_3768_2019.pdf

(дата звернення: 01.04.2026).

7. Єгоров Г. А. Технологія борошна. Технологія круп : підручник. — 4-те вид., перероб. і доп. — Москва : КолосС, 2005. — 296 с. — (Підручники і навч. посіб. для студентів вищ. навч. закл.). — ISBN 5-9532-0033-1.
8. Жигунов Д.А., Волошенко О.С. Мучные смеси из зерновых культур Монография. — Одесса: Освіта України, 2013. — 156 с.
9. Дробот В. І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва : навч. посіб. — 2-ге вид., перероб. і доп. — Київ : ПрофКнига, 2019. — 580 с.
10. Каталог лабораторного обладнання для контролю якості зерна, борошна, кормів і харчових продуктів [Електронний ресурс]. — Москва : ТОВ «Компанія Соктрейд», 2013. — 84 с. — Режим доступу: https://soctrade.ua/upload/shop_4/3/8/8/item_388/shop_property_file_388_3013.pdf (дата звернення: 02.04.2025).
11. Дудяк І. Т. Технологія переробки зерна (ТПЗ) : курс лекцій [Електронний ресурс] / І. Т. Дудяк. — Миколаїв : МНАУ, [б. р.]. — Режим доступу: https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/3071/1/Dudyak_I.TP_Z_KL.pdf (дата звернення: 02.04.2026).
12. Топ-9 платників податків серед виробників борошна та хліба [Електронний ресурс] // AgroPortal. — 27 берез. 2026. — Режим доступу: <https://agroportal.ua/ru/news/novosti-kompanii/top-9-platnikov-podatkov-sered-virobnikov-boroshna-ta-hliba> (дата звернення: 08.04.2026).
13. ТОП-10 виробників борошна в Україні 2024 [Електронний ресурс] // Latifundist. — 08 трав. 2024. — Режим доступу: <https://latifundist.com/rating/top-10-virobnikov-boroshna-v-ukrayini-2024> (дата звернення: 08.04.2026).

14. Ситуація на ринку борошна України та вплив на хлібопекарську галузь [Електронний ресурс] // АПК-Інформ. — 14 лют. 2026. — Режим доступу: <https://www.apk-inform.com/uk/exclusive/topic/1553005> (дата звернення: 08.04.2026).
15. Який врожай вдалося зібрати аграріям Одещини у 2025 році та як погодні умови вплинули на розвиток сільськогосподарських культур [Електронний ресурс] // Південь сьогодні. — 09 верес. 2025. — Режим доступу: <https://yug.today/yakyy-vrozhay-vdalosia-zibraty-ahraryiam-odeshchyny-u-2025-rotsi-ta-iak-pohodni-umovy-vplynuly-na-rozvytok-silskohospodarskykh-kultur/> (дата звернення: 14.04.2026).
16. Як працює обладнання Bühler на млинах компанії «Агродар Груп» [Відео] [Електронний ресурс] // Bühler Ukraine (Facebook). — Режим доступу: <https://www.facebook.com/buhlerukraine/videos/%D1%8F%D0%BA-%D0%BF%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%8E%D1%94-%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%B1%D1%8E%D0%BB%D0%B5%D1%80-%D0%BD%D0%B0-%D0%BC%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D1%85-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%B0%D0%BD%D1%96%D1%97-%D0%B0%D0%B3%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B0%D1%80-%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%BF/280542589782924/> (дата звернення: 14.04.2026).
17. Набір даних (Dataset Explorer) [Електронний ресурс] // Державна служба статистики України. — Режим доступу: <https://stat.gov.ua/uk/explorer> (дата звернення: 15.04.2026).
18. Звіт за результатами дослідження впливу війни на аграрні ринки України за методологією EMSMA (ІІІ квартал 2025 р.) [Електронний ресурс] // Pro-Consulting. — Режим доступу: <https://pro->

[consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/otchet-po-rezultatam-issledovaniya-vliyaniya-vojny-na-agrarnye-rynki-ukrainy-po-metodologii-emsma-iii-kvartal-2025-g](https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/otchet-po-rezultatam-issledovaniya-vliyaniya-vojny-na-agrarnye-rynki-ukrainy-po-metodologii-emsma-iii-kvartal-2025-g) (дата звернення: 15.04.2026).

19. Аналіз ринку пшеничного глютену України. 2025 рік [Електронний ресурс] // Pro-Consulting. — Режим доступу: <https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analiz-rynka-pshenichnogo-glyutena-ukrainy-2025-god> (дата звернення: 15.04.2026).
20. В Україні 112 300 офіційно безробітних, найбільше вакансій зареєстровано у Києві — понад 10 000 [Електронний ресурс] // Державний центр зайнятості. — 17 серп. 2023. — Режим доступу: <https://old.dcz.gov.ua/publikaciya/v-ukrayini-112-300-oficiyno-bezrobitnyh-naybilshe-vakansiy-zareyestrovano-u-kyievi-ponad> (дата звернення: 15.04.2026).
21. В Україні цього року з'являться ще два заводи з переробки зерна [Електронний ресурс] // AgroPortal. — 09 черв. 2025. — Режим доступу: <https://agroportal.ua/ru/news/ukraina/v-ukrajini-cogo-roku-z-yavlyatsya-shche-dva-zavodi-z-pererobki-zerna> (дата звернення: 08.04.2026).
22. Ціни на борошно пшеничне в Україні [Електронний ресурс] // Мінфін. — Режим доступу: https://index.minfin.com.ua/ua/markets/product-prices/wheat_flour/ (дата звернення: 26.04.2026).
23. Попов Л. П. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Управління інвестиційними проектами»: техніко-економічне обґрунтування проекту реконструкції млина: для студентів напряму підготовки 6.05701 «Харчові технології та інженерія», спеціальності 7.05170101 «Технологія зберігання та переробки зерна» денної та заочної форм навчання. — Одеса: ОНАХТ, 2014. — 16 с.