

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 просо–заводу у Одеській області»
(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)

Здобувачки

Міщук А.С.
(прізвище, ініціали)

Керівник:

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

Консультанти: проф. Басюркіна Н.Й.
(посада, прізвище та ініціали)

доц. Штепа Є.П.
(посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від 04.06. 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

Міщук Анни Сергіївни

1. Тема роботи Проєкт просо–заводу у Одеській області

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

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

3. Вихідні дані роботи

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

4. Перелік питань, які потрібно розробити

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

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

Схема технологічного процесу, плани поверхів

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

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

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

Керівник _____ Кустов І.О.

Завдання прийняв до виконання _____ Міщук А.С.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач вищої освіти _____ Міщук А.С.

Керівник _____ Кустов І.О.

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

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

Здобувач–вищої освіти Міщук А.С.
(ПІБ)

(підпис)

АНОТАЦІЯ

на кваліфікаційну роботу на тему
«Проект просо–заводу у Одеській області»

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

Актуальність теми: Актуальність будівництва заводу з переробки проса в Україні на сучасному етапі визначається об'єктивною необхідністю підвищення ефективності використання зернової сировини та забезпечення стабільної якості круп'яної продукції. Просо належить до культур, що традиційно використовуються у круп'яному виробництві, проте існуючий рівень його переробки характеризується недостатньою технологічною досконалістю, що обмежує вихід цілого ядра та ускладнює отримання продукції з прогнозованими показниками якості. Це зумовлює потребу у створенні сучасних підприємств, оснащених обладнанням, яке забезпечує ефективне лущення, шліфування та сортування продуктів переробки.

Традиційна орієнтація підприємств переважно на випуск пшона не забезпечує ефективного залучення всіх фракцій, що утворюються під час лущення та шліфування, унаслідок чого частина продуктів переробки використовується недостатньо повно або має обмежене застосування. Це об'єктивно знижує загальний вихід харчової продукції та ефективність технологічного процесу. Актуальність впровадження виробництва плющених продуктів із проса визначається необхідністю поглиблення переробки зернівки та підвищення рівня її використання у харчових цілях. Традиційні круп'яні продукти не повною мірою забезпечують технологічну гнучкість підприємства, тоді як плющення дозволяє отримувати продукцію з іншими структурними характеристиками, що розширює напрями використання проса. Виробництво плющених продуктів із проса є обґрунтованим напрямом розвитку переробки, який забезпечує підвищення ефективності використання зерна, розширення асортименту та отримання продукції з покращеними технологічними властивостями.

Основні особливості роботи: Обґрунтовано доцільність створення підприємства з переробки проса продуктивністю 70 т/доб з урахуванням раціонального використання сировини та забезпечення стабільної якості продукції. Запропоновано генеральне планувальне рішення та архітектурно-будівельні підходи, що забезпечують узгодженість матеріальних потоків і відповідність вимогам виробничої логістики. Виконано аналіз вимог ДСТУ 5026:2008, на основі якого визначено критерії якості зерна, що підлягає

переробці, та сформовано підхід до вхідного контролю сировини. Узагальнення даних щодо продуктів переробки проса та хімічного складу зернівки дозволило обґрунтувати доцільність отримання шліфованого ядра, плющених продуктів і продуктів подрібнення з урахуванням повнішого використання складових зерна. Обґрунтовано технологічну схему переробки проса, яка забезпечує ефективне виконання операцій очищення, лущення, шліфування, сортування, воднотеплової обробки та плющення з отриманням продукції заданої якості. Відповідно до прийнятих рішень виконано вибір і розрахунок технологічного обладнання, що гарантує стабільність роботи при заданій продуктивності. Визначено параметри аспірації з урахуванням необхідності зниження запиленості та забезпечення нормативних умов праці. Проведено розрахунки енергетичного та матеріально-ресурсного забезпечення, що дозволяє оцінити потреби у ресурсах і ефективність їх використання. Отримані результати підтверджують обґрунтованість запропонованих рішень, забезпечують раціональне використання зернівки проса, підвищення виходу цілого ядра та розширення асортименту продукції за рахунок впровадження плющених продуктів і продуктів подрібнення.

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

Обсяг роботи: пояснювальна записка викладена на 101 сторінках. Графічна частина включає 6 листів.

Висновок: Будівництво заводу з переробки зерна проса у пшоно шліфоване продуктивністю 70 т/добу доцільно та ефективно. Термін окупності інвестицій складає 4,2 роки, наприкінці 4-го року чиста приведена вартість проекту стає позитивною, а наприкінці 5-го року дорівнює 10500 тис грн.

Ключові слова: просо, крупи, плющені продукти, круп'яне виробництво, технологічний процес, сучасне технологічне обладнання

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	4
ЗМІСТ	6
ВСТУП	7
1. РОЗДІЛ 1 СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ	12
2. РОЗДІЛ 2 ТЕХНІКО–ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ	19
3. РОЗДІЛ 3 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ’ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА.....	27
3.1 Загальна характеристика генерального плану підприємства.....	27
3.2 . Архітектурно–будівельні рішення	32
4. РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	35
4.1 Наукове обґрунтування.....	35
4.2 Вимоги до показників якості сировини та розрахунок помельної партії	42
4.3 Обґрунтування схеми технологічного процесу	47
4.4 Розрахунок балансу помелу зерна.....	49
4.5 Підбір та розрахунок технологічного обладнання	51
4.6 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва. Застосування системи НАССР	56
4.7 Охорона праці.....	63
5. РОЗДІЛ 5 СПЕЦІАЛЬНІ РОЗРАХУНКИ.....	66
6. РОЗДІЛ 6 ЕНЕРГЕТИЧНЕ ТА МАТЕРІАЛЬНО–РЕСУРСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	76
7. РОЗДІЛ 7 ТЕХНІКО–ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ	87
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	97
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	99

ВСТУП

На протязі тривалого періоду просо залишається важливою круп'яною культурою, що використовується для виробництва продовольчих продуктів різного призначення. У світовій практиці основними продуктами його переробки є пшоно, крупи швидкого приготування, борошно та харчові суміші, що обумовлює стабільний попит на зерно як сировину для круп'яної промисловості.

За даними Food and Agriculture Organization of the United Nations, світове виробництво проса протягом останніх років знаходиться у межах 28–32 млн т на рік, що забезпечує стабільну сировинну базу для його переробки. Основні обсяги виробництва зосереджені в країнах Азії та Африки, де просо займає важливе місце у структурі харчування населення. При цьому у країнах Європи та Північної Америки просо використовується переважно як сировина для виробництва круп'яних продуктів з підвищеними вимогами до якості.

Просо в Україні займає обмежене місце у структурі зернового виробництва, однак зберігає значення як сировина для круп'яної промисловості. Його частка у загальному валовому зборі зерна є незначною.

У 2015 році валовий збір проса в Україні становив приблизно 190 тис. т, що відповідає середньому рівню для культури з невеликою питомою часткою у загальному зерновому балансі. Уже в 2016 році зафіксовано зниження до близько 150 тис. т, тобто скорочення становило понад 20 %, що вказує на різку реакцію виробництва на зміну умов року. Такий характер зміни підтверджує, що обсяги виробництва проса не мають внутрішньої стабілізуючої основи і швидко зменшуються при несприятливих умовах. У 2017 році відбулося відновлення валового збору до рівня близько 180 тис. т, а у 2018 році досягнуто локального максимуму за десятиріччя, який оцінюється на рівні 220–230 тис. т. Таким чином, протягом двох років приріст становив понад 40 % відносно мінімального значення 2016 року. Це зростання має короткочасний характер і відображає ситуативне розширення

виробництва. Починаючи з 2019 року, спостерігається зміна тенденції у бік зниження. У 2019 році валовий збір становив близько 200 тис. т, у 2020 році зменшився до 150–160 тис. т, а у 2021 році стабілізувався на рівні близько 140–150 тис. т. Цей період характеризується не різким падінням, а поступовим скороченням обсягів, що свідчить про зниження ролі культури у виробничій структурі. Найбільш виражене зниження спостерігається у 2022 році, коли валовий збір проса зменшився до приблизно 120–130 тис. т. Порівняно з максимумом 2018 року це означає скорочення майже вдвічі. У 2023 році відбулося часткове відновлення валового збору проса до рівня близько 140–150 тис. т. Згідно з офіційними повідомленнями про результати збирання врожаю, обсяг виробництва проса становив близько 178,9 тис. т, що свідчить про вихід із мінімального рівня попереднього року, але без досягнення значень кінця 2010–х років. У 2024 році обсяги виробництва залишаються близькими до цього рівня, що дозволяє говорити про стабілізацію, але на зниженому рівні. Важливо підкреслити, що просо не належить до базових зернових культур, які визначають загальний обсяг виробництва зерна в Україні. Його частка у валовому зборі зернових залишається незначною, що також пояснює високу змінність показників. У структурі загального врожаю зернових і зернобобових культур, який у 2023 році перевищував десятки мільйонів тонн, обсяг проса становив лише сотні тисяч тонн.

В Україні просо не належить до основних зернових культур, однак використовується як сировина для виробництва пшона. Обсяги використання проса у круп'яній промисловості є обмеженими, що обумовлює нерівномірне завантаження переробних підприємств. Основним продуктом переробки проса є пшоно, якість якого визначається масовою часткою цілого ядра, масовою часткою подрібненого ядра та ступенем очищення поверхні. Досягнення необхідних значень цих показників пов'язане з особливостями будови зернівки проса, яка характеризується наявністю квіткових оболонок, що щільно прилягають до ядра. Частка оболонок у зерні проса може досягати

15–20 %, що визначає необхідність їх ефективного відокремлення у процесі переробки.

Селекція проса посівного в Україні характеризується тривалим і послідовним розвитком, у межах якого чітко простежуються етапи зміни пріоритетів щодо технологічних властивостей зерна. Провідну роль у цьому процесі відіграє Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН, де селекційна робота здійснюється безперервно з другої половини ХХ століття. Паралельно значний внесок забезпечили регіональні наукові осередки, зокрема Полтавська державна аграрна академія та Веселоподільська дослідно–селекційна станція, діяльність яких була спрямована на вдосконалення показників якості зерна і підвищення його придатності до переробки.

На початковому етапі, який охоплює період 1970–1990–х років, селекція орієнтувалася переважно на забезпечення стабільності врожаю та універсальності використання культури. Сорти цього періоду характеризуються відносно вузьким діапазоном технологічних показників. Маса 1000 зерен перебувала в межах 7,3–7,8 г, плівчастість становила 17–19 %, а масова частка ядра не перевищувала 76–79 %. Масова частка білка коливалася в межах 11,2–14,0 %, що відповідало базовим вимогам до круп'яної сировини того часу. Для ранніх сортів характерною є орієнтація не на максимізацію виходу продукту, а на забезпечення стабільних, але помірних показників якості.

Починаючи з 1990–х років і до середини 2000–х, у селекції відбувається перехід до підвищення ефективності переробки зерна. Це проявляється насамперед у зростанні масової частки ядра до 78–83 % та одночасному зниженні плівчастості до 12,9–16,2 %. Важливою ознакою цього етапу є також збільшення маси 1000 зерен, яка у багатьох сортів перевищує 7,5 г і досягає 8,3–8,9 г. Збільшення крупності зерна прямо впливає на вихід подрібненого ядра при луценні, що має принципове значення для круп'яного виробництва. Додатково спостерігається

покращення забарвлення зерна, яке набуває більш інтенсивного жовтого відтінку, що підвищує товарні властивості пшона.

У подальшому, у період від середини 2000-х до початку 2010-х років, селекція набуває більш комплексного характеру. В нових сортах поєднуються підвищена маса 1000 зерен, яка часто перевищує 8,0 г, із стабільною масовою часткою ядра на рівні 78–83 % і масовою часткою білка 12,5–14,8 %. Це свідчить про перехід від покращення окремих показників до їх узгодженого поєднання. Важливо, що на цьому етапі досягається більш стабільне співвідношення між плівчастістю і виходом ядра, що забезпечує передбачуваність результатів переробки.

Найсучасніший етап, який охоплює сорти, зареєстровані після 2014 року, характеризується чіткою орієнтацією на харчове використання проса. Для цієї групи сортів типовими є підвищена масова частка білка на рівні 14,5–15,2 %, стабільна масова частка ядра 78–82 % та плівчастість у межах 16–18 %. Особливістю цього етапу є не максимізація окремих параметрів, а їх оптимальне поєднання, що забезпечує стабільну якість готової крупи. Окремим напрямом сучасного етапу є залучення іноземного селекційного матеріалу, що підтверджується прикладом сорту Корнбергер Міттельфрöhe. Його відмінною ознакою є знижена плівчастість на рівні 13,1–14,7 % у поєднанні з високою масовою часткою ядра 81–82,3 %. Таке поєднання показників свідчить про можливість подальшого підвищення ефективності переробки за рахунок зменшення частки оболонки у зерні.

Перспективи розширення переробки проса в Україні у сфері круп'яного виробництва визначаються наявністю сформованої сировинної бази та покращенням технологічних властивостей зерна, що безпосередньо впливають на ефективність отримання крупи. Сучасні сорти характеризуються підвищеною масовою часткою ядра і зниженим рівнем плівчастості, що забезпечує збільшення виходу цілої крупи при луценні та зменшення втрат у вигляді подрібненого ядра. Це створює об'єктивні

передумови для інтенсифікації переробки без необхідності суттєвого нарощування обсягів виробництва зерна.

Розширення переробки пов'язане насамперед із удосконаленням технологічних режимів лущення і шліфування, які повинні забезпечувати достатнє видалення оболонок при збереженні цілісності ядра. Для зерна проса, що відзначається підвищеною крихкістю ендосперму, це має принципове значення, оскільки надмірна інтенсивність обробки призводить до збільшення частки подрібненого ядра і зниження виходу продукції. Використання оптимізованих режимів обробки дозволяє підвищити ефективність переробки за рахунок кращого співвідношення між цілою і подрібненою фракціями без збільшення витрат сировини.

Важливою складовою є розширення асортименту круп'яної продукції. Поряд із традиційним шліфованим пшоном можливе виробництво продуктів із частковим збереженням оболонкових шарів, що забезпечує підвищення харчової цінності за рахунок більш повного використання біологічно активних компонентів зерна. Такий підхід дозволяє не лише підвищити вихід продукції, але й розширити напрями її використання.

Перспективи також пов'язані з розвитком виробництв різної продуктивності. Переробка проса може ефективно здійснюватися як на середніх, так і на відносно невеликих підприємствах, що дає можливість розміщення переробних потужностей безпосередньо в регіонах вирощування. Це знижує транспортні витрати і забезпечує більш повне використання локальної сировини.

Разом з тим розширення переробки стримується нестабільністю валового збору проса, що ускладнює рівномірне завантаження підприємств. У зв'язку з цим важливого значення набуває технологічна гнучкість виробництва, яка передбачає адаптацію режимів обробки до властивостей зерна конкретних партій. Це дозволяє підтримувати стабільну якість продукції навіть за змінних характеристик сировини.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

Круп'яна промисловість України є складовою зернопереробної галузі харчової промисловості, що забезпечує виробництво круп із зернових культур, які безпосередньо використовуються у харчуванні населення. Її функціонування базується на внутрішньому зерновому виробництві та визначається не лише обсягами сировини, але й її якісними характеристиками, які прямо впливають на результати переробки і вихід готової продукції.

Сировинну основу галузі становлять зернові культури вітчизняного походження, зокрема пшениця, ячмінь, кукурудза, гречка та просо. Водночас у виробництві використовується не вся маса зерна, а лише та її частина, яка відповідає технологічним вимогам. Це зумовлено тим, що ефективність переробки визначається співвідношенням ядра та оболонкових шарів, а також міцністю ендосперму. Відхилення у цих показниках призводять до збільшення частки втрат під час лущення і шліфування та до зростання виходу подрібненого ядра.

Для плівчастих культур ключовим є співвідношення оболонкових шарів і ядра, оскільки підвищена плівчастість безпосередньо знижує вихід крупи. У випадку голозерних культур визначальну роль відіграють щільність ендосперму та його здатність витримувати механічне навантаження. У виробничих умовах це означає необхідність попереднього оцінювання сировини, оскільки різні партії зерна одного виду можуть суттєво відрізнятися за результатами переробки. Галузь залежить не стільки від наявності зерна, скільки від стабільності його властивостей. Додатково на перебіг переробки впливають умови зберігання, зокрема зміни вологості та фізичного стану зернівки, що обумовлює необхідність узгодження первинної

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.ІІ.2.5			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розділ 1			
Розробив	Міщук А.С.							
Керівник	Кустов І.О.							
Консультант								
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.				ОНТУ, ЗТЗ-41а			
					Літ		Аркуш	Аркушів
							12	

обробки зерна з вимогами круп'яного виробництва.

Виробнича структура галузі характеризується переважанням підприємств середньої та малої потужності, розміщених у районах із розвиненим зерновим виробництвом. Така локалізація дозволяє мінімізувати витрати на транспортування і зменшити негативний вплив тривалого зберігання на технологічні властивості зерна. Разом з тим функціонують і окремі великі підприємства, які забезпечують стабільніші обсяги виробництва та ширший асортимент продукції. Загалом галузь має децентралізований характер, що з одного боку сприяє використанню місцевої сировини, а з іншого призводить до значної різниці у технічному рівні підприємств і результатах їх роботи.

У таких умовах кожне підприємство змушене адаптувати режими переробки до конкретних характеристик сировини та наявного обладнання. Це ускладнює уніфікацію виробництва і обумовлює відмінності у якості продукції навіть у межах одного виду круп.

Асортимент продукції включає крупи різних видів, що відрізняються як культурою походження, так і ступенем обробки. Основу становлять пшеничні, ячні, кукурудзяні, гречані та пшоняні крупи, а також побічні продукти у вигляді подрібненого ядра. Важливим показником ефективності виробництва є співвідношення цілої крупы і подрібненого ядра, яке визначає вихід продукції. Це співвідношення безпосередньо залежить як від властивостей зерна, так і від режимів його обробки.

Технічний рівень підприємств галузі залишається нерівномірним. Частина виробництв оснащена сучасним обладнанням із можливістю точного регулювання інтенсивності механічного впливу, що дозволяє підвищити вихід цілої крупы. Водночас значна кількість підприємств використовує обладнання з обмеженими можливостями налаштування, що призводить до збільшення частки подрібненого ядра. У результаті одна й та сама сировина може давати різні результати залежно від технічного оснащення виробництва.

Суттєвою особливістю галузі є її залежність від коливань обсягів виробництва зерна. Для окремих культур характерна нестабільність валового збору, що безпосередньо впливає на завантаження підприємств. У періоди зменшення обсягів сировини виробничі потужності використовуються не повністю, тоді як у роки високого врожаю виникає потреба в інтенсивній переробці значних обсягів зерна. Це створює нерівномірність у роботі підприємств і ускладнює забезпечення стабільних виробничих показників.

1.1. Характеристика об'єкта

Сучасний стан круп'яної промисловості України в умовах воєнного часу визначається сукупністю глибоких порушень у функціонуванні виробничих, сировинних та енергетичних систем, що забезпечують переробку зерна у круп'яні продукти. Водночас галузь зберігає здатність до роботи навіть за умов постійного впливу зовнішніх дестабілізуючих чинників, що свідчить про її внутрішню стійкість та технологічну гнучкість. Аналіз поточного стану потребує розгляду всіх ключових складових, починаючи від надходження зерна на переробку і завершуючи випуском готової продукції.

Першочергове значення має сировинна база, яка зазнала істотних змін. Унаслідок воєнних дій частина територій, традиційно задіяних у вирощуванні зернових культур, стала недоступною або втратила виробничий потенціал. Це призвело до скорочення валового збору окремих культур, зокрема проса та гречки, що безпосередньо вплинуло на забезпечення круп'яних підприємств сировиною. Додатково спостерігається зміна якісних характеристик зерна. Зернова маса характеризується підвищеною неоднорідністю, що проявляється у коливанні розмірів зернівок, зростанні масової частки домішок та нестабільності вологості.

Зазначені зміни суттєво ускладнюють підготовку зерна до переробки. У традиційних умовах передбачено доведення зерна до оптимальних параметрів, що забезпечують ефективне лущення та подальше шліфування.

В умовах обмеженого доступу до технологічних ресурсів ці операції виконуються не завжди у повному обсязі. Як наслідок, процеси лушення характеризуються зниженням ефективності, а вихід цілого ядра зменшується. Це безпосередньо впливає на загальні показники виробництва.

Суттєвою проблемою є стан систем зберігання зерна. Частина елеваторних потужностей була пошкоджена або втрачена, що призвело до перевантаження тих об'єктів, які залишилися у робочому стані. Перевищення допустимих навантажень на склади створює умови для погіршення якості зерна під час зберігання. Відсутність можливості належного вентильовання та контролю температурного режиму спричиняє зростання ризику самозігрівання зернової маси. Це, у свою чергу, призводить до зміни фізико-механічних властивостей зернівки, що негативно впливає на перебіг технологічних операцій.

Порушення логістичних зв'язків є ще одним визначальним чинником. Зміна напрямків транспортних потоків, перевантаження залізничних вузлів та обмеження автомобільних перевезень спричинили нерівномірне постачання зерна на підприємства. У результаті виробництво набуває неритмічного характеру. Періоди інтенсивної роботи змінюються вимушеними простоями через відсутність сировини. Такий режим роботи ускладнює підтримання стабільних параметрів технологічного процесу.

Безпосередній вплив бойових дій проявляється у втраті частини виробничих потужностей. Підприємства, що опинилися на тимчасово недоступних територіях або зазнали пошкоджень, припинили роботу. Це призвело до скорочення загального обсягу переробки зерна в країні. Крім того, порушено виробничу спеціалізацію окремих регіонів, що раніше забезпечували випуск певних видів круп. У результаті виникає дисбаланс у структурі продукції.

Навіть ті підприємства, що продовжують працювати, змушені функціонувати в умовах постійної небезпеки. Перерви у роботі через повітряні тривоги негативно впливають на безперервність технологічних

процесів. Для операцій лушення та шліфування характерна чітка залежність результату від тривалості впливу на зерно. Вимушені зупинки призводять до порушення режимів, що відображається на якості кінцевого продукту.

Окремої уваги потребує проблема енергозабезпечення. Порушення роботи енергетичної системи спричинило регулярні відключення електроенергії. Для круп'яних підприємств це означає необхідність багаторазових запусків та зупинок обладнання протягом доби. Такі умови знижують ефективність використання машин, збільшують їх знос та підвищують ризик аварійних ситуацій. Крім того, відсутність стабільного електроживлення ускладнює підтримання сталих параметрів процесів очищення та переробки.

Використання резервних джерел енергії дозволяє частково компенсувати зазначені проблеми, проте має обмеження. Потужність таких джерел не завжди відповідає потребам підприємства, що змушує обмежувати обсяги виробництва. Додатково зростають витрати на виробництво продукції, що впливає на економічні показники галузі.

Суттєвим фактором є кадрове забезпечення. Мобілізація призвела до скорочення кількості працівників, особливо кваліфікованих спеціалістів. У круп'яній промисловості, де значну роль відіграє досвід роботи з технологічним обладнанням, це створює серйозні труднощі. Недостатня кількість персоналу ускладнює контроль за перебігом процесів, що може призводити до збільшення втрат зерна та зниження якості продукції.

У зв'язку з цим відбувається перерозподіл функцій між наявними працівниками. Зростає навантаження на окремих спеціалістів, що підвищує ризик помилок у веденні технологічного процесу. Водночас можливості підготовки нових кадрів обмежені, що ускладнює відновлення кадрового потенціалу галузі.

Зміни відбулися і у структурі попиту на продукцію. В умовах війни зростає споживання круп, які мають тривалий термін зберігання та не потребують складних умов приготування. Це зумовлює переорієнтацію

виробництва на базові види продукції. Водночас зменшується різноманітність асортименту, що обмежує можливості розвитку галузі у довгостроковій перспективі.

Попри зазначені труднощі, круп'яна промисловість демонструє здатність до адаптації. Одним із напрямів є оптимізація технологічних режимів з урахуванням якості наявної сировини. Підприємства змушені коригувати параметри лушення та шліфування, що дозволяє підвищити вихід придатного продукту навіть за умов нестабільних характеристик зерна.

Важливим напрямом є модернізація обладнання. Використання машин з ширшими можливостями регулювання режимів дозволяє підвищити стійкість технологічного процесу до зовнішніх впливів. Крім того, впровадження систем автоматичного контролю сприяє підвищенню точності ведення процесів.

Перспективним є розвиток локальних виробничих систем, що передбачає скорочення відстаней між місцем вирощування зерна та його переробкою. Це дозволяє зменшити залежність від транспортних обмежень та підвищити стабільність постачання сировини.

Важливим напрямом є відновлення пошкоджених підприємств. При цьому доцільно не лише відтворювати існуючі потужності, але й впроваджувати більш ефективні технологічні рішення. Це дозволить підвищити продуктивність та зменшити втрати сировини.

У сфері енергозабезпечення необхідним є впровадження автономних систем живлення. Використання комбінованих джерел енергії дозволить забезпечити безперервність роботи підприємств навіть за умов нестабільного електропостачання.

Вирішення кадрових проблем можливе через поєднання підготовки нових спеціалістів та підвищення рівня автоматизації виробництва. Зменшення залежності від ручної праці сприятиме підвищенню стабільності технологічних процесів.

Сучасний стан круп'яної промисловості України в умовах війни характеризується складною сукупністю проблем, що охоплюють усі етапи виробництва. Водночас галузь зберігає здатність до функціонування завдяки адаптації до нових умов. Подальший розвиток можливий за умови реалізації комплексних заходів, спрямованих на стабілізацію сировинної бази, відновлення виробничих потужностей, забезпечення енергетичної незалежності та підвищення ефективності використання трудових ресурсів. Реалізація зазначених напрямів дозволить не лише подолати наслідки воєнного впливу, але й створити передумови для стійкого розвитку галузі у майбутньому.

1.2. Мета і завдання проекту

Метою проекту є проєкт просо-заводу у Одеській області.

Завданням проекту є:

- зробити техніко-економічне обґрунтування;
- надати загальну характеристику генерального плану підприємства та архітектурно-будівельні рішення;
- провести аналіз ДСТУ 5026:2008 Просо. Технічні умови;
- провести аналіз продуктів переробки проса в світі та хімічного складу зерна;
- зробити аналіз та обґрунтувати схему технологічного процесу виробництва переробки проса в крупи та плющені продукти продуктивністю 70 т/доб;
- вибрати, розрахувати та підібрати технологічне обладнання;
- обґрунтувати аспірацію;
- розрахувати енергетичне та матеріально-ресурсне забезпечення
- зробити техніко-економічні розрахунки.

РОЗДІЛ 2

ТЕХНІКО–ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Маркетингове та економічне обґрунтування будівництва підприємства з переробки проса в крупи у місті Південне Одеської області необхідно розглядати як комплексне завдання, що поєднує аналіз сировинної бази, транспортного положення, особливостей попиту, виробничої структури регіону та умов функціонування економіки в період воєнного часу. Такий підхід дозволяє сформувати цілісне уявлення про доцільність створення нового підприємства та визначити напрями його ефективного функціонування.

Першочерговим фактором є загальноекономічна роль переробки зерна в Україні. Вітчизняна економіка має виражену орієнтацію на поєднання сільськогосподарського виробництва та промислової переробки, що забезпечує значну частку доданої вартості в межах країни. При цьому борошномельно-круп'яна промисловість виступає ключовою ланкою, яка забезпечує перехід від первинної сировини до готових харчових продуктів. Підприємства цієї галузі традиційно розміщуються поблизу як сировинної бази, так і споживача, що обумовлює їх територіальну поширеність по всій країні.

У цьому контексті розміщення підприємства у місті Південне має низку обґрунтованих переваг. Регіон характеризується розвинутою транспортною інфраструктурою, зокрема наявністю одного з найбільших морських портів України, який забезпечує значні обсяги вантажопереробки. Наявність такого транспортного вузла створює сприятливі умови для постачання зерна як з внутрішніх регіонів, так і з можливістю подальшого відвантаження продукції на зовнішні ринки. Це суттєво розширює потенціал збуту та підвищує конкурентоспроможність майбутнього підприємства.

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.ІІ.2.5						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розробив		Міщук А.С.			Розділ 2			Літ	Аркуш	Аркушів	
Керівник		Кустов І.О.								19	
								ОНТУ, ЗТЗ-41а			
Консультант		Басюркіна Н.Й.									
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.									

Одеська область загалом є важливим елементом господарського комплексу країни, що поєднує розвинену промисловість, транспортну систему та значні площі сільськогосподарських угідь. Така структура створює передумови для ефективного функціонування підприємств з переробки зерна. Водночас регіон не характеризується надлишковим рівнем самозабезпечення окремими видами сільськогосподарської продукції, що підсилює необхідність розвитку внутрішньої переробки.

З маркетингової точки зору доцільність будівництва підприємства визначається стабільним попитом на круп'яну продукцію. Крупи належать до базових харчових продуктів, споживання яких зберігається навіть у періоди економічної нестабільності. В умовах воєнного часу їх значення додатково зростає завдяки тривалому терміну зберігання та простоті використання. Це створює стійкий внутрішній попит, який не залежить від короткострокових коливань ринку.

Особливе місце займає просо як сировина для виробництва пшона. Ця культура характеризується відносною стійкістю до несприятливих умов вирощування, що забезпечує стабільність її виробництва. З технологічної точки зору просо має чітко визначену структуру зернівки, що дозволяє ефективно організувати процеси лущення та шліфування. Водночас попит на продукцію з проса залишається стабільним як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринку.

Економічна доцільність будівництва підприємства визначається можливістю створення доданої вартості. Переробка зерна у крупу дозволяє значно підвищити вартість кінцевого продукту порівняно з вихідною сировиною. Це особливо важливо в умовах, коли експорт сировини обмежений логістичними труднощами.

Суттєвим фактором є також транспортно-логістичне положення міста Південне. Наявність морського порту забезпечує можливість інтеграції підприємства у міжнародні торговельні зв'язки. Це дозволяє не лише реалізовувати продукцію на внутрішньому ринку, але й формувати експортні

потоки. З огляду на те, що Україна є експортно орієнтованою економікою, можливість виходу на зовнішні ринки має принципове значення.

Важливим аспектом є також концентрація транспортних та складських потужностей у регіоні. Це створює умови для оптимізації витрат на транспортування зерна та готової продукції. Скорочення логістичних витрат безпосередньо впливає на конкурентоспроможність підприємства, оскільки дозволяє зменшити собівартість продукції.

Умови воєнного часу накладають додаткові вимоги до організації виробництва. Підприємство повинно бути адаптованим до можливих перебоїв у постачанні енергії та сировини. Це передбачає використання автономних джерел енергії та створення резервних запасів зерна. Водночас такі заходи потребують додаткових інвестицій, що має враховуватися при економічному обґрунтуванні.

Кадровий потенціал також відіграє важливу роль. Одеська область має значний трудовий потенціал, проте в умовах мобілізації виникає дефіцит кваліфікованих працівників. Це зумовлює необхідність впровадження більш автоматизованих технологічних рішень, що дозволяє зменшити залежність від людського фактору.

Будівництво нового підприємства сприяє розвитку суміжних галузей, зокрема транспорту, енергетики та обслуговування обладнання. Це створює додаткові робочі місця та підвищує загальний рівень економічної активності в регіоні.

Необхідно враховувати і ризики, пов'язані з реалізацією проєкту. До них належать нестабільність енергопостачання, можливі перебої у логістиці та коливання обсягів виробництва зерна. Проте наявність розвиненої транспортної інфраструктури та близькість до портових потужностей частково компенсують ці ризики.

З маркетингової точки зору перспективним є розширення асортименту продукції. Окрім традиційного пшона, підприємство може виробляти продукцію швидкого приготування, а також подрібнене ядро у вигляді

борошна з проса. Це дозволяє охопити ширший сегмент споживачів та підвищити ефективність використання сировини.

Додатковим фактором є можливість орієнтації на зовнішні ринки. Наявність порту створює умови для експорту продукції у країни, де попит на круп'яні продукти залишається стабільним. Це дозволяє диверсифікувати ринки збуту та зменшити залежність від внутрішнього попиту.

Будівництво підприємства з переробки проса у місті Південне має комплексне обґрунтування. Поєднання вигідного транспортного положення, наявності сировинної бази, стабільного попиту та можливості виходу на зовнішні ринки створює передумови для ефективного функціонування підприємства. Водночас реалізація проекту потребує врахування специфічних умов воєнного часу та впровадження технологічних рішень, спрямованих на підвищення стійкості виробництва.

Споживачами пшона може бути місцеве населення регіону. Частина продукції буде реалізовуватися у інших регіонах та експортуватися.

Вихід основної продукції передбачається на рівні 70%.

Тоді річний обсяг переробки зерна проса складатиме 19355 т (12000/0,70).

Приймаємо коефіцієнт використання потужностей 90%.

Режим роботи підприємства безперервний тривалістю 300 діб на рік у 2 зміни по 12 годин за добу.

Тоді потрібна потужність підприємства складатиме 71,7 т/добу $[19355/(300*0,9)]$. Приймаємо 70 т/добу.

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

Економічною метою будівництва підприємства є отримання прибутку за рахунок реалізації продукції.

Передбачається побудувати будівлю, зерноочисне та луцильне відділення, склади зерна, фасувальне відділення, склад готової продукції, допоміжне та обслуговуюче виробництво. Підприємство буде обладнано

сучасним устаткуванням, яке виробляють в Туреччині (фірми Makenas, Akuurek technology), та вітчизняним устаткуванням вітчизняної фірми Оліс.

Планується переробляти зерно проса місцевого виробництва.

Вихід основної продукції – пшоняної крупи – 40,0 %, пшоняне борошно – 30 % Побічні продукти: дрібка кормова – 5,7%, борошенце кормова – 8,2%, лузга – 15,5%.

Ціни на продукцію прийняті на рівні середніх в регіоні розташування заводу. Вони наведені в таблиці 1.1.

Прибуток (П) визначається за формулою

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

де РП – обсяг реалізації продукції;

Рпр – рентабельність продукції.

Приймаємо рентабельність 10%.

$$\text{Тоді } \Pi = 554772,4 \times \frac{0,1}{1+0,1} = 23115 \text{ тис грн.}$$

Обсяги виробництва та реалізації продукції

Таблиця 2.1– Обсяги виробництва та реалізації продукції

Показники	Значення показника	Оптові ціни підприємства (без ПДВ) грн/т	Обсяги реалізації продукції, тис грн
Добова потужність підприємства, т	70	х	х
Річний робочий період, діб	300	х	х
Річна потужність заводу, т	21000	х	х
Коефіцієнт використання потужності	0,9	х	х
Річний обсяг переробки зерна проса, т	18900	х	х
Виробництво продукції:	х	х	х

Пшоно %	40	9966	83714,4
т	8400		
борошно %	30	10700	445410
т	6300		
Частинки подрібненого ядра	5,7	7500	8078
%	1077		
т			
Борошенце кормове	8,2	5000	7750
%	1550		
т			
Лузга %	15,5	2900	8497
т	2930		
відходи 1–2 категорії, %	7,0	1000	1323
т	1323		
Всього	х	х	554772,4

2.2. Визначення потреби в інвестиціях і оцінка економічної доцільності реконструкції.

Інвестиції визначаються за формулою:

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

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

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

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

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

До будівельної складової відноситься:

– приміщення для розташування обладнання основного виробництва: зерноочисне та луцильне відділення, фасувальне відділення (фасування у мішки та пакети), склад готової продукції, загальною площею 367 кв. м;

– приміщення інфраструктури (елеваторні ємності для зерна, приміщення допоміжного та обслуговуючого виробництва, інші приміщення інфраструктури підприємства).

До складу устаткування та обладнання відноситься:

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

Розрахунок інвестицій у будівництво – Ібуд

Інвестиції у будівництво приміщення для основного виробництва визначаємо, виходячи з потрібної площі та витрат на створення одного кв. м виробничої площі, які прийнято на рівні 15 тис грн.

Вони дорівнюють 5505 тис грн. ($15 * 367$)

Інвестиції на побудову об'єктів інфраструктури приймаємо на рівні 80% від будівлі основного виробництва – 4404 тис грн ($0,8 * 5505$).

Всього інвестицій у будівництво:

$I_{\text{буд}} = 5505 + 4404 = 9909$ тис грн.

Розрахунок інвестицій в устаткування – Іуст

Інвестиції в устаткування основного виробництва визначаються за формулою:

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

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

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

Інвестиції в устаткування основного виробництва дорівнюють

$I_{\text{уст,осн}} = 1,2 * 7526 / 1000 = 9031$ тис грн.

Інвестиції в устаткування інфраструктури складають 40% від вартості устаткування основного виробництва – 3612 тис грн ($0,4 * 9031$).

Всього інвестицій в устаткування:

$$I_{уст} = 9031 + 3612 = 12643 \text{ тис грн.}$$

Всього інвестицій в основні виробничі фонди:

$$I_{овф} = I_{буд} + I_{уст} = 9909 + 12643 = 22552 \text{ тис грн}$$

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

Інвестиції у оборотні кошти визначаємо у розмірі 10% величини виручки від реалізації продукції (виходячи з того, що оборот коштів складає 1 місяць, тобто приблизно за 1/10 року):

$$I_{ок} = 0,1 \times 554772,4 = 55477,2 \text{ тис грн}$$

Всього інвестицій:

$$I = 22552 + 55477,2 = 78029,2 \text{ тис грн}$$

Попередня оцінка економічної доцільності будівництва підприємства

Співвідношення інвестицій та прибутку дорівнює 4,1 (78029,2/ 23115)

У цьому випадку термін окупності інвестицій можна очікувати до 5-х років, що є прийнятним. Тому будівництво круп'яного заводу з переробки зерна проса в крупу пшоно шліфоване та борошно продуктивністю 70 т/добу доцільно та економічно ефективно. При визначенні джерел інвестування приймають, що 53 % інвестицій здійснюється за рахунок інвестора – 41355,4 тис грн, решта – за рахунок кредиту. Тобто, сума кредиту (K) дорівнює $K = 78029,2 - 41355,4 = 37673,8$ тис грн

РОЗДІЛ 3

ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ’ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА

3.1 Загальна характеристика генерального плану підприємства

Генеральний план підприємства з переробки проса в крупи у місті Південне Одеської області є основою просторової організації об’єкта, що визначає взаємне розміщення будівель, споруд, транспортних шляхів, інженерних мереж та функціональних зон. Його розробка виконується відповідно до вимог ДБН Б.2.2–12:2019, ДБН В.2.2–28:2010, ДБН В.1.1–7:2016 та ДСанПіН 173–96, що регламентують планування територій, розміщення підприємств харчової промисловості, пожежну безпеку та санітарні розриви. Основною метою генерального плану є забезпечення раціонального використання земельної ділянки, скорочення довжини внутрішніх переміщень, розділення потоків сировини, продукції та допоміжних матеріалів, а також створення умов для безпечної та безперервної роботи підприємства. Планування починається з вибору та аналізу земельної ділянки. Враховуються такі параметри: площа, конфігурація, рельєф, рівень ґрунтових вод, напрямок переважаючих вітрів, віддаленість від житлової забудови, а також наявність під’їзних шляхів. Для підприємства круп’яної галузі принциповим є розміщення поблизу транспортних вузлів, що забезпечує підвезення зерна і відвантаження продукції без додаткових перевантажень. Функціональне зонування є базовим принципом генерального плану. Територія підприємства поділяється на окремі зони з чітко визначеним призначенням. До основних зон належать: виробнича, складська, транспортна, інженерна, адміністративно–побутова та допоміжна. Кожна зона проєктується з урахуванням взаємозв’язків із суміжними зонами, при цьому виключається перехрещення потоків.

Виробнича зона					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.П.2.5			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Міщук А.С.				Розділ 3		Літ	Аркуш
Керівник	Кустов І.О.							Аркушів
								27
Консультант							ОНТУ, 3ТЗ-41а	
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.							

розміщується у центральній частині ділянки. Таке розташування забезпечує рівномірний доступ до неї з боку складів сировини та готової продукції. Виробничі корпуси орієнтуються таким чином, щоб забезпечити прямолінійний рух матеріальних потоків. При цьому враховується можливість подальшого розширення, тому між будівлями залишаються резервні інтервали. Складська зона для зерна розміщується з навітряного боку відносно виробничих корпусів. Це зменшує перенесення пилу у напрямку виробництва. Водночас склади готової продукції розташовуються з протилежного боку, ближче до зони відвантаження. Така схема дозволяє чітко розділити потоки сировини і готової продукції. Транспортна організація території передбачає розділення потоків за напрямками руху. В'їзд для транспорту з сировиною та виїзд транспорту з продукцією не повинні збігатися. Для цього проєктуються окремі ворота або різні під'їзні напрямки. Внутрішні дороги мають забезпечувати безперервний рух транспорту без необхідності розвороту у вузьких місцях. Важливою умовою є забезпечення кільцевої схеми руху. Це дозволяє уникнути зустрічних потоків транспорту і зменшити затримки. Ширина доріг визначається з урахуванням габаритів транспортних засобів та необхідності їх роз'їзду. Інженерні мережі прокладаються з урахуванням мінімальної довжини та доступності для обслуговування. При цьому електричні, водопровідні та каналізаційні мережі розміщуються таким чином, щоб не перетинати основні транспортні шляхи без необхідності. У місцях перетину передбачаються захисні конструкції. Адміністративно-побутова зона розміщується ближче до в'їзду на територію підприємства. Це забезпечує контроль доступу та відокремлення адміністративних приміщень від виробничого середовища. Водночас зберігається можливість швидкого доступу до виробничих корпусів. Допоміжні об'єкти, зокрема ремонтні майстерні та склади матеріалів, розташовуються у віддаленні від основних потоків. Це дозволяє уникнути перешкод у роботі транспорту і забезпечує ізоляцію допоміжних процесів. Особлива увага приділяється санітарним розривам. Відстані між

будівлями встановлюються відповідно до нормативів і залежать від їх функціонального призначення. Це забезпечує нормальні умови провітрювання території, зниження рівня запиленості та безпечність роботи. Протипожежні вимоги передбачають наявність проїздів для пожежної техніки з усіх сторін будівель. Відстані між корпусами забезпечують можливість локалізації пожежі. Також передбачається розміщення джерел водопостачання для пожежогасіння. Організація території враховує ухили рельєфу. Поверхневі води відводяться у напрямку, протилежному виробничим будівлям. Це запобігає підтопленню і забезпечує довговічність споруд. Озеленення території виконується по периметру ділянки та між окремими зонами. Воно зменшує вплив пилу, створює бар'єр від вітру і покращує санітарний стан території. У межах генерального плану підприємства з переробки проса визначається повний перелік будівель і споруд, які забезпечують функціонування виробництва. Кожен елемент має чітко встановлене місце на території, визначене відповідно до його призначення, взаємозв'язків з іншими об'єктами та вимог нормативних документів. Приймально-розвантажувальний вузол розміщується безпосередньо біля в'їзду для транспорту із сировиною. До його складу входять автомобільні ваги, розвантажувальні майданчики, приймальні бункери та укриті галереї подачі зерна. Вагова розташовується перед розвантаженням, що дозволяє фіксувати масу транспортного засобу до і після операції. Розвантажувальні майданчики проектуються з урахуванням одночасного приймання декількох транспортних одиниць. Приймальні бункери розміщуються нижче рівня майданчика, що забезпечує саоплив зерна без додаткових механізмів. Від приймальних бункерів прокладаються транспортні комунікації до складів зерна. Ці комунікації виконуються у вигляді закритих галерей або підземних каналів. Їх розміщення повинно виключати перетин із транспортними шляхами або передбачати захисні конструкції у місцях перетину. Це забезпечує безпечність та безперервність переміщення сировини. Склад зерна формується у вигляді силосного

господарства. Силоси розташовуються групами з урахуванням технологічної зручності подачі зерна у виробництво. Між силосами передбачаються проходи для обслуговування та огляду. Відстані між групами силосів визначаються протипожежними нормами. Біля силосів розміщується диспетчерський пункт контролю рівня зерна та стану обладнання. Поруч із силосами розміщується вузол очищення зерна. Він включає окрему будівлю або блок у складі виробничого корпусу. Розташування цього вузла визначається необхідністю мінімізації відстані від складів зерна. Це дозволяє скоротити довжину транспортних комунікацій та зменшити втрати сировини. Основний виробничий корпус є найбільшою будівлею на території підприємства. Він розміщується у центральній частині ділянки. Орієнтація корпусу вибирається з урахуванням транспортних підходів і розміщення складів. Важливим є забезпечення достатньої висоти приміщень для розміщення вертикального обладнання і транспортних систем. До виробничого корпусу прилягає вузол фасування продукції. Він розташовується з боку складів готової продукції. Така схема дозволяє після фасування одразу направляти продукцію у складські приміщення без додаткових переміщень. Приміщення фасування повинні бути ізольовані від зон із підвищеною запиленістю. Склад готової продукції розміщується поблизу зони відвантаження. Він включає закриті приміщення для зберігання упакованої продукції, а також відкриті майданчики для короткочасного зберігання. Від складу прокладаються прямі транспортні шляхи до виїзду з території підприємства. Вузол відвантаження продукції розташовується на протилежному боці від приймального вузла. Це забезпечує розділення потоків і виключає їх перетин. До складу вузла входять автомобільні ваги, навантажувальні рампи та майданчики для очікування транспорту. Планування вузла повинно забезпечувати можливість одночасного обслуговування декількох транспортних засобів. Транспортна мережа підприємства формується з урахуванням кільцевого руху. Основна дорога проходить по периметру території і з'єднує всі функціональні зони. Від неї

відгалужуються під'їзди до окремих об'єктів. Ширина доріг визначається з урахуванням руху великовантажного транспорту. У місцях інтенсивного руху передбачаються розширення для роз'їзду. Стоянки транспорту розміщуються окремо від основних потоків. Для транспорту з сировиною і транспорту з продукцією передбачаються різні майданчики. Це дозволяє уникнути затримок і забезпечує впорядкованість руху. Інженерна інфраструктура розміщується з урахуванням безпечності та доступності. Трансформаторна підстанція розташовується на периферії території, ближче до джерела електропостачання. Вона повинна мати зручний під'їзд для обслуговування. Біля підстанції передбачаються резервні джерела електроенергії. Водопостачання забезпечується через насосну станцію і резервуари води. Вони розміщуються у віддаленні від основних будівель, але з урахуванням зручності підключення до мереж. Система водовідведення включає каналізаційні мережі і очисні споруди, які розташовуються у найнижчій точці ділянки. Котельня або інший теплогенеруючий об'єкт розміщується окремо від виробничих корпусів. Це зумовлено вимогами безпеки. Від неї прокладаються теплові мережі до всіх будівель, що потребують теплопостачання. Ремонтні майстерні розташовуються у допоміжній зоні. Вони повинні мати під'їзд для техніки і прямий зв'язок із виробничими корпусами. Поруч із майстернями розміщується склад запасних частин. Склади допоміжних матеріалів розміщуються окремо від основних складів. Вони включають приміщення для зберігання пакувальних матеріалів, мастильних речовин та інших ресурсів. Їх розташування повинно забезпечувати зручність постачання до виробничих ділянок. Майданчики для відходів розміщуються на периферії території з урахуванням напрямку вітру. Вони повинні мати окремий під'їзд, що не перетинається з основними потоками. Для кожного виду відходів передбачається окрема зона зберігання. Протипожежні елементи включають резервуари води, пожежні гідранти та під'їзні шляхи. Вони розміщуються таким чином, щоб забезпечити доступ до будь-якої будівлі. Відстані між об'єктами відповідають нормативним

вимогам. Контрольно–пропускний пункт розташовується біля основного в'їзду. Він забезпечує контроль доступу на територію підприємства. Поруч із ним розміщується адміністративна будівля. Укриття для персоналу розміщуються у безпечних зонах з урахуванням швидкого доступу з усіх ділянок підприємства. Вони повинні бути розраховані на максимальну кількість працівників зміни. Освітлення території забезпечується системою зовнішніх світильників, розташованих уздовж доріг, біля будівель і на майданчиках. Воно повинно забезпечувати безпечний рух транспорту і роботу персоналу у темний час доби.

3.2 Архітектурно–будівельні рішення

Архітектурно–будівельні рішення підприємства з переробки проса в крупи у місті Південне Одеської області визначають конструктивну схему будівель, їх об'ємно–планувальні параметри, типи огорожувальних конструкцій, матеріали, а також взаємне розташування будівель з урахуванням виробничих, санітарних і протипожежних вимог. Проектування виконується відповідно до ДБН В.2.2–28:2010, ДБН В.1.1–7:2016, ДБН В.2.6–31:2021 та суміжних нормативних документів. Основним принципом є відповідність будівель їх функціональному призначенню. Конструктивні та планувальні рішення приймаються з урахуванням розміщення обладнання, габаритів машин, маси агрегатів і умов експлуатації. Будівлі мають просту прямокутну конфігурацію, що дозволяє використовувати стандартні конструктивні елементи і забезпечує ефективне використання внутрішнього об'єму. Основною будівлею підприємства є виробничий корпус. Він виконується каркасного типу із застосуванням збірного або монолітного залізобетону чи металевих конструкцій. Вибір матеріалу каркаса залежить від навантажень, прольотів і умов монтажу. Крок колон приймається у межах 6–12 метрів, що забезпечує достатній простір для розміщення обладнання та транспортерів. Колони встановлюються на фундаментні підосви або пальові основи залежно від інженерно–геологічних умов. Висота виробничого корпусу визначається з урахуванням розміщення вертикальних машин і

транспортних систем. У нижній частині розташовуються важкі агрегати, що потребують підвищеної несучої здатності підлоги. Верхні рівні використовуються для розміщення допоміжного обладнання і транспортних систем. У разі необхідності передбачається багаторівнева схема розташування устаткування. Переkritтя виконуються із залізобетонних плит або монолітних конструкцій, що забезпечують необхідну жорсткість і здатність сприймати динамічні навантаження. У місцях встановлення важкого обладнання передбачаються локальні підсилення. Підлоги виконуються з промислового бетону з улаштуванням зміцненого верхнього шару. Поверхня підлоги має бути рівною, без порогів, із забезпеченням відведення води у разі миття. Стіни виробничого корпусу виконуються з сендвіч-панелей або легких бетонних блоків із утепленням. Така конструкція забезпечує необхідні теплотехнічні показники і швидкість монтажу. Внутрішні поверхні повинні бути гладкими, придатними для очищення і стійкими до пилу. Передбачаються технологічні отвори для прокладання комунікацій і встановлення обладнання. Покриття будівлі виконується з урахуванням кліматичних умов регіону. Застосовуються плоскі або малоскатні покрівлі з організованим водовідведенням. Несучі елементи покриття розраховуються на снігові та вітрові навантаження. У покритті передбачаються світлові ліхтарі або інші елементи природного освітлення. Віконні прорізи розміщуються з урахуванням забезпечення природного освітлення робочих зон. При цьому їх площа обмежується для зменшення тепловтрат. Дверні отвори проектується з урахуванням габаритів обладнання і транспортних засобів. У місцях інтенсивного руху передбачаються ворота промислового типу. Склад зерна виконується у вигляді силосних споруд або складських будівель. Силоси виготовляються із залізобетону або металу. Вони встановлюються на фундаментах, розрахованих на значні вертикальні навантаження. У нижній частині силосів передбачаються конусні днища або системи розвантаження. Складські будівлі для підлогового зберігання мають велику площу без внутрішніх колон або з мінімальною їх кількістю. Склад

готової продукції виконується у вигляді одноповерхової будівлі каркасного типу. Він проектується з урахуванням можливості розміщення стелажів або штабельного зберігання. Підлоги повинні витримувати навантаження від складування і роботи навантажувачів. У будівлі передбачаються рампи для навантаження продукції у транспорт. Адміністративна будівля виконується окремо від виробничих корпусів. Вона може бути дво– або триповерховою, з традиційною конструктивною схемою. У її складі передбачаються кабінети, лабораторії, побутові приміщення. Внутрішні приміщення проектується з урахуванням вимог до освітлення, вентиляції та температурного режиму. Ремонтні майстерні виконуються у вигляді окремої будівлі або блоку. Вони мають підвищену висоту для розміщення підйомного обладнання. Підлоги виконуються з урахуванням ударних навантажень. У будівлі передбачаються оглядові ями або підйомники для обслуговування техніки. Інженерні споруди, зокрема трансформаторні підстанції, насосні станції та котельні, виконуються як окремі будівлі або блоки. Вони розміщуються з урахуванням вимог безпеки і доступності для обслуговування. Конструкції цих будівель повинні забезпечувати захист обладнання від зовнішніх впливів. Фундаменти всіх будівель проектується на основі інженерно–геологічних досліджень. У разі слабких ґрунтів застосовуються пальові фундаменти. Для важких споруд використовуються масивні фундаментні плити або стрічкові конструкції. Глибина закладання визначається з урахуванням рівня промерзання ґрунту. Вентиляція виробничих приміщень виконується з урахуванням необхідності видалення пилу. Застосовуються системи механічної вентиляції з фільтрацією повітря. У адміністративних приміщеннях використовуються системи загальнообмінної вентиляції. Освітлення поділяється на природне і штучне. Штучне освітлення виконується з використанням промислових світильників, що забезпечують достатній рівень освітленості робочих зон. У разі аварій передбачається резервне освітлення.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Наукове обґрунтування модернізації існуючої технології переробки проса в Україні

Просо (*Panicum miliaceum* L.) належить до найдавніших культур, які протягом тривалого історичного періоду забезпечували харчові потреби населення різних регіонів світу і зберігають значення як важлива сировина для харчових виробництв. За даними досліджень, його вирощування започатковано на території Північного Китаю приблизно 5–6 тис. років тому, де поряд із сорго та рисом воно входило до складу основних продуктів харчування. У подальшому культура поширилася у західному напрямку, охопивши Середню та Передню Азію, де відігравала помітну роль у харчуванні як кочових, так і осілих спільнот. На території Месопотамії та Близького Сходу просо було відоме вже у II тисячолітті до н. е. і використовувалося переважно для приготування каш, коржів та ферментованих напоїв.

Асортимент продуктів переробки проса в різних країнах є достатньо широким і включає пшоняну крупу, пластівці, повітряні зерна, борошно для хлібобулочних і кондитерських виробів, а також інгредієнти для дитячого і лікувально–профілактичного харчування. У країнах Азії та Африки просо традиційно застосовують для приготування національних страв і напоїв, тоді як у Європі та Америці воно все частіше використовується як компонент продуктів здорового харчування. Найбільш поширеним видом продукції залишається пшоняна крупа, яка є основою значної кількості страв. У країнах Центральної та Східної Європи, зокрема в Україні та Польщі, пшоняна каша зберігає роль традиційного продукту і використовується як самостійна страва або гарнір. У країнах Азії, зокрема у Китаї та Індії, просо застосовують для

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.П.2.5									
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата										
Розробив		Міщук А.С.			Розділ 4				Літ		Аркуш		Аркушів	
Керівник		Кустов І.О.									35			
									ОНТУ, ЗТЗ-41а					
Консультант														
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.												

виготовлення кашоподібних страв, а також різноманітних хлібців на основі пшонаного борошна.

Борошно з проса використовується у виробництві хлібобулочних і кондитерських виробів, що зумовлено відсутністю глютену та можливістю його застосування у безглютенових рецептурах. У країнах Європи та Північної Америки воно входить до складу сумішей для випікання хліба, печива та інших виробів, а також застосовується у виробництві продукції з підвищеною харчовою цінністю. В Індії з пшонаного борошна виготовляють різні види традиційних коржів та десертних виробів. Окрему групу становлять пластівці з проса, які виробляють за аналогією з іншими зерновими культурами. Вони використовуються у складі готових сніданків, мюслів, а також у продуктах дитячого та дієтичного харчування. У країнах Західної Європи та США такі продукти входять до сегмента органічного харчування. У країнах Східної Азії, зокрема у Китаї та Кореї, поширені легкі закуски на основі сплющеного або екструдованого зерна проса. Повітряні зерна проса отримують шляхом короткочасної дії високих температур і тиску, що забезпечує їх спучування. Такі продукти використовуються як снеки, а також як складова сумішей і батончиків. У країнах Східної Азії на їх основі виготовляють солодкі вироби з додаванням цукрових сиропів або меду. В Африці просо також використовується для виробництва традиційних напоїв, зокрема ферментованих, які мають важливе соціальне значення, а також для приготування комбінованих страв із зернових і молочних компонентів.

Хімічний склад зерна проса визначається високою поживною цінністю, що зумовлена значною масовою часткою вуглеводів, достатнім рівнем білкових речовин і наявністю ліпідів, багатих на незамінні жирні кислоти. У середньому зерно містить 10–12 % білка, 65–70 % вуглеводів, 3,5–5,0 % жиру, 1,5–2,0 % клітковини та 2,5–3,0 % мінеральних речовин. Масова частка білка зазвичай становить 11,0–12,5 %, причому білковий комплекс характеризується переважанням запасних фракцій. Основну частку

складають проламіни, на які припадає близько 40–50 % загального білка, далі за вмістом ідуть глютеліни (25–30 %), тоді як альбуміни і глобуліни представлені у значно меншій кількості. У середньому співвідношення білкових фракцій можна подати таким чином: проламіни близько 45 %, глютеліни приблизно 27 %, глобуліни близько 15 %, альбуміни 10–12 %, що свідчить про переважання запасних білків у структурі зерна.

Амінокислотний склад білка проса є збалансованим за більшістю незамінних амінокислот, хоча обмежувальними залишаються лізин і треонін. Сумарна кількість незамінних амінокислот досягає приблизно 340–360 мг на 1 г білка, що становить 34–36 % від їх загального вмісту. Серед них найбільшу частку займають лейцин, фенілаланін у поєднанні з тирозином, а також валін та ізолейцин. Серед замінних амінокислот переважають глютамінова та аспарагінова кислоти, що визначає характер білкового комплексу.

Ліпідна складова зерна проса перебуває в межах 3,5–5,0 %, інколи досягаючи 5,5–6,0 % залежно від сорту. Жири зосереджені переважно у зародку та алеїроновому шарі, тому під час виробництва пшона їх масова частка знижується. Жирнокислотний склад характеризується високим вмістом ненасичених кислот, серед яких переважає лінолева (близько 42–50 %), далі йде олеїнова (30–37 %), тоді як частка насичених кислот, зокрема пальмітинової та стеаринової, є значно меншою. Вміст поліненасичених кислот сягає 44–52 %, а співвідношення ненасичених до насичених становить приблизно 3:1, що відповідає сучасним уявленням про оптимальний жирнокислотний склад харчових продуктів.

Вуглеводний комплекс зерна проса представлений переважно крохмалем, простими цукрами та харчовими волокнами, які визначають як технологічні, так і споживні властивості продуктів переробки. Загальна масова частка вуглеводів становить 65–70 %, з яких 55–60 % припадає на крохмаль. У його складі переважає амілопектин, частка якого сягає 70–75 %, тоді як амілоза становить 25–30 %. Таке співвідношення забезпечує

розсипчасту структуру готових круп'яних страв і знижує їхню клейкість. Крохмальні зерна мають невеликі розміри, у межах 2–10 мкм, що сприяє швидкому набуханню під час термічної обробки. Вміст простих цукрів не перевищує 1,5–2,0 % і представлений глюкозою, фруктозою та сахарозою, причому їх концентрація залежить від стану зерна після збирання та умов зберігання. Харчові волокна у цілому зерні становлять близько 2–3 %, однак у шліфованому продукті їх кількість істотно зменшується внаслідок вилучення оболонкових шарів.

Вітамінний склад проса включає широкий спектр сполук, серед яких переважають вітаміни групи В та токофероли. Найбільша їх концентрація характерна для зародка та алеїронового шару, тому при одержанні шліфованої крупи відбуваються значні втрати. Тіамін (В1) міститься у кількості 0,35–0,45 мг/100 г, рибофлавін (В2) – 0,18–0,25 мг/100 г, нікотинова кислота (В3) – 1,2–1,6 мг/100 г, піридоксин (В6) – 0,35–0,45 мг/100 г, фолієва кислота (В9) – 40–45 мкг/100 г. Пантотенова кислота (В5) представлена на рівні 0,6–0,8 мг/100 г, а біотин (В7) міститься у незначних кількостях. Серед жиророзчинних вітамінів переважає вітамін Е (0,6–0,9 мг/100 г), який виконує антиоксидантну функцію. Каротиноїди присутні у невеликих кількостях, але саме вони визначають забарвлення зерна і крупи.

Мінеральний склад проса характеризується наявністю значної кількості макро– і мікроелементів, локалізованих переважно у зовнішніх шарах зернівки. Загальна масова частка зольних речовин становить 2,5–3,5 %. Серед макроелементів найбільше значення має калій (200–250 мг/100 г), далі йдуть фосфор (280–300 мг/100 г) і магній (110–130 мг/100 г). Кальцій міститься у менших кількостях, а натрій присутній на низькому рівні. Серед мікроелементів виділяються залізо (2,5–4,0 мг/100 г), цинк, мідь і марганець, які виконують функції кофакторів ферментативних систем. Вміст селену становить 3–5 мкг/100 г. Характерною особливістю є підвищений рівень кремнію, який може досягати 40–60 мг/100 г і відіграє важливу роль у

мінеральному обміні. Наявність невеликих кількостей йоду та кобальту доповнює мінеральний профіль зерна проса

Попит на продукти переробки проса в Україні залишається обмеженим, що зумовлено сукупністю взаємопов'язаних чинників. Одним із ключових є трансформація структури харчування населення, внаслідок якої традиційне споживання пшоняної крупи істотно скоротилося. У сучасному раціоні вона поступово витісняється іншими круп'яними продуктами, зокрема рисом, гречкою, пшеницею та виробами з борошна, які мають стабільний попит і ширше представлені у вигляді готових до споживання продуктів. Суттєвим обмежувальним фактором є також специфічні органолептичні властивості пшона. Наявність ліпідів у зародку, а також їх схильність до окиснення під час зберігання призводять до появи гіркуватого присмаку і стороннього запаху, що знижує споживні характеристики продукту та негативно впливає на його привабливість. Окремо слід відзначити недостатній рівень розвитку культури споживання продуктів із проса. У порівнянні з країнами Азії та Африки, де просо широко використовується у складі різноманітних традиційних страв, в Україні сфера його застосування залишається обмеженою, переважно у вигляді каш. Відсутність розвиненого асортименту сучасних харчових продуктів на його основі звужує можливості використання і не сприяє розширенню попиту.

Додатковим чинником є перевага інших круп'яних культур з точки зору споживних властивостей та технологічної універсальності. Це зумовлює концентрацію виробничих ресурсів на більш затребуваних видах продукції, тоді як пшоно залишається поза активним просуванням. Внаслідок цього воно не сприймається як сучасний або зручний продукт, що обмежує його позиції на ринку.

Результати дослідження хімічного складу зерна проса, отримані для різних регіонів України та окремих сортів, дають можливість оцінити як вплив сортових ознак, так і роль ґрунтово-кліматичних умов у накопиченні основних компонентів. Усі досліджені зразки характеризуються близькими

значеннями вологості, які перебувають у межах 11,1–11,3 %. Такий рівень відповідає вимогам до безпечного зберігання і є типовим для кондиційного зерна, що надходить на переробку.

Найбільш виражені відмінності встановлено для масової частки білка. Максимальне значення зафіксовано у зразку сорту Біла альтанка, вирощеному в Одеській області, де масова частка білка становить 15,07 %. Мінімальне значення масової частки білка встановлено для аналогічного сорту, вирощеного у Хмельницькій області, де показник становить 9,36 %. Така різниця за незмінного сортового складу свідчить про визначальну роль природних умов вирощування. Проміжні значення для цього сорту отримано у зразках з Миколаївської області (11,57 %) та Черкаської області (13,20 %), що відображає поступову зміну умов від більш посушливих до більш зволжених.

Таблиця 4.1 – Результати визначення хімічного складу проса досліджуваних зразків

Сорт	Вміст вологи, %	Вміст протеїну, %	Вміст жиру, %	Вміст крохмалю, %	Вміст клітковини, %	Вміст золи, %
Біла альтанка (Одеська обл.)	11,15	15,07	2,89	66,50	5,99	2,24
Біла альтанка (Миколаївська обл.)	11,12	11,57	3,07	62,20	8,75	3,23
Біла альтанка (Черкаська обл.)	11,27	13,20	3,35	62,10	8,27	2,70
Біла альтанка (Хмельницька обл.)	11,32	9,36	3,03	64,00	10,01	3,19
Полтавське Золотисте (Чернігівська обл.)	11,30	14,03	3,25	64,00	8,37	3,45

Зразок сорту Полтавське Золотисте, вирощений у Чернігівській області, характеризується високою масовою часткою білка на рівні 14,03 %, що є близьким до максимального значення, зафіксованого для Білої альтанки в

умовах півдня. Це свідчить про здатність даного сорту забезпечувати підвищене накопичення білкових речовин навіть у відмінних за кліматичними параметрами умовах, що вказує на його добру адаптивність до умов північного Лісостепу.

Масова частка жиру у досліджених зразках перебуває в межах 2,89–3,35 %, що відповідає типовим значенням для зерна проса. Найнижчий рівень встановлено для сорту Біла альтанка, вирощеного в Одеській області (2,89 %), тоді як максимальне значення характерне для зразка з Черкаської області (3,35 %). Виявлені відмінності можна пояснити впливом кліматичних умов, які визначають інтенсивність накопичення ліпідів у зернівці.

Масова частка крохмалю, як основного компонента вуглеводного комплексу, змінюється у межах 62,1–66,5 %. Найвищий показник зафіксовано у зразку сорту Біла альтанка з Одеської області (66,50 %), що узгоджується з підвищеною масовою часткою білка і свідчить про високий рівень харчової цінності такого зерна. У зразках із Черкаської та Миколаївської областей значення крохмалю є нижчими (62,1–62,2 %), що пов'язано з більшою часткою структур оболонок, про що свідчать підвищені значення клітковини та золи. Для зразків з Хмельницької та Чернігівської областей характерні проміжні значення (близько 64,0 %), що відображає більш збалансовані умови вирощування.

Масова частка клітковини характеризується найбільшою амплітудою змін і становить 5,99–10,01 %. Мінімальне значення встановлено у зразку Білої альтанки з Одеської області (5,99 %), тоді як максимальне зафіксовано для того ж сорту з Хмельницької області (10,01 %). Підвищений рівень клітковини негативно впливає на технологічні властивості зерна, оскільки ускладнює процеси лущення та знижує вихід подрібненого ядра, а також впливає на споживні характеристики крупи. Зразки з Миколаївської та Черкаської областей характеризуються підвищеними значеннями клітковини (8,75 % і 8,27 % відповідно), що разом із високою масовою часткою золи свідчить про більшу частку квіткових плівок. Зразок сорту Полтавське

Золотисте з Чернігівської області має проміжний рівень клітковини (8,37 %), поєднуючи його з високою масовою часткою білка.

Масова частка золи, яка відображає вміст мінеральних речовин, змінюється у межах 2,24–3,45 %. Найнижче значення характерне для Білої альтанки з Одеської області (2,24 %), що свідчить про меншу частку оболонкових структур. Найвищий показник встановлено для сорту Полтавське Золотисте з Чернігівської області (3,45 %), що вказує на підвищений рівень мінерального комплексу. Для зразків Білої альтанки з Миколаївської та Хмельницької областей також характерні високі значення зольності (3,23 % і 3,19 % відповідно), тоді як зразок із Черкаської області займає проміжне положення (2,70 %), поєднуючи підвищену масову частку жиру і клітковини з помірним рівнем мінеральних речовин.

Комплексна оцінка показників свідчить, що найбільш збалансований хімічний склад характерний для сорту Біла альтанка, вирощеного в умовах Одеської області. Він поєднує високі значення білка і крохмалю з низькою масовою часткою клітковини та золи, що забезпечує високу технологічну придатність для виробництва круп із підвищеним виходом і стабільною якістю. Зразок сорту Полтавське Золотисте з Чернігівської області характеризується високим вмістом білка і мінеральних речовин, однак підвищена масова частка клітковини може обмежувати ефективність переробки. Інші зразки сорту Біла альтанка, вирощені в Миколаївській, Черкаській та Хмельницькій областях, відзначаються вищими значеннями клітковини та золи, що знижує їх технологічну привабливість, але водночас підвищує їхню цінність як джерела харчових волокон і мінеральних речовин.

4.2 Вимоги до показників якості сировини та розрахунок помельної партії

Національний стандарт України ДСТУ 5026:2008 «Просо. Технічні умови» є нормативним документом, який регламентує вимоги до якості зерна проса як сировини для переробки, зберігання та використання за різними напрямками. У стандарті терміни побудовані за принципом поділу зернової

маси на функціональні компоненти, кожен з яких має власні морфологічні та технологічні ознаки. Базовим є поняття «основне зерно», до якого відносять повноцінні зерна проса, а також зерна з незначними відхиленнями, що не виключають їх використання у переробці. Важливим є те, що до цієї категорії можуть включатися зерна з частковими дефектами, якщо вони не віднесені до домішок, що свідчить про гнучкий підхід до оцінки придатності. Поняття «зернова домішка» включає зерна проса, які втратили частину своїх технологічних властивостей. До цієї категорії належать биті, обрушені, пророслі та ушкоджені зерна. Їх об'єднання в одну групу обумовлене тим, що всі вони мають змінену реакцію на механічне навантаження. Биті зерна характеризуються порушенням цілісності ендосперму, що знижує вихід цілого ядра. Пророслі зерна мають змінену структуру крохмалю і підвищену крихкість. Обрушені зерна вже частково втратили оболонки, що робить їх поведінку у процесі лущення некерованою. Особливу увагу приділено поняттю «сміттєва домішка», яке охоплює всі компоненти, що не є зерном проса. До неї входять мінеральні частинки, органічні залишки рослин, а також насіння інших культур. У межах цієї групи виділяється підкатегорія «важковідокремлювана домішка», яка має найбільше технологічне значення. Вона включає насіння бур'янів, близьке за розмірами, формою і щільністю до зерна проса, що ускладнює їх відокремлення у процесі очищення.

Окремо у стандарті визначається поняття «поїдене зерно», під яким розуміють зерно, пошкоджене шкідниками незалежно від ступеня пошкодження. Це означає, що навіть незначне ушкодження оболонки або ядра внаслідок діяльності шкідників є підставою для віднесення зерна до домішки. Такий підхід обумовлений тим, що пошкодження змінює структуру зерна і створює умови для подальшого розвитку мікрофлори. Поняття «ушкоджене зерно» у стандарті пов'язане з впливом технологічних факторів, зокрема самозігрівання або неправильного сушіння. Такі зерна мають змінену внутрішню структуру, що проявляється у зниженні механічної міцності і нерівномірній реакції на навантаження. Включення цієї категорії

до окремого терміна дозволяє відокремити дефекти природного походження від дефектів, що виникають у процесі післязбиральної обробки. Визначення «забарвлене зерно» відображає зміну кольору квіткових плівок унаслідок несприятливих умов. Ця ознака має подвійне значення: з одного боку, вона є індикатором фізіологічного стану зерна, з іншого – впливає на його віднесення до типу за таблицею класифікації.

Окрему категорію становить термін «гостряк», який описує зерно з деформованою формою і видовженим кінцем. Такі зерна відрізняються від нормальних за геометрією і можуть поводитися інакше під час механічної обробки. Їх виділення у окрему категорію дозволяє врахувати вплив геометричних параметрів на технологічний процес.

У стандарті також використовується поняття «обрушене зерно», яке характеризує зерна з частково або повністю видаленими квітковими плівками. Ця категорія має важливе значення, оскільки такі зерна вже пройшли частковий механічний вплив і мають інші фізико–механічні властивості. Вони швидше руйнуються при подальшій обробці, що впливає на структуру продуктів переробки.

ДСТУ 5026:2008 «Просо. Технічні умови» встановлює поділ проса на типи залежно від забарвлення квіткових плівок, що є морфологічною ознакою, проте має чітко виражене технологічне значення. Виділяється три типи: перший тип охоплює зерно з білими і кремовими плівками, другий тип характеризується забарвленням від золотисто–жовтого до сіро–жовтого, третій тип включає зерно від світло–червоного до темно–коричневого забарвлення. Такий розподіл на перший погляд базується лише на кольорі, однак фактично відображає комплекс фізико–механічних властивостей оболонок. Зерно першого типу, що має світлі плівки, як правило, характеризується меншою товщиною оболонок і слабшим їх зчепленням з ядром. Це обумовлює зниження опору при механічному впливі і, відповідно, більш ефективне лущення. У процесі переробки таке зерно швидше втрачає оболонки при менших навантаженнях, що дозволяє зменшити інтенсивність

механічного впливу і знизити частку подрібненого ядра. Таким чином, перший тип має найкращі технологічні властивості з точки зору отримання високого виходу цілого ядра.

Другий тип є проміжним. Забарвлення плівок свідчить про підвищену їх щільність порівняно з першим типом, що означає більший опір луценню. Для такого зерна необхідні більш інтенсивні режими обробки, однак при правильному підборі параметрів можна досягти стабільного результату. Технологічна поведінка зерна другого типу є більш варіативною, оскільки навіть у межах одного типу спостерігається значний діапазон фізичних властивостей. Третій тип характеризується темними плівками, що зазвичай мають більшу товщину і міцніше прикріплення до ядра. Це створює підвищений опір механічному впливу і ускладнює процес відокремлення оболонок. У результаті для досягнення необхідного ступеня очищення застосовуються більш жорсткі режими, що неминуче призводить до зростання частки подрібненого ядра. Таким чином, третій тип має найгірші показники з точки зору круп'яного виробництва. Стандартом допускається наявність зерен інших типів у кількості до 10 %. Ця норма є компромісною, оскільки повне розділення зерна за типами у виробничих умовах є складним. Проте перевищення цього значення призводить до класифікації зерна як суміші типів, що має принципове значення для технології. Наявність різних типів у зерновій масі означає неоднорідність за міцністю оболонок, що ускладнює підбір режимів луцення. У такому випадку частина зерен буде недолущеною, а інша частина піддаватиметься надмірному впливу з утворенням подрібненого ядра.

ДСТУ 5026:2008 «Просо. Технічні умови» встановлює чотири класи проса і нормує сукупність показників, серед яких ключовими є вологість, масова частка ядра, крупність, вміст зернової та сміттевої домішок, а також їх структура. Вологість для всіх класів обмежується значенням не більше 13,5 %, що має універсальний характер і не диференціюється за класами. Це

свідчить про те, що показник вологості розглядається як базовий параметр безпеки і стабільності зерна, а не як критерій диференціації якості.

Масова частка ядра нормується лише для перших двох класів і становить не менше 76 % для першого класу та не менше 74 % для другого. Відсутність нормування для третього і четвертого класів є принциповим положенням, оскільки вказує на втрату значення цього показника для зерна, яке не призначене для виробництва круп. Це означає, що для нижчих класів технологічна цінність ядра не є визначальною.

Крупність зерна також нормується лише для перших двох класів і становить не менше 90 % для першого класу та не менше 80 % для другого. Цей показник визначає однорідність зернової маси за розмірами і безпосередньо впливає на рівномірність механічного впливу при обробці. Відсутність нормування для третього і четвертого класів підтверджує їх другорядне значення для процесів, де однорідність зерна є критичною.

Особливої уваги потребує аналіз зернової домішки, яка у таблиці 2 має не лише загальне обмеження, а й деталізацію за окремими видами дефектного зерна. Для першого класу загальний вміст зернової домішки не перевищує 5 %, для другого – 8 %, для третього – 4 %, для четвертого – 15 %. При цьому встановлюються окремі обмеження для складових цієї домішки. Зокрема, вміст пророслих зерен обмежується значенням не більше 1 % для перших трьох класів, що пов'язано зі зміною структури ендосперму під час проростання. Такі зерна мають знижену механічну міцність і підвищену крихкість, що призводить до збільшення частки подрібненого ядра.

Вміст обрушених зерен, тобто зерен з частково видаленими плівками, також нормується окремо. Для першого і другого класів допускається не більше 1 %, для третього – до 2 %, для четвертого – до 5 %. Наявність обрушених зерен у вихідній сировині свідчить про попередній механічний вплив і знижує керованість процесу лущення, оскільки такі зерна вже мають порушену структуру оболонки.

Особливу групу становлять ушкоджені зерна, які мають змінену внутрішню структуру внаслідок самозігрівання або неправильного сушіння. Їх вміст обмежується більш жорстко, оскільки такі зерна можуть бути джерелом нестабільності у технологічному процесі. Вони характеризуються зниженою міцністю ядра і нерівномірною реакцією на механічне навантаження.

Аналогічно деталізується і сміттєва домішка. Для першого класу її загальний вміст не перевищує 2 %, для другого – 3,5 %, для третього – 3 %, для четвертого – 8 %. У межах цього показника встановлюються обмеження для окремих складових. Вміст мінеральної домішки, зокрема піску і каміння, обмежується значенням не більше 0,5 % для перших трьох класів і не більше 1 % для четвертого. Це обмеження має важливе значення для збереження працездатності обладнання, оскільки тверді включення викликають інтенсивний знос робочих органів. Органічна домішка, яка включає частини рослин, також нормується і не повинна перевищувати 1 % для перших класів. Її наявність впливає на ефективність очищення і може спричиняти додаткове забруднення продукту. Окремо нормується вміст важковідокремлюваної домішки, до якої належать насіння бур'янів, подібні за розмірами і щільністю до зерна проса. Для перших класів цей показник обмежується мінімальними значеннями, що пов'язано зі складністю їх видалення у процесі очищення. Наявність таких домішок призводить до їх переходу у готовий продукт, що є неприпустимим для харчових цілей.

4.3 Обґрунтування схеми технологічного процесу

Схема очищення і підготовки зерна передбачає використання ситоповітряних сепараторів типу СВС–6 та каменевідбірника ОМП–6 для вилучення мінеральних домішок. Зерно після попереднього очищення у виробничому елеваторі надходить у бункери неочищеного зерна зерноочисного відділення, місткість яких забезпечує безперервну роботу підприємства протягом 25–28 годин. Далі воно подається на вагове обладнання МЕТК–058 для контролю маси.

На першій системі ситоповітряного сепаратора (СВС–6 №1) здійснюється видалення крупних домішок на сортувальному ситі з отворами 4,0–4,5 мм, дрібних домішок проходом через підсівне сито з отворами 1,5×20 мм, а легкі домішки відокремлюються у пневматичному каналі. На наступних системах застосовують сита з меншими отворами (близько 3,5 мм), що забезпечує більш точне розділення суміші. Дрібна фракція зерна разом із домішками вилучається проходом через підсівні сита з отворами 1,7×20 мм. Потоки відходів розподіляються за категоріями. До відходів III категорії відносять крупні домішки першої системи, легкі домішки з усіх систем та дрібні домішки, виділені на системі контролю. До відходів I і II категорій спрямовують сходи з сит крупних домішок та відповідні проходи і сходи систем контролю дрібних фракцій. Водотеплову обробку зерна проса, як правило, не застосовують через наявність зіпсованих зерен. За відсутності цієї обробки вони частково переходять у борошенце під час лущення і шліфування, що знижує їх вміст у готовій крупі. У разі застосування водотеплової обробки такі зерна зміцнюються і меншою мірою подрібнюються, що призводить до підвищення їх частки у кінцевому продукті.

Технологічний процес виробництва пшона включає послідовні операції: очищення і сортування зерна, лущення, сортування продуктів лущення, шліфування ядра, сортування продуктів шліфування, а також контроль готової продукції, побічних продуктів і відходів. Лущення здійснюється за схемою без проміжного відбору ядра шляхом багаторазового пропускання суміші лущених і нелущених зерен через вальцедекові верстати ВДС–600.

Після кожної лущильної системи проводять сортування продуктів шляхом провіювання у повітряних сепараторах АСО–50, де вилучають аеродинамічно легкі компоненти, зокрема лузгу, частинки подрібненого ядра і борошенце. Для підвищення ефективності очищення застосовують

дворазове послідовне провіювання. У результаті цих операцій отримують ядро проса з масовою часткою оболонок не більше 1 %.

Далі суміш продуктів спрямовується на круп'яний розсійник РКО–4, де відбувається поділ за фракціями. Ядро після додаткового провіювання надходить у накопичувальні бункери, тоді як відходи відводяться окремо.

Для виробництва продуктів швидкого приготування передбачено стадію пропарювання. Готову крупу спочатку зволожують у системі МУФВ, після чого витримують у бункерах протягом 8 годин. Далі вона подається у пропарювач ППШ, де обробляється парою під тиском близько 0,3 МПа. Після пропарювання продукт темперується, а потім надходить на плющення у верстат СМФМ.

Отриману плющену крупу сушать у сушарці типу СХО, після чого проводять сортування у просіювачі ПГ. Сходом із сортувального сита відокремлюють готові пластівці, тоді як проходи і сходи підсівних сит формують побічні продукти, зокрема частинки подрібненого ядра та борошенце. Готову продукцію транспортують у бункери, після чого направляють на пакування у машині МЕРМ–300. Фасування здійснюють у споживчу тару масою 0,8 кг або у мішки масою 20 кг. Упакована продукція подається на склад готової продукції для подальшого зберігання і відвантаження.

4.4 Розрахунок балансу помелу зерна

Кількісний баланс на підприємстві з переробки проса в крупи являє собою систему розрахунків, що відображає розподіл маси зерна між усіма продуктами, які утворюються у процесі технологічної обробки. Його сутність полягає у встановленні рівності між масою сировини, що надходить у виробництво, та сумарною масою готової продукції, побічних продуктів і відходів на виході з урахуванням технологічних втрат.

Кількісний баланс охоплює як весь технологічний процес у цілому, так і окремі його етапи, включаючи очищення, лущення, шліфування, сортування та додаткові операції, зокрема пропарювання і плющення. Для кожної стадії

визначають масову частку продуктів, що переходять у ядро, подрібнене ядро, лузгу, борошенце, частинки подрібненого ядра та інші фракції. Таким чином, баланс відображає реальний розподіл зерна залежно від його фізичних властивостей і режимів обробки. Основною функцією кількісного балансу є оцінка ефективності використання сировини. Він дозволяє визначити вихід основної продукції, зокрема шліфованого пшона або пропареної крупи, а також частку побічних продуктів і відходів. На його основі здійснюють розрахунок продуктивності обладнання, вибір і обґрунтування технологічних режимів, визначення потреби у транспортних засобах і місткостях бункерів.

Кількісний баланс також виконує контрольну функцію, оскільки дає можливість виявити відхилення у роботі технологічної лінії. Зміна співвідношення між основною продукцією та побічними фракціями може свідчити про порушення режимів лушення, шліфування або недостатню ефективність очищення зерна.

Контроль і аналіз технологічного процесу переробки проса у круп'яні продукти та пластівці доцільно здійснювати на основі балансу переробки, який забезпечує кількісну відповідність між надходженням сировини та утворенням усіх видів продукції і побічних потоків. Під балансом переробки розуміють рівність маси продуктів, що надходять на окрему операцію, етап або в цілому на технологічну лінію, і маси продуктів, які отримуються на виході з урахуванням усіх фракцій.

Кількісний баланс для розробленої технологічної лінії складено з урахуванням показників якості вихідного зерна та прийнятих технологічних режимів переробки. Отримані дані використовуються для обґрунтування параметрів обладнання, розрахунку продуктивності транспортних систем, а також визначення необхідних місткостей бункерного господарства.

Згідно з розрахунками, загальний вихід пластівців за даною технологією становить 62,1 %. При цьому пластівці крупної фракції (№1) складають 23,7 %, а дрібної фракції (№2) – 38,4 %. Співвідношення між

дрібними і крупними пластівцями становить 40:60, що свідчить про переважання більш крупної фракції у структурі готової продукції.

Побічні продукти і відходи, що утворюються у процесі переробки, раціонально використовуються у суміжних виробництвах, зокрема спрямовуються на лінію виготовлення комбікормів. Вихід дрібки становить 3,95 %, борошенця – 7,3 %, відходів I–II категорій – 2,4 %, а відходів III категорії – 18,3 %.

Структура балансу переробки відображає не лише ефективність використання сировини, але й дозволяє оцінити технологічну доцільність запропонованої лінії, зокрема за показниками виходу основної продукції та рівнем утворення побічних продуктів.

4.5 Підбір та розрахунок технологічного обладнання

При визначенні кількості технологічного обладнання продуктивність підготовчого відділення крупозаводу приймають з деяким перевищенням над продуктивністю лушильного відділення, а саме:

– при переробці проса до 20 %.

Тобто розрахункова продуктивність крупозаводу буде становити:

$$Q_p = k \cdot Q_\zeta,$$

$$Q_p = 1,17 \cdot 70 = 82 \text{ т/доб}$$

де Q_p – розрахункова продуктивність крупозаводу. т/добу,

Q_ζ – задана продуктивність крупозаводу, т/добу;

k – коефіцієнт запасу, ($k=1,17$).

Автоматичні ваги працюють надійно, якщо число зважувань на 1 хв не перевищує трьох. Тоді розрахункова маса продукту за один цикл зважування M визначається за формулою:

$$M = \frac{Q_p \cdot 1000 \cdot k_e}{24 \cdot 60 \cdot n_u},$$

$$M = \frac{82 \cdot 1000 \cdot 1,0_e}{24 \cdot 60 \cdot 2} = 28,5,$$

де $\dot{I}$ – розрахункова маса продукту за один цикл зважування, кг;

Q_p – розрахункова продуктивність крупозаводу, т/добу;

$n_{\dot{a}}$ – допустиме число зважувань за хвилину, ($n_{\dot{a}} = 1 \dots 13$);

$k_{\dot{a}}$ – коефіцієнт запасу ємності вагового бункера. Для вівса, гречки $k_{\dot{a}}=1,05$; для інших культур $k_{\dot{a}}=1,0$.

За розрахунковим значенням маси продукту за один цикл зважування M вибирають автоматичні ваги МЕТК–058.

Необхідну кількість машин для вилучення домішок із зернової маси (СВС) розраховують за формулою:

$$n = \frac{Q_p}{q_{i.e}} = \frac{Q_p}{q_{i.p} \cdot k_m},$$

$$n_{свс} = \frac{82}{6 \cdot 24 \cdot 0,75} = 0,76 \approx 1 \text{ шт}$$

де n – кількість необхідних машин, шт;

Q_p – розрахункова продуктивність крупозаводу, т/добу,

$q_{i.e}$ – експлуатаційна продуктивність машин, т/добу;

$q_{i.p}$ – паспортна продуктивність машин, т/добу;

k_o – коефіцієнт продуктивності, який залежить від фізичних властивостей культури, що переробляється, та технологічних умов використання обладнання.

Каменевідбірники

$$n = \frac{82}{24 \cdot 6} = 0,6 \approx 1 \text{ шт},$$

Вибираємо каменевідбірник марки ОМП–6

Вальцюдековий верстат

$$n = \frac{82}{24 \cdot 3,6} = 0,94 \approx 1 \text{ шт},$$

Вибираємо вальцюдековий верстат марки ВДС–600

Аспіратори

$$n = \frac{82}{5 \cdot 24} = 0.68 \approx 1 \text{ шт},$$

Вибираємо аспіратори марки АСО–50

Розсійник

$$n = \frac{82}{5,2 \cdot 24} = 0,66 \approx 1 \text{ шт},$$

Вибираємо розсійник 4–х секційний РКО–4

Просіювач

$$n = \frac{82}{24 \cdot 1,6} = 2,1 \approx 2 \text{ шт},$$

Вибираємо просіювачі ПГ–24

Підбір обладнання для воднотеплової обробки зерна полягає в розрахунку пропарювачів, сушарок та охолоджувальних колонок.

Розрахунок пропарювачів проводять за формулою:

$$n_{i\partial} = \frac{Q_p}{q_{i\partial}},$$

$$n_{np} = \frac{82}{72} = 1,14 \approx 1 \text{ шт},$$

де $n_{i\partial}$ – число пропарювачів, шт;

Q_p – розрахункова продуктивність крупозаводу, т/добу,

$q_{i\partial}$ – продуктивність пропарювача, т/добу.

Вибираємо автоматичну систему зволоження МУФВ–12а

Після короткочасного відволоження пропарене зерно спрямовується у сушарки:

$$n_{суш} = \frac{Q_p}{q_{суш}},$$

$$n_{суш} = \frac{82}{19} = 4,3 \approx 4 \text{ шт},$$

де $n_{суш}$ – число сушарок, шт;

Q_p – розрахункова продуктивність крупозаводу, т/добу,

$q_{суш}$ – продуктивність однієї сушарки, т/добу.

Так як 50% пшоняної крупи використовується для виготовлення пластівців, будемо використовувати лише 2 сушарки СХО.

Об'єм оперативних бункерів розраховують за формулою:

$$V = \frac{Q_p \cdot t}{24 \cdot \gamma \cdot k_a} \quad (6)$$

$$V_{неоч} = \frac{82 \cdot 25}{24 \cdot 0,8 \cdot 0,85_g} = 126 \text{ м}^3,$$

$$V_{відх} = \frac{82 \cdot 1}{24 \cdot 0,3 \cdot 1,0_g} = 11,4 \text{ м}^3,$$

$$V_{відв} = \frac{82 \cdot 6}{24 \cdot 0,8 \cdot 0,85_g} = 30 \text{ м}^3,$$

де V – об'єм бункерів, м³;

Q_p – розрахункова продуктивність крупозаводу, т/добу,

t – тривалість знаходження продукту в бункерах (табл. 4), год;

γ – об'ємна маса продукту, т/м³;

k_a – коефіцієнт використання бункера: $k_a = 0,85$ при відношенні висоти бункера до його ширини, що дорівнює 3 і більше; $k_a = 0,7$ при відношенні висоти до ширини, що дорівнює 1,5; $k_a = 0,6$ при відношенні висоти до ширини, що дорівнює 1,0.

Задавшись розмірами бункера можна визначити його об'єм V_1 та необхідну кількість бункерів n_a на даній технологічній операції:

$$n_a = \frac{V}{V_1},$$

$$n_{неоч} = \frac{126}{68} = 2шт,$$

$$n_{відх} = \frac{11,4}{10} \approx 1шт,$$

$$n_{\text{відв}} = \frac{30}{21} \approx 1,43 \text{ шт},$$

де $n_{\text{д}}$ – кількість бункерів, шт;

V – загальний об'єм бункерів на даній операції, м³;

V_1 – об'єм одного бункера, м³.

Місткість одного бункера визначають за формулою:

$$E_{\text{д}} = V_1 \cdot \gamma,$$

$$E_{\text{неоч}} = 68 \cdot 0,8 = 54,4 \text{ т}$$

$$E_{\text{відх}} = 10 \cdot 0,3 = 3 \text{ т}$$

$$E_{\text{відв}} = 21 \cdot 0,8 = 17 \text{ т}$$

де $E_{\text{д}}$ – місткість бункера, т;

V_1 – об'єм одного бункера, м³;

γ – об'ємна маса продукту, т/м³.

Об'єм бункерів для готової продукції визначають за формулою:

$$V_{\text{ад}} = \frac{Q_{\text{с}} \cdot 1000 \cdot P \cdot t}{24 \cdot 100 \cdot \gamma \cdot k_{\text{д}}},$$

$$V_{\text{зот.пр.}} = \frac{70 \cdot 1000 \cdot 65 \cdot 12}{24 \cdot 100 \cdot 850 \cdot 0,85} = 35 \text{ м}^3,$$

$$E_{\text{зот.пр.}} = 35 \cdot 0,85 = 30 \text{ т},$$

де $V_{\text{ад}}$ – об'єм вибійних бункерів, м³;

$Q_{\text{с}}$ – задана продуктивність крупозаводу, т/добу;

D – вихід даного виду, сорту або номера крупи, %;

t – тривалість знаходження крупи в бункері, годин,

γ – об'ємна маса крупи, кг/м³;

$k_{\text{д}}$ – коефіцієнт використання бункера.

4.6 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва. Застосування системи НАССР

Виробничо–технологічна лабораторія на підприємстві з переробки проса у крупи та пластівці являє собою спеціалізований підрозділ, діяльність якого спрямована на забезпечення стабільності технологічного процесу, відповідності продукції встановленим вимогам та раціонального використання сировини. Її робота базується на поєднанні аналітичних методів визначення якості з оперативним контролем технологічних параметрів, що дозволяє своєчасно виявляти відхилення та здійснювати їх коригування. ВТЛ функціонує як інтегрована частина виробничої системи і охоплює всі стадії переробки, починаючи з приймання зерна і завершуючи контролем готової продукції та побічних продуктів.

Основною функцією лабораторії є вхідний контроль сировини, який передбачає визначення показників, що характеризують технологічну придатність зерна проса до переробки. До таких показників належать масова частка вологи, смітної та зернової домішок, вихід ядра, а також органолептичні характеристики. Масова частка вологи визначає фізико–механічні властивості зернівки і безпосередньо впливає на ефективність процесів лушення та шліфування. Контроль домішок дозволяє оцінити ступінь засміченості зернової маси і визначити необхідні режими очищення. Вихід ядра використовується як інтегральний показник, що характеризує потенційну ефективність переробки.

Після приймання зерна ВТЛ здійснює оперативний технохімічний контроль перебігу технологічного процесу. На стадії очищення визначають ефективність роботи сепараційного обладнання шляхом аналізу відходів на вміст повноцінного зерна. Це дозволяє оцінити правильність підбору сит і режимів аспірації. На етапі лушення контролюють масову частку нелущених зерен, подрібненого ядра та лузги. Співвідношення цих показників є критерієм оптимальності режимів роботи вальцьових верстатів і кратності пропускання зерна через лушильні системи. На стадії шліфування

здійснюють контроль глибини обробки ядра шляхом визначення масової частки клітковини та золи, що відображають кількість залишкових оболонкових шарів. Контроль сортування продуктів включає визначення фракційного складу і вмісту домішок у кожній фракції, що дозволяє оцінити ефективність попередніх операцій.

Особливу роль відіграє контроль при виробництві продуктів швидкого приготування, де додатково враховують параметри водотеплової обробки. ВТЛ здійснює контроль вологості після зволоження, параметрів пропарювання, тривалості темперування і сушіння. Відхилення цих параметрів призводять до зміни структури продукту, що впливає на його споживні властивості та стабільність під час зберігання.

Вихідний контроль є завершальною стадією діяльності ВТЛ і передбачає оцінку якості готової продукції. Визначають масову частку вологи, вміст домішок, однорідність фракційного складу, а також відповідність нормативним вимогам. Одночасно контролюють побічні продукти і відходи з метою оцінки ефективності використання сировини та відповідності показників кількісного балансу.

Важливою складовою діяльності ВТЛ є ведення технологічної документації, яка забезпечує фіксацію результатів контролю і створює основу для аналізу роботи підприємства. До основних документів належать журнали вхідного контролю зерна, журнали оперативного контролю технологічних процесів, журнали контролю готової продукції, протоколи лабораторних аналізів, а також зведені відомості кількісного балансу. У цих документах фіксують результати визначення масових часток основних компонентів, показники якості продукції, а також дані щодо виходу основної продукції, побічних продуктів і відходів. Систематизація цієї інформації дозволяє здійснювати аналіз динаміки процесу і виявляти закономірності, що впливають на ефективність переробки.

Організація пробовідбору є ключовим елементом роботи ВТЛ, оскільки достовірність результатів визначається репрезентативністю відібраних проб.

Відбір проб здійснюють на всіх основних стадіях технологічного процесу. При прийманні зерна проби формують з потоку шляхом багаторазового відбору з різних шарів партії з подальшим об'єднанням у середню пробу. Для оперативного контролю у процесі переробки проби відбирають періодично, як правило через встановлені інтервали часу або після зміни режимів роботи обладнання. З кожної технологічної системи відбирають точкові проби, які об'єднують і піддають аналізу.

Маса лабораторної проби залежить від виду аналізу, проте повинна забезпечувати можливість багаторазового визначення показників з урахуванням необхідності повторних досліджень. Для зерна та проміжних продуктів вона зазвичай становить від 1 до 2 кг для середньої проби, з подальшим скороченням до аналітичної проби масою 100–200 г. Для готової продукції та побічних продуктів маса проб може бути меншою, але достатньою для проведення повного комплексу визначень.

Періодичність відбору проб визначається характером технологічного процесу і може змінюватися залежно від стабільності роботи обладнання. У сталому режимі проби відбирають не рідше ніж один раз на зміну для кожного основного продуктового потоку, тоді як при налагодженні або зміні режимів частота контролю зростає. Додатково проводять вибірковий контроль відходів з метою визначення втрат зерна і подрібненого ядра.

Технохімічний контроль на підприємстві з переробки проса у крупи та пластівці являє собою інтегровану систему науково обґрунтованих спостережень, вимірювань і аналітичних визначень, спрямованих на забезпечення стабільності технологічного процесу, досягнення нормативних показників якості продукції та раціонального використання сировини. Його зміст полягає у безперервному встановленні відповідності між властивостями зерна, параметрами технологічних впливів і характеристиками продуктів, що утворюються на кожній стадії переробки. Технохімічний контроль виконує не лише фіксуючу, але й регулюючу функцію, оскільки результати контролю

використовуються для оперативного коригування режимів роботи обладнання.

Система технохімічного контролю охоплює всі етапи виробництва і включає вхідний контроль сировини, оперативний контроль перебігу технологічного процесу та вихідний контроль готової продукції. Вхідний контроль передбачає визначення показників, що характеризують технологічну придатність зерна проса до переробки. До них належать масова частка вологи, смітної та зернової домішок, вихід ядра, а також органолептичні характеристики. Масова частка вологи визначає фізико–механічні властивості зернівки і впливає на інтенсивність її подрібнення при механічному навантаженні. Підвищена вологість зумовлює збільшення пластичності оболонок і ускладнює їх відокремлення, тоді як знижена вологість сприяє крихкості ендосперму і підвищенню виходу подрібненого ядра. Масова частка домішок визначає ступінь засміченості зерна і впливає на ефективність очищення, а вихід ядра характеризує потенційний рівень отримання крупи.

Оперативний технохімічний контроль здійснюється безпосередньо у процесі переробки і охоплює всі основні технологічні операції. На стадії очищення контролюють ефективність роботи ситоповітряних сепараторів і каменевідбірників шляхом визначення масової частки домішок у очищеному зерні та вмісту повноцінного зерна у відходах. Оптимальним є такий режим, за якого забезпечується максимальне вилучення домішок при мінімальних втратах зерна. Виявлення підвищеного вмісту зерна у відходах свідчить про необхідність коригування параметрів сепарації.

На стадії лушення технохімічний контроль спрямований на оцінку ступеня відокремлення квіткових оболонок і інтенсивності механічного впливу. Основними показниками є масова частка нелущених зерен, подрібненого ядра та лузги. Зменшення кількості нелущених зерен при одночасному обмеженні утворення подрібненого ядра свідчить про раціональний режим лушення. Надмірна інтенсивність обробки призводить

до зростання втрат у вигляді борошенця, тоді як недостатня обробка знижує ефективність подальших операцій.

Контроль шліфування ядра передбачає визначення глибини видалення оболонкових шарів. Як непрямі показники використовують масову частку клітковини і золи. Зниження цих показників свідчить про підвищення ступеня очищення, проте надмірне шліфування супроводжується втратами ендосперму і зниженням виходу крупи. Таким чином, технохімічний контроль на цій стадії спрямований на досягнення оптимального співвідношення між якістю продукції і її виходом.

Сортування продуктів лущення і шліфування контролюють за показниками фракційного складу і вмісту домішок у кожній фракції. Аналіз цих даних дозволяє оцінити ефективність роботи розсійників і аспіраційних систем, а також своєчасно виявити порушення у попередніх операціях. Особливу увагу приділяють контролю вмісту подрібненого ядра у відходах, оскільки це безпосередньо пов'язано з втратами основної продукції.

У разі виробництва продуктів швидкого приготування технохімічний контроль додатково охоплює стадії зволоження, пропарювання, темперування і сушіння. На цих етапах визначають масову частку вологи, рівномірність її розподілу, параметри температурного впливу та стан продукту після обробки. Відхилення режимів пропарювання і сушіння призводять до зміни структурно-механічних властивостей ядра, що впливає на якість пластівців.

Вихідний контроль передбачає комплексну оцінку готової продукції. Визначають масову частку вологи, вміст домішок, фракційний склад, однорідність та інші показники, що характеризують якість крупи або пластівців. Одночасно аналізують побічні продукти і відходи, що дозволяє оцінити ефективність використання сировини і відповідність фактичних показників даним кількісного балансу.

Організація технохімічного контролю передбачає чітко регламентовану систему відбору проб. Проби відбирають з потоку зерна при прийманні, після

основних технологічних операцій і з готової продукції. Відбір здійснюють у декількох точках потоку з подальшим об'єднанням у середню пробу, що забезпечує її репрезентативність. Маса середньої проби для зерна зазвичай становить 1–2 кг з подальшим скороченням до аналітичної проби масою 100–200 г. Для проміжних продуктів і готової продукції маса проби визначається з урахуванням необхідності проведення всіх видів аналізу.

Періодичність контролю залежить від стабільності технологічного процесу. У встановленому режимі роботи проби відбирають не рідше одного разу за зміну для кожного основного потоку, тоді як у період налагодження або зміни параметрів процесу контроль здійснюють частіше. Додатково проводять аналіз відходів для оцінки втрат зерна і подрібненого ядра.

Важливим елементом технохімічного контролю є ведення документації, яка забезпечує фіксацію результатів аналізів і створює основу для подальшого узагальнення даних. До основних документів належать журнали контролю якості сировини, журнали оперативного контролю технологічного процесу, журнали контролю готової продукції та відходів, а також зведені відомості кількісного балансу. Узагальнення цих даних дозволяє виявляти закономірності зміни показників і приймати обґрунтовані рішення щодо оптимізації технологічного процесу.

Впровадження системи НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points) на підприємстві з переробки проса у крупи та пластівці являє собою науково обґрунтовану організацію управління безпечністю харчової продукції, що базується на ідентифікації небезпечних чинників, оцінці ризиків та встановленні контрольованих параметрів на критичних етапах технологічного процесу. На відміну від традиційного контролю якості, який орієнтований переважно на кінцевий продукт, система НАССР спрямована на попередження небезпек на всіх стадіях виробництва.

В основі впровадження системи лежить поетапний підхід, що починається з аналізу виробничого процесу як цілісної системи. На підприємстві з переробки проса технологічна схема включає приймання

зерна, очищення, лущення, шліфування, сортування, а у разі виробництва пластівців також зволоження, пропарювання, темперування, плющення, сушіння і пакування. Для кожного з цих етапів проводиться ідентифікація потенційних небезпечних чинників, які поділяються на біологічні, хімічні та фізичні.

До біологічних небезпек належать мікроорганізми, плісняві гриби та продукти їх метаболізму, зокрема мікотоксини, які можуть бути присутні у зерні при порушенні умов зберігання. Хімічні небезпеки включають залишки пестицидів, важкі метали, а також продукти окиснення ліпідів, що можуть утворюватися у процесі зберігання і переробки. Фізичні небезпеки представлені сторонніми включеннями, такими як каміння, металеві частинки, скло, які можуть потрапляти у продукт на різних стадіях технологічного процесу.

Після ідентифікації небезпек здійснюється їх аналіз з точки зору ймовірності виникнення і ступеня впливу на безпечність продукції. На основі цього визначають критичні контрольні точки, тобто такі етапи процесу, на яких можливе запобігання, усунення або зниження небезпеки до прийняттого рівня. Для підприємства з переробки проса такими точками є, насамперед, етапи очищення, де видаляються фізичні домішки, стадія пропарювання, яка забезпечує зниження мікробного навантаження, а також операції сушіння і зберігання, де контролюється масова частка вологи.

Система НАССР передбачає також розроблення процедур моніторингу, які визначають періодичність і методи контролю для кожної критичної точки. У разі виявлення відхилень від встановлених меж застосовують коригувальні дії, спрямовані на усунення причин порушення і недопущення потрапляння небезпечної продукції до споживача. Такі дії можуть включати зміну режимів обробки, додаткове очищення, повторну обробку або вилучення продукції з технологічного потоку.

Важливим елементом системи є верифікація, яка передбачає перевірку ефективності функціонування НАССР шляхом проведення періодичних

аудитів, аналізу результатів контролю та порівняння їх із нормативними вимогами. Верифікація дозволяє оцінити адекватність встановлених критичних точок і меж, а також своєчасно вносити необхідні зміни до системи.

Документальне забезпечення є невід’ємною складовою впровадження НАССР. На підприємстві розробляють і ведуть план НАССР, журнали моніторингу критичних точок, протоколи лабораторних досліджень, записи про коригувальні дії та результати внутрішніх перевірок. Систематизація цієї інформації забезпечує простежуваність процесу і створює основу для аналізу його ефективності.

Впровадження системи НАССР тісно пов’язане з функціонуванням виробничо–технологічної лабораторії, яка забезпечує аналітичну базу для контролю небезпечних чинників і підтвердження відповідності продукції вимогам безпечності. Таким чином, технохімічний контроль і НАССР доповнюють один одного, утворюючи єдину систему управління якістю та безпечністю.

4.7 Охорона праці

Охорона праці на підприємстві з переробки проса у круп’яні продукти повинна базуватися на нормуванні та системному контролі факторів виробничого середовища, які визначають умови праці та рівень безпеки персоналу. У межах такого виробництва ключовими є пил, акустичне та вібраційне навантаження, параметри освітлення, а також вимоги електро– і пожежної безпеки. Їх оцінка здійснюється відповідно до державних санітарних норм, правил безпечної експлуатації обладнання та галузевих нормативів.

Зерновий пил у повітрі робочої зони є визначальним санітарно–гігієнічним показником. Він представлений дрібнодисперсними частинками органічного походження, які здатні тривалий час перебувати у завислому стані. Для таких аерозолів встановлено гранично допустимі концентрації, що, як правило, становлять 4–6 мг/м³ залежно від фракційного

складу та наявності домішок. Перевищення цих значень призводить до підвищеного навантаження на дихальну систему та погіршення санітарного стану повітря. Одночасно пил має здатність утворювати з повітрям вибухонебезпечні суміші, причому нижня концентраційна межа їх запалювання знаходиться у межах приблизно 40–60 г/м³. Таким чином, контроль пилу повинен забезпечувати не лише дотримання гігієнічних нормативів, але й обмеження його накопичення у виробничих об'ємах.

Акустичні умови праці характеризуються рівнем шуму, який формується роботою технологічного обладнання. Для постійних робочих місць встановлено допустимий рівень звуку, що не перевищує 80 дБА. Перевищення цього значення при тривалому впливі призводить до поступового зниження слухової чутливості та функціональних змін у центральній нервовій системі. Особливістю виробничого шуму є його широкосмуговий характер, що підсилює негативний вплив на організм. Тому оцінка акустичного середовища повинна враховувати не лише інтегральний рівень шуму, але й його спектральні характеристики.

Вібраційне навантаження виникає внаслідок роботи обертових і коливальних механізмів і передається на конструкції обладнання та робочі поверхні. За санітарними нормами рівень вібрації нормується за параметрами віброшвидкості або віброприскорення залежно від частотного діапазону. Для робочих місць встановлюються граничні значення, перевищення яких призводить до функціональних порушень опорно-рухового апарату та нервової системи. Важливою особливістю є те, що дія вібрації посилюється у поєднанні з шумом, тому їх контроль повинен здійснюватися комплексно.

Параметри освітлення виробничих приміщень визначаються необхідністю забезпечення зорового контролю за станом обладнання та якістю продукції. Нормативні значення освітленості залежать від характеру зорових робіт і для більшості операцій у круп'яному виробництві становлять не менше 200–300 лк при загальному освітленні. Для ділянок з підвищеними вимогами до точності спостереження цей показник може бути збільшений до

400–500 лк. Важливим є не лише рівень освітленості, але й її рівномірність, відсутність сліпучої дії та правильна передача кольору, що забезпечує адекватне сприйняття об'єктів.

Електробезпека визначається умовами експлуатації електрообладнання, яке функціонує у середовищі з підвищеною запиленістю та можливими коливаннями вологості. Безпечна експлуатація забезпечується відповідністю електромереж і обладнання вимогам правил улаштування електроустановок, застосуванням захисного заземлення та занулення, використанням автоматичних вимикачів і пристроїв захисного відключення. Напруга дотику та струми витоку повинні знаходитися у межах, що виключають ураження людини електричним струмом. Особлива увага приділяється ізоляції струмопровідних частин і захисту електрообладнання від проникнення пилу.

Пожежна безпека на підприємстві зумовлена наявністю значної кількості органічної сировини та пилу, що створює умови для швидкого поширення горіння. Температури самозаймання зернового пилу перебувають у межах 300–400 °С, а наявність джерел запалювання у вигляді нагрітих поверхонь або іскор підвищує ризик виникнення пожежі. Тому виробничі приміщення повинні відповідати вимогам пожежної класифікації, передбачати наявність систем вентиляції, автоматичного виявлення пожежі та первинних засобів пожежогасіння. Важливим є також контроль стану обладнання, запобігання перегріванню та накопиченню пилу у важкодоступних місцях.

РОЗДІЛ 5 СПЕЦІАЛЬНІ РОЗРАХУНКИ

5.1. Пневмотранспорт

На заводах з переробки зерна круп'яних культур використовують нагнітальні і всмоктувальні пневмотранспортні установки. Як правило, перші застосовують для транспортування зерна, борошна, висівок, кормових зернопродуктів, а другі – для проміжних продуктів розмелу зерна. Кожний вид цих установок має характерні особливості, які і визначають область їх використання.

Всмоктувальні установки використовують при невеликих відстанях транспортування і при невисоких масових концентраціях суміші ($\mu = 1 \dots 5$ кг/кг). Максимальний ліміт по тиску повітря для них не перевищує 14,5 кПа. Як повітродувні машини в установках можуть використовуватись:

- послідовно установлені вентилятори високого і середнього тиску(напір до 14,5 кПа); .
- вентилятори високого тиску (напір до 12 кПа);
- турбоповітродувна машина (напір до 11 кПа).

Переваги всмоктувальних установок полягають у відносній простоті приймальних пристроїв і високих санітарно–гігієнічних умовах їх роботи в результаті обезпилення технологічного обладнання і приймальних пристроїв.

Розрахунки пневмоустановки ведуться виходячи з вихідних даних, які представлені на площинній схемі (радіуси відводів, довжини продуктопроводів, кількість машин).

При розрахунку пневмотранспортної мережі всі вихідні дані зводять в табл. 5.1.

Після заповнення таблиці приступають до розрахунку пневмотранспортної мережі за допомогою комп'ютера. За допомогою

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.ІІ.2.5			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Міщук А.С.				Розділ 5	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник	Кустов І.О.						66	
Консультант						ОНТУ, 3ТЗ-41а		
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.							

комп'ютера розраховуємо діаметри продуктопроводів на різних ділянках мережі, витрати повітря на кожній ділянці, втрати тиску в елементах пневмотранспортної мережі (машині, приймачі, горизонтальних ділянках, відводах вертикальних ділянках, циклонах розвантажувачах). За допомогою цих розрахунків ми визначаємо діаметр циклонів розвантажувачів та загальні втрати тиску в мережі. Всі розраховані показники зводять в таблицю 5.1.

Після розрахунку всіх пневмотранспортерів уважно аналізують отримані дані, звертаючи особливу увагу на числові значення коефіцієнта концентрації суміші і загальних втрат тиску в кожному пневмотранспортері. У випадках, коли μ перевищує 5,0, необхідно перевірити вихідні дані, результати розрахунків і, якщо можливо, зменшити значення μ шляхом збільшення діаметра продуктопроводу чи швидкості повітря на вході в нього. В інших випадках необхідно передбачити два продуктопроводи замість одного для транспортування розрахункової маси продуктів.

Таблиця 5.1. – Вихідні дані для розрахунку втрат тиску в пневмотранспортерах всмоктувальної пневмотранспортної установки.

Номер пневмотранспортера	Швидкість, м/с		Навантаження розрахункове, кг/с	Тип машин 1. Вальц. верстат. 2. Вим. машина. 3. Вальц. верстат з ентолей тором 0–інші	Довжина ділянок продуктопроводу, м			Значення коефіцієнта α	Кількість відводів у продуктопроводі, шт.
	Зависання продукту	Повітря на вході в пневмотранспортер			Першої горизонтальної	Інших горизонтальних	Вертикальних		
1	9,8	24,0	1,10	0	3,97	2,2	14,54	135	2
2	9,8	24,0	1,04	0	1,04	2,39	14,65	135	2
3	9,8	24,0	0,99	0	1,06	1,53	15,29	135	2
4	9,8	24,0	0,94	0	1,22	1,25	10,68	135	2
5	9,8	24,0	1,02	0	2,03	0,33	10,68	135	2
6	9,8	24,0	1,09	0	3,11	2,53	15,58	135	2

Закінчення табл.5.1

Радіус відводу з порядковим номером,м		Кут відводу з порядковим номером		Значення коеф. В' для відводу з номером		Значення коеф.Е для відводу з номером		Значення коеф.т для відводу з номером		Значення коеф.β для відводу з номером			
										1		2	
1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	R/Dmin	R/Dmax	R/Dmin	R/Dmax
0,4	0,8	90	90	500	450	0,99	1,32	0,15	0,23	1,00	1,00	0,54	0,56
0,4	0,8	90	90	500	450	0,99	1,32	0,15	0,23	1,00	1,00	0,54	0,56
0,4	0,8	90	90	500	450	0,99	1,32	0,15	0,23	1,00	1,00	0,30	0,30
0,4	0,8	90	90	500	450	0,99	1,32	0,15	0,23	1,00	1,00	0,30	0,30
0,4	0,8	90	90	500	450	0,99	1,32	0,15	0,23	1,00	1,00	0,30	0,30
0,4	0,8	90	90	500	450	0,99	1,32	0,15	0,23	1,00	1,00	0,54	0,56

Таблиця 5.2 – Результати розрахунку втрат тиску в пневмотранспортерах всмоктувальної пневмотранспортної установки.

Номер пневмотранспортера	Навантаження розрахункове, кг/с	Швидкість, м/с		Діаметр продуктопроводу на ділянках, м		Витрати повітря, м³/с	Коефіцієнт концентрації суміші, кг/кг
		Зависання продукту	повітря на вході в продуктопровід	перший	другий		
1	1,1	9,8	24	0,1	0,11	0,1884	4,86
2	1,04	9,8	24	0,1	0,1	0,1700	5,09
3	0,99	9,8	24	0,095	0,1	0,1700	4,85
4	0,94	9,8	24	0,09	0,095	0,1526	5,13
5	1,02	9,8	24	0,095	0,1	0,1700	4,99
6	1,09	9,8	24	0,1	0,11	0,1884	4,82

Закінчення табл.6.2

Втрати тиску в елементах пневмотранспортера,кПа							Діаметр циклона– розвантажув ача ,м	Загальні втрати тиску в пневмотранспортер і,кПа
Маши ні	Прий– мачі	горизонталь них дільницях	х)відводах		вертикал ьних дільниця х	циклоні– розвантаж увачі		
			№1	№2				
1	1	0,70	1,08	0,72	4,23	0,39	0,45	9,1
1	1	0,41	1,31	0,87	5,06	0,73	0,34	10,38
1	1	0,31	1,25	0,56	4,99	0,74	0,34	9,84
1	1	0,32	1,30	0,59	4,14	0,59	0,34	8,93
1	1	1,30	1,28	0,57	4,00	0,73	0,34	8,91
1	1	0,63	1,066	0,71	4,40	0,39	0,45	9,20

Якщо втрати тиску в пневмотранспортерах розрахункової установки відрізняються більше, ніж на 1 кПа, то необхідно провести повторний розрахунок таких пневмотранспортерів (якщо це дозволяють інші параметри установки), або зробити мотивований висновок щодо кожного пневмотранспортера, втрати тиску в якому значно відхиляються від інших.

На основі результатів розрахунків, зведених в табл. 6.2, проводять повний розрахунок пневмотранспортної установки, а саме:

- підбирають пиловідділювач і визначають його опір;
- визначають подачу повітрорудовної машини;
- визначають розрахунковий повний тиск повітрорудовної машини;
- визначають розрахункову потужність електродвигуна повітрорудовної машини.

При використанні послідовно розміщених вентиляторів високого і середнього тиску для кожного з них визначають подачу , розрахунковий повний тиск і потужність електродвигуна.

Підбір пиловідділювача

Витрати повітря на вході в фільтр визначають за формулою:

$$Q_{\text{ф}} = \sum Q_i + \sum \Delta Q_{\text{ц.р}}$$

$$Q_{\text{ф}} = 1,0394 + 0,066 = 1,069 \text{ м}^3/\text{с}$$

де $Q_{\text{ф}}$ – витрати повітря на вході в фільтр $\text{м}^3/\text{с}$

$\sum Q_i$ – сумарні витрати повітря в продуктопроводах розрахункової мережі, м³/с. (Визначають з таблиці результатів розрахунку втрат тиску в пневмотранспортерах шляхом знаходження суми витрат повітря в кожному з N розрахованих пневмотранспортерів);

$\sum \Delta Q_{ц.р}$ – сумарне підсмоктування повітря в циклонах–розвантажувачах, м³/с.

Сумарне підсмоктування повітря в циклонах–розвантажувачах розраховують за формулою

$$\begin{aligned}\sum \Delta Q_{ц.р} &= N * \Delta Q_{ц.р} \\ \sum \Delta Q_{ц.р} &= 6 * 0,011 = 0,066 \text{ м}^3/\text{с}\end{aligned}$$

де N – кількість пневмотранспортерів розрахункової мережі, шт.;

$\Delta Q_{ц.р}$, – підсмоктування повітря в одному циклоні–розвантажувачі, м³/с, ($\Delta Q_{ц.р}$, приймають таким, що дорівнює $1,1 * 10^{-2}$ м³/с).

Визначення розрахункового повного тиску і подачі повітродувної машини

Розрахунковий повний тиск вентилятора високого визначають за формулою.

$$H_p = H_{птм} + H_d + H_k + H_f + H_n,$$

де $H_{птм}$ – втрати тиску в магістральному пневмотранспортері, кПа (приймають з табл. 6. 2);

H_d – втрати тиску в дросельних вставках, кПа;

H_k – втрати тиску в колекторі і з'єднувальних повітропроводах, кПа;

H_f – втрати тиску в фільтрі, кПа;

H_n – невраховані втрати тиску, кПа.

Втрати тиску в дросельних вставках приймають такими, що дорівнюють 3,0 кПа.

$$H_p = 10,38 + 3,0 + 1,0 + 1,0 = 15,38 \text{ кПа}$$

Невраховані втрати тиску приймають такими, що дорівнюють 1 кПа. Визначення діаметра колектора і з'єднувальних повітропроводів, а також втрат тиску в них проводять згідно правилам розрахунку аспіраційних

установок борошномельних заводів на комплектному обладнанні. Під час виконання дипломного проекту для попередніх розрахунків опором колектора і з'єднувальних повітропроводів H_k задаються, виходячи з наступного. При розміщенні вентилятора високого тиску на поверсі циклонів–розвантажувачів і середнього тиску на цьому ж, чи на поверсі, розташованому нижче, H_k приймають таким, що дорівнює 1 кПа. В інших випадках при більшій протяжності з'єднувальних повітропроводів $H_k = 1,5$ кПа.

Розрахунковий повний тиск вентилятора середнього тиску приймають таким, що дорівнює $H_{вст}=2,5$ кПа

Розрахунковий повний тиск вентилятора високого тиску дорівнює

$$H_{ввт} = H_{п} = 15,38 \text{ кПа}$$

де $H_{ввт}$ – розрахунковий повний тиск вентилятора високого тиску, кПа;

$H_{п}$ – загальний повний розрахунковий тиск вентиляторів, кПа.

Подача вентилятора середнього тиску $Q_{вст}$ дорівнює витратам повітря на вході в фільтр $Q_{ф}$

Подача вентилятора середнього тиску $Q_{вст}$ дорівнює витратам повітря на вході в фільтр $Q_{ф}$ з урахуванням підсмоктування в фільтрі 5%, тобто

$$Q_{ввт} = Q_{ф}$$

$$Q_{вст}=1.069 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Визначення розрахункової потужності електродвигунів вентиляторів

Розрахункову потужність на валу електродвигуна вентилятора високого тиску визначають за формулою:

$$N_{ввт} = \frac{Q_{вст} * H_{вст}}{\eta_{вст}}$$

$$N_{ввт}=(1.069 * 15,38)/0,75=21.92\text{кВт}$$

де $N_{ввт}$ – розрахункова потужність на валу електродвигуна вентилятора високого тиску, кВт;

$Q_{ввт}$ – подача повітря вентилятором високого тиску, $\text{м}^3/\text{с}$;

Нввт – розрахунковий повний тиск вентилятора високого тиску, кПа;
пввт – коефіцієнт корисної дії (ККД) вентилятора високого тиску (ККД
вентиляторів приймають з їх характеристик).

Розрахункову потужність електродвигуна вентилятора високого тиску
Не.ввт. визначають за формулою:

$$N_{e.ввт.}=1,2 \cdot N_{ввт}$$

$$N_{e.ввт.}=1,2 \cdot 21,92=26,3 \text{ кВт}$$

Розрахункова потужність електродвигуна вентилятора високого тиску
не перевищує задані нормами 55 кВт. За отриманими значеннями
розрахункової потужності підбирають електродвигуни відповідної серії,
паспортна потужність яких є ближчою більшою в порівнянні з
розрахунковою.

Підбираємо вентилятор середнього тиску МЕДА–5,5

5.2. Аспірація

Аспірація є різновидом вентиляції, за якої разом із витяжним повітрям
відводяться тверді або краплинні частинки речовин, що можуть становити
небезпеку для персоналу.

Основне призначення аспірації полягає у локалізації джерел виділення
пилу та інших домішок, що забезпечує недопущення їх поширення у повітрі
робочої зони під час виконання технологічних операцій.

Функціонування аспіраційних систем базується на переміщенні повітря
як транспортуючого середовища, яке захоплює частинки та переміщує їх до
пиловловлювальних пристроїв. У зоні повітрязабору створюється
розрідження, що забезпечує ефективне відведення пилу без його
розповсюдження у виробничому приміщенні. Уловлені домішки
транспортуються до спеціалізованого обладнання для подальшого
відокремлення.

До основних завдань аспіраційних систем належать очищення повітря
робочої зони та запобігання викидам забруднювальних речовин у

навколишнє середовище. Залежно від взаємного розташування пиловловлювальних пристроїв і вентилятора розрізняють всмоктувальні та напірні системи. Аспірація широко застосовується у виробництвах із підвищеним пилоутворенням, зокрема у дробильних, розмельних та інших подібних процесах.

Конструктивною особливістю аспіраційних мереж є використання похилих повітропроводів, що забезпечує стабільний транспорт пилоповітряної суміші. У виробництвах із нижчим рівнем запиленості застосовують пиловіддільну вентиляцію, яка відрізняється спрощеною конфігурацією повітропроводів.

Перевагами аспіраційних систем є конструктивна простота, сумісність із технологічним обладнанням, можливість автоматизації, зменшення запиленості повітря, підвищення пожежної безпеки та покращення умов праці. Разом з тим їх застосування супроводжується значними витратами електроенергії та прискореним зношуванням елементів системи, зокрема повітропроводів і вентиляторів.

Функціональне призначення аспірації включає знепилювання обладнання та виробничих приміщень, очищення зернової маси, розділення продуктів переробки, а також відведення тепла від робочих органів машин.

Аспіраційна мережа складається з обладнання, що аспірується, вентилятора, пиловловлювачів та повітропроводів. У промислових умовах застосовують переважно повітропроводи круглого перерізу діаметром 80...800 мм, виготовлені з листової сталі.

За принципом організації роботи аспіраційні установки поділяють на місцеві та центральні. Місцева аспірація обслуговує окрему машину і зазвичай використовується для обладнання, оснащеного власним вентилятором. Центральні системи забезпечують одночасне обслуговування декількох одиниць обладнання та є найбільш поширеними у виробничих умовах.

Для очищення повітря застосовують одноступеневі або двоступеневі схеми з використанням циклонів і фільтрів. Швидкість повітря у зоні відсмоктування визначається характером продукту і становить у середньому 3...4 м/с для зерна та 0,5...3 м/с для відходів і продуктів подрібнення. За відсутності повної герметизації обладнання застосовують зонтові відсмоктувачі зі швидкістю повітря не менше 4...6 м/с.

Проектування аспіраційних мереж передбачає обмеження кількості обладнання, що обслуговується однією мережею, раціональне компонування повітропроводів, мінімізацію горизонтальних ділянок і забезпечення доступності для обслуговування. Вибір пиловловлювача здійснюють з урахуванням гідравлічного опору, енерговитрат та експлуатаційних характеристик.

У промислових аспіраційних системах переважно використовують відцентрові вентилятори низького та середнього тиску. Для забезпечення ефективної роботи мережі виконують гідравлічний розрахунок, що дозволяє визначити опір окремих ділянок і забезпечити рівномірний розподіл повітряних потоків.

У складі технологічних ліній передбачають декілька аспіраційних мереж, кожна з яких обслуговує визначену групу обладнання. До їх складу входять пиловловлювачі, вентилятори та система повітропроводів, що забезпечують відведення пилу від місць його утворення.

Обладнання	Поверх розміщення	К—сть одиниць обладнання	Об’єм повітря, що відсмоктується, м ³ /год		Відомості про пиловідділювач	Відомість про вентилятор
			Від одиниці	загальний		
Аспіраційна мережа №1						
Вальцедековий верстатВДС–600	2	2	750	1500	Циклон METS–1350	MEDA–11
Ситоповітряний сепаратор СВС–6	3	2	1100	2200		
Ситоповітряний сепаратор СВС–6	4	1	1100	1100		
Каменевідбірник ОМП–6	2	1	4500	4500		
Всього:	9300					
Аспіраційна мережа №2						
Просіювач ПГ–24	2	2	3000	6000	METS–1150	MEDA–5,5
Плюшильний верстат CMFM5700	4	1	1000	1000		
Всього:	7000					

Для аспіраційної мережі №1 вибираємо циклони марки Makenas METS-1350 та вентилятори MEDA-11. Для аспіраційної мережі №2 вибираємо циклони марки Makenas METS-1150 та вентилятори MEDA-5,5. Таких циклонів достатнього для того, щоб обслуговувати задану кількість обладнання.

РОЗДІЛ 6

ЕНЕРГЕТИЧНЕ ТА МАТЕРІАЛЬНО-РЕСУРСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

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

Задачею даного розрахунку є визначення розрахункової потужності трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності, вибір потужності силових трансформаторів та установок для компенсації реактивної потужності, а також вибір перерізу жил і марки кабелів системи внутрішнього електропостачання підприємства, визначення річної витрати електроенергії та її вартість, визначення заходів економії електроенергії на підприємстві.

6.1. Розрахунок активної потужності споживання підприємством методом питомих витрат електроенергії

Розрахункову активну потужність електричної трансформаторної підстанції підприємства визначаємо методом питомого вжитку електроенергії

за формулою:

$$P_p = \frac{W_{\text{пит}} \cdot M_{\text{річ}}}{T_{\text{мах}}},$$

де P_p – розрахункова активна потужність підприємства, кВт;

$W_{\text{пит}}$ – питома витрата електроенергії для виробітки 1 т крупи,

$W_{\text{пит}} = 23 \dots 30$ кВт·год/т;

$M_{\text{річ}}$ – добове виробництво крупи, $M_{\text{річ}} = 21000$ т/рік;

$T_{\text{мах}}$ – число часів роботи підприємства за рік, $T_{\text{мах}} = 5200$ год

Визначимо розрахункову активність потужності підприємства за

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.ІІ.2.5			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Міщук А.С.			Розділ 6	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник		Кустов І.О.					76	
						ОНТУ, 3ТЗ-41а		
Консультант								
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.						

формулою:

$$P_p = 101 \text{ (кВт)}$$

Розрахункова активна потужність на освітлення приміщень лампами розжарювання складе:

$$P_{осв} = 0,1 \times P_p,$$

$$\text{Тоді,} \quad P_{осв} = 0,1 \times P_p = 0,1 \times 101 = 10,1 \text{ кВт}$$

Розрахунок повної потужності трансформаторної підстанції без урахування компенсації реактивної потужності визначається за формулою:

$$S_p = \sqrt{(P_p + P_{осв})^2 + Q_p^2},$$
$$S_p = \sqrt{(101 + 10,1)^2 + 62,6^2} = 127,5 \text{ кВ}\cdot\text{А}.$$

А з урахуванням компенсації реактивної потужності визначається за формулою:

$$S'_p = \sqrt{(P_p + P_{осв})^2 + (Q_p - Q_{к ном})^2},$$
$$S'_p = \sqrt{(101 + 10,1)^2 + (62,6 - 32,6)^2} = 115,1 \text{ кВ}\cdot\text{А}.$$

де, Q_p – розрахункова реактивна потужність;

$Q_{к ном}$ – 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.

$$\operatorname{tg} \varphi = 0,62,$$

$$Q_p = 101 \cdot 0,62 = 62,6 \text{ квар.}$$

Потужність компенсуючих пристроїв визначають за формулою:

$$Q_K = Q_p - Q_E,$$

$$Q_K = 62,6 - 30 = 32,6 \text{ квар.}$$

де Q_E – оптимальна реактивна потужність, яка задається енергосистемою, значення визначають за формулою:

$$Q_E = (0,25 \dots 0,3) \cdot (P_p + P_{осв})$$

$$Q_E = 0,27 \cdot (101 + 10,1) = 30 \text{квар.}$$

Вибираємо тип та кількість конденсаторних установок, отже КСК2–0,4–67–3У3 – 1шт.

Таблиця 6.1. – Технічні дані конденсаторних установок.

Тип	Номинальна напряга $U_{ном}$, кВ	Номинальна потужність $Q_{ном}$, квар	Номинальна ємкість $C_{ном}$, мкФ	Число рівнів регулювання	Маса, кг
КСК1–0,4– 36–3У3	0,4	36	263	1	30

Номинальна потужність компенсуючих пристроїв складе

Тоді $Q_{к ном}=36 \text{квар.}$

Потужність одного трансформатора STP повинна забезпечувати навантаження не менше 60–80% повної потужності ТП S'Pта складає:

$$STP = (0,6 \dots 0,8) \times S'P$$

$$\text{Тоді, } STP = 0,7 \times 115,1 = 80,6 \text{кВ} \cdot \text{А}$$

Вибираємо тип силового трансформатора ТМ250/10.

Таблиця 6.2. – Технічні дані силових трансформаторів

Тип	Номинальна потужність $S_{ном}$, кВ·А	Номинальна напряга, кВ		Струм холостого ходу, I_x , %	Втрати потужності, кВт		Напряга короткого замикання, $U_K\%$
		Первинна, $U_{1ном}$	Вторинна, $U_{2ном}$		Холостог о ходу, P_x	короткого замиканн я, P_K	
ТМ100/10	100	10	0,4	2,6	0,36	1,97	4,5

6.2. Перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності

Суть економічного режиму роботи трансформаторної підстанції полягає в тому, що при наявності на ній двох паралельно працюючих трансформаторів один трансформатор доцільно відключити за мінімумом електричних втрат в них згідно добовому графіку навантаження підприємства.

Використовуючи графік добового навантаження для круп'яного заводу (рис. 6.1), визначимо коефіцієнт загрузки трансформаторів:

$$K_{ЗГ} = \frac{\sum S_i \cdot t_i}{T \cdot 100},$$

де $K_{ЗГ}$ – коефіцієнт загрузки трансформаторів;

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

t_i – тривалість i -тої ділянки часу, год

Тоді, $K_{ЗГ} = (1 \times 27 + 1 \times 42 + 1 \times 38 + 2 \times 68 + 2 \times 77 + 1 \times 68 + 1 \times 80 + 2 \times 90 + 1 \times 85 + 1 \times 68 + 3 \times 77 + 2 \times 72 + 3 \times 75 + 2 \times 72 + 1 \times 75) / 24 \times 100 = 0,70$

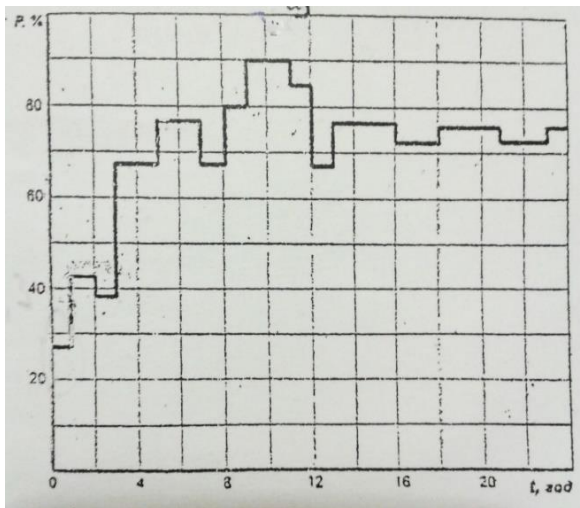


Рис. 6.1. – Графік добового навантаження круп'яного заводу

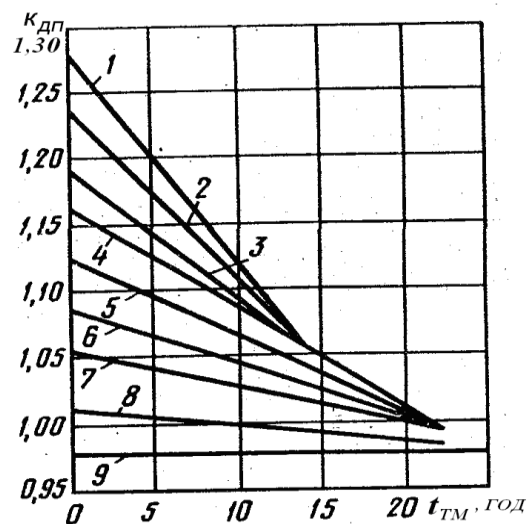


Рис. 6.2. – Графік допустимих перевантажень силових трансформаторів для $K_{ЗГ}$: 1 – 0,60; 2 – 0,65; 3 – 0,70; 4 – 0,75; 5 – 0,80; 6 – 0,85; 7 – 0,90; 8 – 0,95; 9 – 1,00.

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

$$КДП = 1,04 \text{ при } КЗГ = 0,70 \text{ і } t_M = 17 \text{ год.}$$

Потужність трансформаторів з урахуванням їх перевантажень складе:

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

де, $S_{ТП}$ – повна розрахункова потужність трансформаторної підстанції

$K_{ДП}$ – коефіцієнт додаткового перевантаження трансформаторів,
 $K_{ДП} = 1,13$.

$$\text{Тоді, } STP \geq \frac{160}{2 \cdot 1,04} = 77,0 \text{ кВ} \cdot \text{А.}$$

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

Таблиця 6.3. – Технічні дані силових трансформаторів

Тип	Номінальна потужність $S_{НОМ}$, кВ·А	Номінальна напруга, кВ		Струм холостого ходу, $I_x\%$	Втрати потужності, кВт		Напруга короткого замикання, $U_k\%$
		Первинне, $U_{1НОМ}$	Вторинне, $U_{2НОМ}$		Холостого ходу, P_x	короткого замикання, P_k	
ТМ100/10	100	10	0,4	2,6	0,36	1,97	4,5

6.3. Економічність роботи трансформаторної підстанції

Економічність роботи двотрансформаторної підстанції залежить в першу чергу, від величини навантаження трансформаторів, 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.

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

$$S_{ек} = S'_{ном} \sqrt{2 \frac{\Delta P'_{x}}{\Delta P'_{k}}}$$

$$S_{ек} = 100 \sqrt{2 \frac{0,4}{2,1}} = 62 \text{ кВ} \cdot \text{А}$$

де $\Delta P'_{x}, \Delta P'_{k}$ – приведені втрати при роботі трансформатора в режимах холостого ходу і короткого замикання.

Приведені втрати в трансформаторі визначаються за формулами

$$\Delta P'_{x} = \Delta P_{x} + K_e \Delta Q_{x}; \Delta P'_{k} = \Delta P_{k} + K_e Q_{k}$$

$$\Delta P'_{x} = 0,36 + 0,03_{x2,6=0,4}; \Delta P'_{k} = 1,97 + 0,03_{x4,5=2,1}$$

В цих формулах: $\Delta P'_{x}, \Delta P'_{k}$ – втрати активної потужності в трансформаторах при холостому ходу і при короткому замиканні, наведені в паспортних даних трансформаторів; K_e – економічний еквівалент реактивної потужності, що залежить від потужності енергосистеми ($K_e=0,02 \dots 0,05$ кВт/квар); $\Delta Q_{x}, \Delta Q_{k}$ – втрати реактивної потужності в трансформаторах при холостому ході і при короткому замиканні.

Втрати $\Delta Q_{x}, \Delta Q_{k}$ знаходять за формулами

$$\Delta Q_{x} = S'_{ном} \frac{I_{x\%}}{100}; \Delta Q_{k} = S'_{ном} \frac{U_{k\%}}{100}$$

$$\Delta Q_{x} = 100 \frac{2,6}{100} = 2,6; \Delta Q_{k} = 100 \frac{4,5}{100} = 4,5$$

Завантаження трансформаторної підстанції в процентах при знайденій потужності $S_{ек}$ буде

$$S_{ек\%} = \frac{S_{ек}}{2S_{ном}} 100\%$$

$$S_{ек\%} = \frac{62}{200} 100\% = 31\%$$

Таким чином, при зменшенні навантаження підстанції до величини $S_{ек\%}$, або менше від неї, один трансформатор можна відключити на сумарний час $\sum t$, який визначають за допомогою добового графіка навантаження підприємства.

Сумарний час Σt , коли один трансформатор на протязі доби $T=24$ год буде відключений, в процентах складатиме

$$\Delta T_{max} = \frac{\Sigma t}{T} 100\%$$

$$\Delta T_{max} = \frac{1}{24} 100\% = 4,2\%$$

При цьому кількість годин використання розрахункової активної потужності на протязі року зменшиться на

$$\Delta T'_{max} = \frac{\Delta T_{max}}{100\%} T_{max}$$

$$\Delta T'_{max} = \frac{4,2}{100\%} 7200 = 302,4$$

і складатиме $T'_{max} = T_{max} - \Delta T'_{max}$, год

$$T'_{max} = 7200 - 302,4 = 6897,6 \text{ год}$$

Таким чином, зменшення часу роботи трансформатора з T_{max} до T'_{max} відповідно зменшує втрати електроенергії в трансформаторній підстанції.

6.4. 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:

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

Отже,

$$I_p = \frac{1000 \cdot 127,5}{\sqrt{3} \cdot 380} = 194 \text{ А}$$

З урахуванням умов прокладання мереж вибираємо трьохжильні алюмінієві кабелі. Отже, за даними розрахункового струму ми вибираємо 12 х 185 мм²–х жильні алюмінієві кабелі.

Перевірку перерізу жил кабелю на допустиму втрату напруги виконують за формулою:

$$\Delta U_{\text{ном}} = \frac{10^5 \cdot (P_P + P_{\text{осв}})}{U_{\text{ном}}^2} \cdot R_L, \%$$

де $\Delta U_{\text{ном}}$ – номінальна лінійна напруга, В;

$P_P + P_{\text{осв}}$ – активна потужність силового і освітлювального навантаження, кВт;

R_L – активний опір лінії живлення, який визначають за формулою:

$$R_L = \rho \cdot \frac{L}{S},$$

В цій формулі: $\rho = 0,0312 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$ питомий опір жили алюмінієвого кабелю;

L – довжина кабелю, м;

S – площа перерізу жили кабелю, мм^2 .

$$R_L = 0,0312 \cdot \frac{95}{2220} = 0,00134 \text{ (Ом)}$$

$$\Delta U_{\text{ном}} = \frac{10^5 \cdot (101 + 10,1)}{380 \cdot 380} \cdot 0,00134 = 0,1\%.$$

6.5. Річна витрата електроенергії та її вартість

Річну витрату електроенергії знаходимо за формулою:

$$W_a = (P_P + P_{\text{осв}}) \cdot T_{\text{мах}},$$

де $P_P + P_{\text{осв}}$ – активна потужність споживання підприємством;

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

$$T_{\text{мах}} = 7200 \text{ год.}$$

$$W_a = (101 + 10,1) \cdot 7200 = 799920 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Річну вартість електроенергії визначають за формулою:

$$S_0 = d_0 \cdot W_a,$$

де d_0 – вартість 1 кВт·год електроенергії, $d_0 = 1,2078 \text{ грн/кВт} \cdot \text{год}$

$$S_0 = 799920 \cdot 1,2078 = 966144 \text{ грн.}$$

6.6. Розрахунки відносно заходів економії електроенергії на підприємстві

Виходячи із розглянутих заходів і розрахунків економії електроенергії на підприємстві можна досягнути за рахунок:

зменшення струму в лінії живлення в результаті компенсації реактивної потужності конденсаторною установкою I'_p ;

зменшення часу роботи двох з трансформаторів на протязі року $T_{\max}$ до $T'_{\max}$

зменшення витрат електроенергії на освітлення заміною ламп розражювання люмінесцентними лампами.

Після виконання компенсації реактивної потужності розрахунковий струм лінії живлення буде:

$$I'_p = \frac{1000 \cdot S_p'}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} \text{ А}$$
$$I'_p = \frac{1000 \cdot 115,1}{\sqrt{3} \cdot 380} = 175 \text{ А.}$$

Втрати електроенергії в лінії живлення будуть:

до впровадження заходів компенсації реактивної потужності:

$$W_{\text{Л}} = 3 I_p^2 R_{\text{Л}} T_{\max} \cdot 10^{-3},$$

$$W_{\text{Л}} = 3 \cdot 1942 \cdot 0,00134 \cdot 7200 \cdot 10^{-3} = 1089,3 \text{ (кВт}\cdot\text{ч)}$$

після впровадження заходів компенсації реактивної потужності:

$$W'_{\text{Л}} = 3 I_p'^2 R_{\text{Л}} T_{\max} \cdot 10^{-3}$$

$$(4.6.3.)$$

$$W'_{\text{Л}} = 3 \cdot 175 \cdot 0,00134 \cdot 7200 \cdot 10^{-3} = 886,4 \text{ (кВт}\cdot\text{ч)}$$

Річна економія електроенергії в лінії живлення буде

$$\Delta W_{\text{Л}} = W_{\text{Л}} - W'_{\text{Л}}$$

$$\Delta W_{\text{Л}} = 1089,3 - 886,4 = 202,9 \text{ (Вт}\cdot\text{ч)}$$

Втрати електроенергії в трансформаторах будуть

при паралельній роботі двох трансформаторів на протязі часу $T_{\max}$

$$W_{\text{тр}} = 2 \Delta P' k \times T_{\max}$$

$$W_{\text{тр}} = 2 \times 2,1 \times 7200 = 30240,0 (\text{кВт} \cdot \text{ч})$$

при паралельній роботі двох трансформаторів на протязі часу $T'_{\max}$

$$W'_{\text{тр}} = 2 \times \Delta P' k \times T'_{\max}$$

$$W'_{\text{тр}} = 2 \times 2,1 \times 6897,6 = 29000 (\text{кВт} \cdot \text{ч})$$

Річна економія електроенергії в трансформаторах буде:

$$\Delta W_{\text{тр}} = W_{\text{тр}} - W'_{\text{тр}}$$

$$\Delta W_{\text{тр}} = 30240 - 29000 = 1240 (\text{кВт} \cdot \text{ч})$$

Витрати електроенергії на освітлення будуть:

лампами розжарювання $W_{\text{осв}} = k q P_{\text{р}} T_{\max}$

$$W_{\text{осв}} = 0,63 \cdot 0,1 \cdot 101 \cdot 7200 = 45813,6 (\text{кВт} \cdot \text{ч})$$

люмінесцентними лампами $W'_{\text{осв}} = k q' P_{\text{р}} T_{\max}$

$$W'_{\text{осв}} = 0,63 \cdot 0,05 \cdot 101 \cdot 7200 = 22906,8 (\text{кВт} \cdot \text{ч})$$

В цих формулах приймають:

$k = 0,63$ – коефіцієнт перерахунку добового споживання електроенергії для самого короткого дня в середньодобове;

$q = 0,1$ – для ламп розжарювання;

$q' = (0,035 \dots 0,06)$ – для люмінесцентних ламп від їх типу.

Економія електроенергії від заміни освітлення лампами розжарювання на освітлення люмінесцентними лампами буде:

$$\Delta W_{\text{осв}} = W_{\text{осв}} - W'_{\text{осв}}$$

$$\Delta W_{\text{осв}} = 45813,6 - 22906,8 = 22906,8 (\text{кВт} \cdot \text{ч})$$

Загальна річна економія електроенергії буде:

$$\Delta W = \Delta W_{\text{л}} + \Delta W_{\text{осв}} + \Delta W_{\text{тр}}$$

$$\Delta W = 202,9 + 1240 + 22906,8 = 24350 (\text{кВт} \cdot \text{ч})$$

Річну вартість зекономленої електроенергії визначають за формулою:

$$\Delta S_0 = d_0 \cdot \Delta W$$

$$\Delta S_0 = 1,6078 \cdot 24350 = 39150 (\text{грн./рік}).$$

Споживачі	Втрати електроенергії, кВт.год		Економія електроенергії, кВт.год
	До впровадження заходів економії	Після впровадження заходів економії	
Кабельна лінія	1089,3	886,4	202,9
Трансформатори	30240,0	29000	1240
Освітлення	45813,6	22906,8	22906,8
Разом			24350

Висновки

Після розрахунку повна потужність електричної підстанції підприємства складає 80,6кВА, яку можливо забезпечити одним силовим трансформатором типу ТМ100/10.

Компенсацію реактивної потужності підприємства можливо здійснювати однією конденсаторною установкою типу КСК1–0,4–36–3У3.

Впроваджені заходи до компенсації реактивної потужності, зниження номінальної потужності силових трансформаторів та відключення їх в години зниження споживання електроенергії на підприємстві, вибору раціонального перерізу жил кабельних ліній живлення та заміна ламп розжарювання на люмінесцентні енергозберігаючі лампи. Ці заходи дають щорічну економію електроенергії на суму $\Delta S_0 = 39150$ (грн/рік).

РОЗДІЛ 7

ТЕХНІКО–ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

Розділ включає такі підрозділи.

7.1. Програма виробничої діяльності.

7.2. Інвестиційні витрати .

7.3. Чисельність працівників та фонд оплати праці.

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

7.5. Фінансова та економічна оцінка проекту.

7.6 Оцінка ризиків

Висновки

7.1 Програма виробничої діяльності

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

7.2 Інвестиційні витрати

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

7.3 Чисельність працівників та фонд оплати праці.

Чисельність працівників на аналогічних підприємствах – 30 чол.

Фонд оплати праці при будівництві нового підприємства або нового виробництва визначаємо за формулою:

$$\text{ФОП} = (\text{ЗПсер} \cdot \text{Ч} \cdot \text{N}) / 1000,$$

$$\text{ФОП} = (8500 \cdot 30 \cdot 12) : 1000 = 8278 \text{ тис грн}$$

ЗПсер– заробітна плата середньомісячна = 8500 грн

де N– число місяців праці, 12 місяців.

Продуктивність праці

$$\text{ПТ} = 166264 / 34 = 5060 \text{ грн/люд}$$

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.П.2.5			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Міщук А.С.			Розділ 7	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник		Кустов І.О.					87	
Консультант		Басюркіна Н.Й.				ОНТУ, ЗТЗ-41а		
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.						

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

Розрахунки собівартості продукції

Повну собівартість продукції визначають за такими калькуляційними статтями:

сировина і основні матеріали;
допоміжні матеріали
енергія;
основна і додаткова заробітна плата;
відрахування на соціальні заходи;
амортизація обладнання;
інші прямі витрати;
загальновиробничі витрати;
виробнича собівартість
адміністративні витрати;
витрати на збут;
інші витрати основної діяльності;
повна собівартість

Визначення витрат за калькуляційними статтями

Витрати на сировину і основні матеріали

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

Вартість зерна (V_z) визначається за формулою:

$$V_z = 1,05 * Ц_{з,с} * Q_z ,$$

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

Q_z – обсяг переробки зерна проса, т;

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

Оптова ринкова ціна зерна проса в регіоні будівництва підприємства без ПДВ складає 7400 грн/т.

$$V_z = 1,05 * 7400 * 18900 / 1000 = 147008 \text{ тис грн}$$

Допоміжні матеріали

Витрати на допоміжні матеріали визначаються за формулою:

$$В_m = Ц_m * Н_m * Q_{пр}$$

де $Ц_m$ – ціна матеріалу, грн/од;

$Н_m$ – норма витрат матеріалу, од/т продукції;

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

Визначення витрат на соняшникову олію:

$$В_m = Ц_{ол} * Н_{ол} * Q_{пр}$$

де $Ц_{ол}$ – ціна олії для змащування (без ПДВ), дорівнює 12 грн/кг;

$Q_{пр}$ – річний обсяг виробництва основної продукції, дорівнює 11718 тонн.

$$В_{m,ол} = 12 * 40 * 11718 / 1000 = 5625 \text{ грн}$$

Визначення витрат на пакувальні матеріали

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

У мішки фасується 50% основної продукції та 30% дрібки і борошенця, всього 6647 т $[0,5 * 11718 + 0,3 * (1077 + 1550)]$.

В пакети фасується 50% основної продукції – 5859 т $(0,5 * 11718)$.

Для фасування тонни продукції потрібно 20 мішків або 1000 пакетів.

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

Витрати на фасувальні матеріали дорівнюють:

$$В_{m,ф} = (6 * 20 * 6647 + 0,6 * 1000 * 5859) / 1000 = 798 + 3515 = 4313 \text{ тис грн}$$

Загальні витрати матеріалів складають:

$$В_m = В_{m,ол} + В_{m,ф} = 6 + 4313 = 4319 \text{ тис грн.}$$

Енергія

У дану статтю включають витрати на електроенергію, яка використовуються на технологічні потреби.

Витрати на електроенергію визначають за формулою

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

де Тел – тариф за електроенергію, в середньому за добу (без ПДВ) – 7,2 грн/кВт*год;

Нел – норма витрат електроенергії – 150 кВт*год/т основної продукції;

Qпр – річний обсяг виробництва основної продукції, дорівнює 11718 тонн.

$$\text{Вел} = 7,2 \times 150 \times 11718 / 1000 = 10109 \text{ тис грн}$$

Основна і додаткова заробітна плата

У дану статтю включається фонд основної і додаткової заробітної плати основних виробничих працівників (ФОПосн), які безпосередньо пов'язані з виготовленням продукції. Решта ФОП включається у комплексні статті непрямих витрат (загальновиробничі, адміністративні витрати, витрати на збут). ФОПосн визначено та дорівнює 1680 тис грн.

Відрахування на соціальні заходи

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

$$\text{Всоц} = 0,22 * 1680 = 370 \text{ тис грн}$$

Амортизація обладнання

Амортизаційні відрахування розраховують за формулою

$$\text{Аобл} = \text{ОПВФ} \times \frac{\text{На}}{100},$$

де ОПВФ – вартість основних промислово–виробничих фондів;

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

ОПВФбуд (по будівлі) дорівнює 9909 тис грн

ОПВФуст (по устаткуванню) дорівнює 12643 тис грн.

в т.ч. ОПВФуст,осн (по устаткуванню основного виробництва) дорівнює 9031 тис грн;

Ауст,інф (по устаткуванню інфраструктури) дорівнює 3612 тис грн

$$\text{Абуд} = 0,05 * 9909 = 495 \text{ тис грн.}$$

$$\text{Ауст} = 0,2 * 12643 = 2528 \text{ тис грн}$$

в т.ч. $A_{уст,осн} = 0,2 * 9031 = 1806$ тис грн.

$A_{уст,інф} = 0,2 * 3612 = 722$ тис грн

$A_{заг} = 495 + 2528 = 3023$ тис грн

$A_{уст,осн}$ включається у статтю «Амортизація основних виробничих фондів».

$A_{буд}$ та $\Delta A_{уст,інф}$ включаються у статтю «Загальновиробничі витрати».

Інші прямі витрати – $V_{ін,пр}$

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

$V_{ін} = 0,1 * (4319 + 2109 + 1680 + 370 + 1806) = 0,1 * 10284 = 1028$ тис грн

Загальновиробничі витрати

Загальновиробничі витрати ($V_{зв}$) визначають у розмірі 70% від усіх попередніх витрат за виключенням витрат на сировину.

$V_{зв} = 0,7 * (10284 + 1028) = 0,7 * 11312 = 7918$ тис грн

Виробнича собівартість

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

Адміністративні витрати, витрати на збут, інші витрати основної діяльності

Адміністративні витрати ($V_{адм}$), витрати на збут ($V_{зб}$), інші витрати основної діяльності ($V_{ін,од}$) визначають у розмірі, відповідно, 10%, 5%, 10% від величини виробничої собівартості за виключенням витрат на сировину.

$V_{адм} = 0,1 * 11312 = 1131$ тис грн

$V_{зб} = 0,05 * 11312 = 566$ тис грн

$V_{ін,од} = 0,1 * 11312 = 1131$ тис грн

Повна собівартість

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

Результати розрахунків за статтями зведені у таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Зведені витрати на виробництво продукції

Статті витрат	Сума витрат, тис грн
Сировина і основні матеріали	127008
Допоміжні матеріали	4319
Енергія	2109
Основна і додаткова заробітна плата	1680
Відрахування на соціальні заходи	370
Амортизація обладнання	1806
Інші прями витрати	1028
Загальновиробничі витрати	7918
Виробнича собівартість	146238
Адміністративні витрати	1131
Витрати на збут	566
Інші витрати основної діяльності	1131
Повна собівартість	149066
у т.ч. експлуатаційні витрати	146043

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

$$\text{Векс} = \text{Спов} - \text{Азаг} = 149066 - 3023 = 146043 \text{ тис грн.}$$

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

$$\text{П} = \text{РП} - \text{Спов} = 166264 - 149066 = 17198 \text{ тис грн}$$

Рентабельність продукції (Рпр)

$$R_{pr} = \frac{17198}{149066} \times 100 = 11,5\%$$

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

$$R_{vir} = \frac{\text{П}}{\text{ОПВФ} + \text{ОК}} \times 100 = \frac{17198}{22552 + 16626} \times 100 = 43,9\%$$

7.6 Фінансова та економічна оцінка проекту

Економічна оцінка проекту виконується за такими показниками:

для інвестора

строк окупності інвестицій (Ток),

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

При виконанні розрахунків приймають такі вихідні дані:

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

визначають за допомогою емпіричної формули

$$T = \frac{I}{\Pi} \times 1,5 + 1 = \frac{78029,2}{23115} \times 1,5 + 1 = 5,1 \text{ роки}$$

Приймаємо для розрахунків 5 років.

Для кредитування інвестицій прийнято такі умови.

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

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

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

Показники	Роки				
	1	2	3	4	5
Надходження коштів	443817,9	554772,4	554772,4	554772,4	554772,4
Експлуатаційні витрати	116834	146043	146043	146043	146043
Амортизаційні відрахування	3023	3023	3023	3023	3023
Проценти за кредит	7534,76	5592,96	2669,36	–	–
Балансовий прибуток	8154	14140	15187	17198	17198
Податок на прибуток	1468	2545	3094	3096	3096
Чистий прибуток	6686	11595	13093	14102	14102
Чистий прибуток, що залишається на підприємстві	–	–	–	14102	14102
Вільні грошові кошти	9709	14618	15116	17125	17125

В перший рік обсяг надходження коштів складає 80% від максимального рівня – 443817,9 тис грн ($0,8 \cdot 554772,4$), експлуатаційні витрати – 80% від максимального рівня – 116834 тис грн ($0,8 \cdot 146043$).

Сума сплати процентів за кредит у 1-ому році: $37673,8 \cdot 0,2 = 7534,76$ тис грн.

Погашення кредиту у 1-му році – 9709 тис грн.

Заборгованість по кредиту на початок 2-го року складає:

$37673,8 - 9709 = 27964,8$ тис грн.

Сума сплати процентів за кредит у 2-ому році: $27964,8 \cdot 0,2 = 5592,96$ тис грн.

Погашення кредиту у 2-му році – 14618 тис грн.

Погашення кредиту, розрахунок процентів за кредит, балансовий прибуток, чистий прибуток та вільні кошти з 3 по 5 рік представлені в таблиці 7.2.

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

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

Показники	Роки		
	1	2	3
Борг на початок року	37673,8	27964,8	13346,8
Погашення кредиту	9709	14618	13346,8
Борг на кінець року	27964,8	13346,8	–
Проценти за кредит	7534,76	5592,96	2669,36

Строк повернення боргу – 3,1 року.

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

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

Показники	Роки				
i	1	2	3	4	5
$(1 + 0,15)^i$	1,15	1,32	1,52	1,75	2,01
Вільні кошти, тис грн	9709	14618	17116	17125	17125
Дисконтована величина вільних грошових коштів, тис грн	8443	11074	11261	9786	8520
Чиста приведена вартість проекту, тис грн	-30735	-19661	-8401	1385	10500

Строк окупності інвестицій – 4,2 роки

Чиста приведена вартість інвестиційного проекту на кінець 5–го року складає 10500 тис грн,

Висновки

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

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

Показники	Розмір–ність	Значення показників
1	2	3
1. Добова потужність підприємства	тонн	70
2. Обсяги переробки зерна	тонн	18900
3. Обсяг продаж (реалізації)	тис грн	554772,4
1. Виробництво продукції в т.ч. пшоно борошно дрібка кормова борошенце	тонн	– 83714,4 445410 1077 1550
5. Повна собівартість	тис грн	149066
6. Прибуток	тис грн	17198
7. Чисельність працівників	люд	47
8. Фонд оплати праці	тис грн	2820
9. Середньомісячна заробітна плата	грн	5000
10. Продуктивність праці	тис грн/люд	3538
11. Вартість основних виробничих фондів	тис грн	22552
12. Оборотні кошти	тис грн	16626
13. Рентабельність продукції	%	11,5
14. Рентабельність виробництва	%	43,9
15. Інвестиції в т.ч. в основні виробничі фонди в оборотні кошти	тис грн	78029,2 22552 16626
16. Кредит на будівництво підприємства	тис грн	37673,8
17. Термін повернення кредиту	років	3,1
18. Термін окупності інвестицій	років	4,2
19. Чиста приведена вартість проекту за 5 років	тис грн	10500

Будівництво заводу з переробки зерна проса у пшоно шліфоване продуктивністю 70 т/добу доцільно та ефективно. Термін окупності інвестицій складає 4,2 роки, наприкінці 4–го року чиста приведена вартість проекту стає позитивною, а наприкінці 5–го року дорівнює 10500 тис грн.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Розроблений технологічний процес переробки проса передбачає послідовне виконання операцій очищення, підготовки, лушення, шліфування та подальшої обробки продуктів з отриманням як круп, так і плющеної продукції. Зерно після попереднього очищення у виробничому елеваторі надходить у бункери неочищеного зерна зерноочисного відділення, місткість яких забезпечує безперервну роботу підприємства протягом 25–28 годин. Далі зерно подається на вагове обладнання МЕТК–058 для контролю маси і спрямовується на очищення. Основне очищення здійснюється на ситоповітряних сепараторах типу СВС–6 у поєднанні з каменевідбірником ОМП–6, що забезпечує вилучення як органічних, так і мінеральних домішок.

На першій системі сепаратора видаляються крупні домішки на сортувальному ситі з отворами 4,0–4,5 мм, дрібні домішки проходять через підсівне сито з отворами 1,5×20 мм, а легкі домішки відокремлюються у пневматичному каналі. Наступні системи забезпечують більш точне розділення суміші за рахунок використання сит з меншими отворами, при цьому дрібна фракція зерна разом із домішками вилучається через підсівні сита з отворами 1,7×20 мм. Потoki відходів розподіляються за категоріями відповідно до їх складу.

Після очищення зерно надходить на лушення, яке здійснюється у вальцедекових верстатах ВДС–600 за схемою багаторазового пропускання без проміжного відбору ядра. Після кожної системи лушення продукти піддаються провіюванню у повітряних сепараторах АСО–50 з метою вилучення лузги, частинок подрібненого ядра та борошенця. Для підвищення ефективності застосовується дворазове провіювання.

Отримана суміш спрямовується на круп'яний розсійник РКО–4, де відбувається поділ продуктів за фракціями. Ядро після додаткового

					КРБ.ТЗПХіКВ.1.511-03.ІІ.2.5		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ		
Розробив	Міщук А.С.						
Керівник	Кустов І.О.						
Консультант							
Зав. кафедри	Жигунов Д.О.						
					Літ	Аркуш	Аркушів
						97	
					ОНТУ, ЗТЗ-41а		

очищення накопичується у бункерах, тоді як відходи відводяться окремими потоками. Подальше шліфування забезпечує зниження масової частки оболонок у ядрі до нормативного рівня. Для виробництва плющених продуктів передбачено додаткову обробку крупи. Продукт зволожується у системі МУФВ і відволожується протягом 8 годин, після чого надходить у пропарювач ППШ, де обробляється парою під тиском близько 0,3 МПа. Після темперування крупа подається на плющення у верстат СМФМ. Плющена крупа сушиться у сушарці типу СХО та піддається сортуванню у просіювачі ПГ. У результаті виділяються готові пластівці, а також побічні продукти у вигляді частинок подрібненого ядра і борошенця. Готова продукція транспортується у бункери та направляється на пакування у машині МЕРМ–300 з подальшим зберіганням і відвантаженням.

Будівництво заводу з переробки зерна проса у пшоно шліфоване продуктивністю 70 т/добу доцільно та ефективно. Термін окупності інвестицій складає 4,2 роки, наприкінці 4–го року чиста приведена вартість проекту стає позитивною, а наприкінці 5–го року дорівнює 10500 тис грн.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Юрковська, В., Овсянникова, Л., Валецька, Л., & Щербатюк, С. (2015, October). Споживні властивості зерна проса. In Book of abstracts International scientific and technical conference " State and prospects of food science and industry". ТНТУ.
2. Соц, С. М., Кустов, І. О., Жигунов, Д. О., Ковальова, В. П., & Ковальов, М. О. (2017). 120341 Спосіб переробки зерна проса в крупи.
3. Соц, С. М., Кустов, І. О., Жигунов, Д. О., Ковальова, В. П., & Ковальов, М. О. (2017). 120336 Спосіб переробки зерна проса в крупи.
4. Соц, С. М., Кустов, І. О., Жигунов, Д. О., Ковальова, В. П., & Ковальов, М. О. (2017). 120924 Спосіб переробки зерна проса в крупу плющено.
5. Проданик, А. М., & Самборська, О. В. (2023). АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОСА ДЛЯ ДОСТУПНОГО ЗДОРОВОГО ХАРЧУВАННЯ. Adamovics A., Millers J., 144.
6. Шевченко, Н. В. (2024). Сортові ресурси проса в Україні. Аграрні інновації, (25), 102-107.
7. Томашевський, В. Ю. (2025). РОЗВИТОК ВИРОБНИЦТВА ВІВСА ТА ПРОСА ЯК ПЕРСПЕКТИВНИХ НІШЕВИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР УКРАЇНИ. Підприємництво та інновації, (36), 34-41.
8. Sots, S., Kustov, I., Chehlatoniev, V., & Donii, O. (2024). MILLET GRAIN: PROSPECTS OF USE AND EXPANSION OF THE PRODUCT RANGE. Grain Products & Mixed Fodder's, 24(1).
9. Sots, S., Kustov, I., Voloshenko, O., & Chehlatoniev, V. (2025). MILLET IS A VALUABLE CROP FOR THE PRODUCTION OF GROATS AND GRAIN-BASED PRODUCTS. Grain Products & Mixed Fodder's, 25(1).
10. Kustov, I., Zhygunov, D., Chehlatoniev, V., Sots, S., & Chervonis, M. (2025). MILLET AS A PROMISING RAW MATERIAL FOR MODERN GROAT PRODUCTION. Food Science & Technology (2073-8684), 19(4).

11. Waghmare, R. Millet Grain Processing: Composition, Nutritional Qualities, and Potential Health. *Millet: A Sustainable And Nutritious Crop*, 227.
12. Duodu, K. G., Mehlomakulu, N. N., & Kayitesi, E. (2023). Processing of millet foods and its impact on nutraceutical and health-promoting properties. *Nutriomics of millet crops*, 1, 99-123.
13. Hassan, Z. M., Sebola, N. A., & Mabelebele, M. (2021). The nutritional use of millet grain for food and feed: a review. *Agriculture & food security*, 10(1), 16.
14. Shahidi, F., & Chandrasekara, A. (2013). Millet grain phenolics and their role in disease risk reduction and health promotion: A review. *Journal of Functional Foods*, 5(2), 570-581.
15. Abah, C. R., Ishiwu, C. N., Obiegbuna, J. E., & Oladejo, A. A. (2020). Nutritional composition, functional properties and food applications of millet grains. *Asian Food Science Journal*, 14(2), 9-19.
16. Kumar, A., Tripathi, M. K., Joshi, D., & Kumar, V. (Eds.). (2021). *Millet and millet technology* (p. 438). Singapore: Springer.
17. Liang, S., & Liang, K. (2019). Millet grain as a candidate antioxidant food resource: a review. *International Journal of Food Properties*, 22(1), 1652-1661.
18. Gulia, S. K., Wilson, J. P., Carter, J., & Singh, B. P. (2007). Progress in grain pearl millet research and market development. *Issues in new crops and new uses*, 196-203.
19. Sun, J., Yang, Z., Guo, Y., Cui, Q., Wu, X., & Zhang, Y. (2017). Compression mechanical properties and crack formation law of millet grain. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 33(18), 306-314.
20. Arya, R. K., Kumar, S. U. R. E. S. H., Yadav, A. K., & Kumar, A. (2013). Grain quality improvement in pearl millet: a review. *Forage Res*, 38(4), 189-201.

21. Kaur, P., Purewal, S. S., Sandhu, K. S., Kaur, M., & Salar, R. K. (2019). Millets: A cereal grain with potent antioxidants and health benefits. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13(1), 793-806.
22. ДСТУ 5026:2008 Просо. Технічні умови
23. Правила організації і ведення технологічного процесу на борошномельних заводах. К.: ВІПОЛ, 1998. 148 с.
24. Правила охорони праці для працівників, зайнятих на роботах зі зберігання та переробки зерна. Київ: Мін.Соц.Політики. 2017. 74 с.
25. Шутенко, Є.І. Технологія круп'яного виробництва: навч. Посібник [Текст] / Є.І. Шутенко, С.М. Соц. – К.: Освіта України, 2010. – 272 с.
26. Takhellambam, R. D., Chimmad, B. V., & Prkasam, J. N. (2016). Ready-to-cook millet flakes based on minor millets for modern consumer. *Journal of food science and technology*, 53(2), 1312-1318.
27. Goudar, G., & Sathisha, G. J. (2016). Effect of extrusion and flaking on the retention of nutrients and phenolic compounds in millet grains. *Int J Food Sci Nutr*, 1(4), 8-11.
28. Galal, W. K., Abd El-Salam, R. S., & Marie, A. M. (2024). High nutritional value instant flakes produced from various cereal grains. *Food systems*, 7(1), 84-90.
29. Hema, V., Ramaprabha, M., Saraswathi, R., Chakkaravarthy, P. N., & Sinija, V. R. (2022). Millet food products. In *Handbook of Millets-Processing, Quality, and Nutrition Status* (pp. 265-299). Singapore: Springer Nature Singapore.
30. Jaybhaye, R. V., Pardeshi, I. L., Vengaiah, P. C., & Srivastav, P. P. (2014). Processing and technology for millet based food products: a review. *Journal of ready to eat food*, 1(2), 32-48.