

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Кафедра : Технологія зернових продуктів, хліба і кондитерських виробів



ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

На тему : Удосконалення етапу крупоутворення при
сортовому помелі зерна пшениці.

(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)

Здобувача (ки) Коріненко В.В. _____

(прізвище, ініціали)

2 курсу __групи ТЗХ-51 а

Керівник Кустов І.О. _____

(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти: _____

(посада, прізвище та ініціали)

(посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від _____ 20____ р., протокол № ____.

Завідувач(ка) кафедри _____ Дмитро Жигунов _____

(назва кафедри)

(підпис)

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Одеса - 20 __рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Технологія зерна і зернового бізнесу

Кафедра Технологія зернових продуктів, хліба і кондитерських виробів

Ступінь вищої освіти Магістр

Спеціальність 181 – “Харчові Технології”

Освітня програма Технології зберігання та переробки зерна

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Жигунов Д.О.

« _____ » _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ НА КАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Коріненка Владислава Віталійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема Кваліфікаційної роботи Удосконалення етапу кропоутворення при сортовому помелі зерна пшениці.
2. Термін здачі студентом закінченого проекту 21 грудня 2023 р.
3. Затверджено наказом університету № 080-03 від 23-02-2023 р.
4. Вихідні дані до проекту Завдання на дипломну роботу, методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи, нормативно-технічна документація, література за фахом.
5. Перелік питань, які необхідно розробити Вступ, стан проблеми та перспективи її вирішення, техніко-економічне обґрунтування, технологічна частина, енергетичне та матеріально-ресурсне забезпечення, архітектурно-будівельна частина, охорона праці, охорона навколишнього середовища, техніко-економічні розрахунки
6. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) розрахункова таблиця (1 аркуш), апаратурно-технологічні схеми (4 аркуші), план головного виробничого корпусу з компонуванням основного обладнання (1 аркуш) підготовчий цех

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

РОЗДІЛ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
2,6	д.е.н., проф. Басюркіна Н.Й.		

7. Дата видачі завдання « ____ » _____

Керівник _____
(підпис)

Кустов І.О.
(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання _____
(підпис)

Коріненко В.В.
(ПІБ)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання	Зразковий об'єм, %
1.	«СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ»	25.09-28.09	5
2.	«ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ»	29.09-04.10	5
3.	«ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА»	05.10-08.10	5
4.	«НАУКОВА ЧАСТИНА»	09.10-05.11	30
5.	«ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА»	06.11-23.11	40
6.	«ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ»	01.12-05.12	5
	«ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ»	06.12-07.12	5
	Оформлення графічної частини проекту і розрахунково-пояснювальної записки	08.12-10.12	10

Здобувач-дипломник _____
(підпис)

Коріненко В.В.

(ПІБ)

Керівник _____
(підпис)

Кустов І.О.

(ПІБ)

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-дипломник _____
(ПІБ)

Коріненко В.В.

(підпис)

ЗМІСТ

Анотація.....	5
Вступ.....	7
Розділ 1. Станд,проблеми та перспективи її вирішення.....	9
1.1. Характеристика об'єкта.....	10
1.2. Мета і завдання проекту.....	11
Розділ 2. Техніко-економічне обґрунтування.....	12
Розділ 3. Характеристика технологічних об'єктів та комунікацій генерального плану підприємства.....	17
3.1. Загальна характеристика генерального плану підприємства.....	17
3.2. Архітектурно-будівельні рішення.....	18
Розділ 4. Технологічна частина.....	23
4.1. Обґрунтування асортименту та формування показників якості готової продукції.....	28
4.2. Характеристика сировини (вимоги до її якості).....	32
4.3. Аналіз та обґрунтування схеми технологічного процесу.....	35
4.4. Вибір, розрахунок, підбір технологічного обладнання.....	39
4.5. Проектування комунікації.....	46
4.6. Технохімічний контроль виробництва. Застосування системи НАССР.....	48
4.7. Охорона праці.....	50
Розділ 5. Спеціальні розрахунки.....	59
5.1 Аспірація і пневмотранспорт.....	67
Розділ 6. Техніко-економічні показники підприємства.....	94
Висновки та пропозиції.....	103
Список використаних джерел.....	111

АНОТАЦІЯ

Представлена наукова робота на тему: «Удосконалення етапу крупотворення при сортовому помелі пшениці».

Актуальність теми

Технологічні властивості зерна пшениці мають вирішальне значення при переробці зерна пшениці в борошно та крупи, саме тому дослідження залежностей їх зміни є однією із актуальних і важливих проблем технології зберігання і переробки зерна. Чим вища крупність зерна, тим вище технологічна ефективність роботи зернопереробного підприємства. В літературних джерелах не знайдено вичерпної інформації щодо змін технологічних властивостей зерна пшениці однієї партії зерна пшениці різної крупності, тому виникає необхідність вивчення залежності технологічних властивостей зерна різних фракцій крупності від його розмірів.

Вивчення вимог, що пред'являються до якості борошна, стандарти різних країн свідчать про необхідність поглибленого вивчення такого показника, як крупність борошна.

Метою науково-дослідної роботи є розробка універсального методу визначення крупності та гранулометричного складу зерна та борошна незалежно від виду чи його сорту.

У роботі експериментально досліджено 40 зразків борошна пшеничного, вищого та 1 сорту, з обстеженням зразків за фізико-технологічними та хіміко-технологічними показниками.

Виявлено, що показники зольності в борошні вищого сорту коливалися в межах 0,48-0,58%, однак з 20 досліджуваних зразків 4 перевищують значення на 0,01- 0,03%, при цьому середнє значення становить 0,52% з мінімальним 0,48% у 2 зразках.

Показник пошкодженого крохмалю (SD) варіювався від 18 до 25,6 ucd. Для борошна вищого сорту рекомендована норма цього показника становить 18-23 ucd. Значення 5 досліджуваних зразків перевищують ці межі, що свідчить про надмірне подрібнення.

Середньозважений розмір частинок варіювався від 66 до 83 μm , з середнім значенням 74 μm . За отриманими значеннями індексу розміру частинок (PSI) встановлено, що 8 зразків борошна відповідають категорії Medium soft (середньої м'якості), 3 – Hard (твердої), 5 – Medium hard (середньої твердості), 4 – Soft (м'якої).

На основі всіх отриманих даних були встановлені кореляційні взаємозв'язки між показниками якості борошна.

В процесі роботи було проведено техніко-економічне обґрунтування та визначені основні техніко-економічні показники. За рахунок впровадження методу планується збільшити кількість випуску продукції, а саме борошна сортового (вищого сорту) про цьому приріст реалізованої продукції дорівнюватиме 2,7 млн. грн. При інвестиціях розміром майже 7 млн. грн. вони окупляться за 2,5 роки.

Кваліфікаційна робота складається із розрахунково-пояснювальної записки, що включає в себе 6 розділів у кількості 112 сторінок (26 таблиць, 9 рисунків) та 9 листів графічного матеріалу.

В процесі досліджень, за отриманими результатами, було опубліковано 3 тези в наукових виданнях [37,38,39].

Ключові слова: Технологічна схема, мука, помел, крупоутворення, етап збагачення, драні системи.

ВСТУП

Борошномельну промисловість є важливою ланкою агропромислового комплексу, оскільки вона забезпечує виробництво основних продуктів харчування людей - борошна, манної крупи. Борошномельна промисловість тісно зв'язана із сільськогосподарським виробництвом та іншими галузями промисловості, насамперед хлібопекарської. Хлібні продукти містять у своєму складі важливі поживні речовини (білки, вуглеводи та ін.), необхідні для нормальної життєдіяльності людини.

Ефективність технологічних процесів виробництва борошна визначається рівнем використання зерна й електроенергії, а також якістю борошна, що виробляється. На ефективність переробки зерна в борошно впливають технологічні властивості зерна, що переробляється, структура і режими технологічного процесу на борошномельному заводі, склад технологічного і транспортного устаткування.

Технологічні процеси переробки зерна в борошно супроводжуються складними структурно-механічними, фізико-хімічними і біохімічними змінами в зерні і готовій продукції. Тому знання закономірностей зазначених змін не тільки складає сутність вивчення технології борошномельного виробництва, але і є основою подальшого удосконалювання технологічних процесів переробки зерна в борошно.

Через неоднорідності анатомічної будови та хімічного складу зерна і його анатомічних частин технологічний процес на сучасному борошномельному заводі складний і визначається багатостадійністю, впливом на результати виробництва багатьох одночасно діючих факторів при високій швидкості їх дії, що ускладнює управління такими процесами.

- підготовка зерна до помелу в зерноочисному відділенні мукомельного заводу, яка включає очистку зерна від домішок, очист

поверхні зерна, водно-теплову обробку, остаточне формування помельних партій;

- переробка зерна в розмельному відділенні, яка складається з первинного здрібнювання зерна з сортуванням проміжних продуктів (драний процес), збагачення проміжних продуктів, розмелу збагачених проміжних продуктів з сортуванням продуктів і одержанням муки (розмельний процес);

- пакування муки у вибійному відділенні в мішки або пакети, а потім її складування безтарно у бункери або в мішках і зберігання деякий час для дозрівання;

- відвантаження муки і висівок на різні види транспорту.

Особливістю борошномельного виробництва на сучасних заводах є високий рівень механізації та автоматизації виробничих процесів. Для управління таким складним виробництвом необхідні висококваліфіковані кадри спеціалістів, озброєні знаннями та уміннями, достатніми для забезпечення ефективного використання природних ресурсів зерна і виробництва борошна високої якості.

1. Стан проблеми та перспективи її вирішення

Південь України завжди славився багатим врожаєм золотої пшениці, що забезпечило визнання України як житниці Європи. Саме тому, в 1844 році був заснований Одеський КХП.

1.1 Характеристика об'єкта

Продуктивність млина складала 300 т/доб борошна 2-сортного помелу. Це було зразкове підприємство, одне з найкрупніших та найкрасивіших у Радянському Союзі.

В 1945 році мельзавод був підірваний та спалений. У 1949 році його відновили.

В 1955 році комбінат був учасником ВДНГ.

Перші персональні комп'ютери з'явилися на комбінаті у 1988 році.

Після технічного переозброєння у 90-х роках на мельзаводі впроваджено дві самостійні секції : секція 1 – 2-сортного хлібопекарного помелу добовою продуктивністю 335т/доб; секція 2 – 3-сортного макаронного помелу твердої чи м'якої високоскловидної пшениці добовою продуктивністю 250т/доб.

Для управління обладнанням комбінату у приміщенні диспетчерської установили пульт управління для борошна хлібопекарської секції, макаронної та відділення готової продукції.

Для виробництва борошна з високими споживчими характеристиками, філія «Одеський комбінат хлібопродуктів» переробляє високоякісне зерно, приділяючи велику увагу підготовці зерна до помелу. На комбінаті організований і постійно діє лабораторний контроль виробничо-технологічною лабораторією підприємства.

Завдяки наполегливій праці команди висококваліфікованих спеціалістів підприємство повністю орієнтується на виявлення та задоволення потреб споживачів.

В результаті тривалого строку експлуатації мельзаводу Одеського КХП, ряду проведених реконструкцій добова продуктивність була доведена до 710 т переробки зерна. Вихід продукції : борошно вищого сорту – 22%, крупа манна

– 1%, борошно першого сорту – 42%, борошно другого сорту – 10%; загальний вихід – 75%.

1.2 Мета і завдання проекту

Удосконалення крупоутворення при сортовому помелі зерна.

Підвищення якості та виходу борошна залишаються актуальними для більшості млинів сортового помелу пшениці, що вимагає пошуку гарантованих і економічно виправданих шляхів їх вирішення. Одним з напрямків такого пошуку є етап двухстадійного здрібнення. Для цього використовують восьмивальцеві верстати, після подрібнення на першій парі (верхніх) вальців, продукт без сортування в розсвіві направляють на наступну пару вальців, а після сортують в розсвіві.

Використання двухстадійного подрібнення дає ряд переваг:

- зменшення кількості вальцьових верстатів;
- зниження необхідної площі для верстатів;
- скорочення фільтруючої поверхні;
- зниження навантаження на пневмотранспорт, зниження кількості самопливів;
- зниження витрат на технологічне обслуговування.

З скороченням числа пневматичних установок, зменшується кількість повітря необхідного для пневмотранспорту, а отже, скорочується кількість вентиляторів, що зменшує енерговитрати на млині. Невелике скорочення кількості повітря, необхідного для продувки фільтрів, а також значне зменшення кількості повітря, який викидається в зовнішнє середовище, що особливо важливо з урахуванням підвищення вимог з охорони навколишнього середовища, дозволяють поряд з енергією заощадити і витрати чистого повітря.

Етап двухстадійного здрібнення був застосований в даному проекті, де були встановлені восьмивальцеві верстати Makenas MERM 250*1000*8 для I+II драної системи та для 1+2 розмельних систем.

1.1 Характеристика об'єкта

Проблеми подальшого розвитку науки і промисловості переробки зерна пов'язані з необхідністю ефективнішого і раціональнішого використання зерна для забезпечення зростаючих потреб населення. Для вирішення вказаних проблем необхідно досягти високого рівня функціонування всіх рівнів зернопереробного комплексу, основні напрями якого наступні:

Забезпечити підвищення якості зерна, як основного чинника, що впливає на якість зернових продуктів.

Вирішити наукові і практичні питання відносно формування помельних партій зерна для підвищення стабільності і ефективності технологічних процесів його переробки.

Постійно вивчати технологічні і біохімічні властивості існуючих і нових сортів пшениці і розробляти ефективні методи їх переробки в різні продукти.

Істотно розширити асортимент зернових продуктів з максимальним використанням природного потенціалу зерна.

Удосконалити комплексну механізацію і автоматизацію процесів переробки зерна в крупу. Ввести “критичні” засоби автоматизації (регулятори витрат зерна, системи автоматичного зволоження, автоматичні засуви для силосів, тензометричні ваги і дозатори, датчики

рівня і температури зерна, комп'ютерні системи обліку і управління, мікропроцесорні системи управління механізмами і маршрутами).

Продовжити введення нових технологічних процесів і устаткування для переробки зерна в продукти, які забезпечували б істотне зниження витрат електроенергії на їх виробництво, а також витрат зерна.

2. Техніко–економічне обґрунтування будівництва борошномельного заводу потужністю 250 т/добу

2.1. Маркетингові дослідження, обґрунтування доцільності будівництва підприємства та його виробничої потужності. (Проект виконується в учбових цілях).

Будівництво високоефективного та сучасного борошномельного заводу планується у Київській області. Метою будівництва є отримання прибутку від виробництва та реалізації борошна.

Даний дипломний проект входить до складу комплексного дипломного проекту «Будівництво борошномельного заводу потужністю 250 тонн на добу у Київській області», який включає в себе такі етапи проектування:

Режим роботи підприємства приймаємо безперервний, в три зміни, з зупинкою на капітальний ремонт – 30 діб, святкових – 10 діб та на проведення поточного обслуговування – 22 доби, з тривалістю однієї декадної зупинки – 16 год, інші зупинки – 3 дні.

Робочий період (Р) підприємства складає:

$$P=365 - 30 - 22 - 10 - 3 = 300 \text{ діб}$$

На протязі року борошномельний завод буде переробляти:

$$Q_3 = 250 \times 300 \times 0,9 = 67500 \text{ тонн зерна,}$$

де

300 – робочий період підприємства за рік;

0,90 – коефіцієнт використання потужності;

250 – добова потужність, тонн.

Для забезпечення хлібзаводів і приватних пекарень борошном пропонується закупати 60 % зерна за власні кошти:

$$Q_{3,вл} = 67500 \times 0,60 = 40500 \text{ тонн зерна}$$

Крім того, підприємство буде переробляти зерно клієнтів, в кількості:

$$Q_{3,кл} = 67500 - 38880 = 28620 \text{ тонн зерна}$$

При проектуванні борошномельного заводу планується використовувати сучасну технологію, яка дозволяє виробляти продукцію – борошно в/г, 1/г, висівки, що відповідає сучасним стандартам якості продукції.

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

Економічною метою будівництва підприємства є отримання прибутку від здійснення діяльності з виробництва і реалізації борошна (надання послуг).

Структура помелу відповідає потребам споживачів у даному регіоні: по секції А:

загальний вихід борошна 75 %, у т. ч.

борошно в/г – 40 %

борошно 1/г – 35%;

висівки – 25 %.

Для відторгнення ринку в зазначених в п.1.1 обсягах пропонується стратегія зниження цін на продукцію і тарифів на послуги по переробці зерна в порівнянні с конкурентами. Розташування поблизу сировиної зони (яка дає можливість зменшити витрати на транспортування, а також використання сучасного технологічного процесу і обладнання (які дозволяють зменшити виробничі витрати), припускаємо зниження цін на продукцію і тарифи на послуги по переробці зерна на 5 % на ті, які склалися у даному регіоні. Ціни на борошно приведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Ціни на борошно різних гатунків

Показники Сировина	Вільні, грн./т	Без ПДВ, грн./т	Торгівельна націнка 15 %	Знижка на 5 %, грн./т
Борошно в/г	9694	8245	7300	7000
Борошно 1/г	9404	8003	7090	6800
Висівки	3898	3415	3100	3000
Давальницька переробка	751	643	572	550

Прибуток (П) визначається за формулою:

$$П = РП \times \frac{p}{1+p},$$

де $РП$ – обсяг реалізації продукції та послуг,

$Р_{пр}$ – рентабельність продукції та послуг, яку задають шляхом прогнозування (рекомендовано 10....20 %).

$$П = (366552 \times 10) / (100 + 10) = 33322 \text{ тис грн}$$

Нове підприємство повинно принести прибуток у розмірі 33322 тис грн.

Таблиця 2.2. – Розрахунок обсягів виробництва і реалізації продукції та послуг

Показники	Значення показника	Оптові ціни і тариф підприємства грн/т	Обсяги реалізації продукції, тис. грн
1.Добова потужність, т	250	*	*
2.Річний робочий період, діб	300	*	*
3.Річна потужність, т	141000	*	*
4. Річний обсяг переробки зерна, т	67500	*	*
5.Обсяг власного зерна, т	38880	*	*
6. Виробництво продукції з власних ресурсів:			
%	75		
тонн	25920		
Борошно вищого гатунку:			
%	40		
тонн	22843	7000	159901
Борошно першого гатунку:			
%	35		
тонн	19986	6800	135905
Висівки:			
%	25		
тонн	14276	3000	42828
7. Всього реалізація продукції (з власн рес)	*	*	338634
8. Переробка зерна клієнтів	50760	550	27918
Всього	*	*	366552

2.2. Визначення потреби в інвестиціях і оцінка економічної доцільності будівництва

Визначення інвестицій, які необхідні для реконструкції підприємства, здійснюється на підставі опису заходів з реконструкції.

Розрахунок розміру інвестицій здійснюють за формулою

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

де $I_{\text{овф}}$, $I_{\text{ок}}$ – інвестиції, відповідно, у основні виробничі фонди та на утворення додаткових оборотних коштів.

Інвестиції у основні виробничі фонди визначаються по питомим капітальним вкладом (150 тис грн) на 1 т добової потужності.

$$I_{\text{овф.}} = I_{\text{пит}} * \text{ВП}_{\text{доб.}} = 150 * 250 = 37500 \text{ тис грн.}$$

Інвестиції на утворення додаткових оборотних коштів визначають 5-10% від обсягу реалізації з власної сировини за формулою:

$$I_{\text{ок}} = 10 * \text{РП}_{\text{власн.}} = (10 * 338634) / 100 = 33863 \text{ тис грн.}$$

Загальна сума інвестицій:

$$I_{\text{заг.}} = 36000 + 33863 = 69863 \text{ тис грн}$$

Загальна сума інвестицій перевищує прогнозний прибуток у 1,13 рази (37500/33322).

Отримані дані свідчать про технічні можливості і економічну доцільність інвестування в будівництво борошномельного заводу.

При визначенні джерел інвестування, в першу чергу необхідно розглянути можливість використання власних коштів. Джерелом інвестицій є: власні кошти засновників підприємства (53 %) в розмірі 37500 тис грн (37500×0,53) і заємні кошти в розмірі 19875 тис грн.

3. ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА.

3.1 Загальна характеристика генерального плану підприємства.

Генеральним планом називається проект розміщення і взаємної прив'язки всіх будівель, споруд, інженерних мереж, залізничних колій та автомобільних доріг підприємства.

Генеральний план підприємства розробляють відповідно до СНиП II-89-80. Генеральні плани промислових підприємств.

Площа для будівництва підприємств повинна відповідати наступним вимогам:

- мати мінімальні розміри з урахуванням раціональної щільності забудови;
- забезпечити розміщення будівель і споруд у відповідності з напрямком руху сировини і готової продукції та мати можливість розширення виробництва;
- мати відносно рівну поверхню та кут нахилу (0,001...0,003), щоб забезпечити стік поверхневих вод;
- рівень ґрунтових вод повинен бути нижче глибини розміщення підвалів, тунелів;
- мати зручне приєднання до найближчої залізничної станції;
- планування площадки не повинно бути пов'язано з виконанням великого обсягу земляних робіт.

3.2 Архітектурно-будівельні рішення.

При проектуванні генерального плану підприємства враховують такі вимоги:

- будівлі та споруди розміщують і взаємно погоджують відповідно до вимог виробничого процесу, дотримуючись технологічну послідовність, без зворотних і зустрічних переміщення сировини і готової продукції;
- відстані між будівлями і спорудами повинні відповідати протипожежним і санітарним нормам промислових підприємств; залізничні колії та автомобільні дороги розміщують на території підприємства відповідно з характером руху вантажних потоків, забезпечуючи їх мінімальну довжину;
- розміщують будівлі та споруди на території підприємства, розділивши

її на окремі зони: виробничу, підсобну і складську;

– будівлі та споруди розміщують з урахуванням напрямку вітрів, з підвітряного боку по відношенню до масивів житлової забудови з розривом не менше 100 м.

Промислові підприємства з джерелами виробничих шкідливих чинників (шум, запах, дим, пил і т. п.), несприятливо впливають на навколишнє середовище, по шкідливості ділять на п'ять класів, які передбачають між підприємством і житловою зоною санітарно-захисну зону від 50 до 1000 м (для борошномельних, круп'яних і комбікормових заводів вона повинна бути не менше 100 м).

Санітарні розриви між будівлями для нормальної природної освітленості приймають не менше ніж найбільша висота будинку який стоїть навпроти, а розриви між складами готової продукції борошномельних заводів та іншими промисловими підприємствами слід приймати рівними розривам між цими підприємствами, а між зазначеними складами і комбікормовими заводами - не менше 30 м.

Виробничі будівлі зернопереробних підприємств розміщують на відстані один від одного не більше 15 м при ширині будівлі до 18 м. До них повинен забезпечуватися під'їзд пожежних машин з однієї сторони, а при ширині будівлі більше 18 м – з двох сторін.

На підприємстві з площею більше 5 га передбачують не менше двох в'їздів. До водоймищ, які можуть бути використані для гасіння пожежі, встановлюють під'їзди площадками не менше 12x12 м. Пожежні гідранти розміщують повздовж автомобільних доріг на відстані не більше 2,5 м від краю проїжджої частини, але не ближче 5 м від стін будівлі.

Підземні мережі підприємства прокладаються поза проїжджої частини автомобільних доріг.

Благоустрій території підприємства передбачає озеленення території, що дозволить захистити будівлі від пилу, вітру, забезпечити необхідну чистоту повітря.

3.2. Характеристика будівлі

Даний проект заводу потужністю 250 т/добу розроблений згідно наступних вимог:

- розрахункова зимова температура повітря – 20°C;
- сейсмічність – не більше 6 балів;
- клас будівлі борошномельного заводу – II;
- ступінь вогнестійкості – П II;
- категорія виробництва по вибухопожежній безпеці для розмельного відділення – “Б”; для зерноочисного відділення і складу в тарі – “В”.

Об’ємно - планувальне рішення.

В будівлі борошномельного заводу розміщені: зерноочисне відділення, розмельне відділення та інше.

Споруда борошномельного заводу – семиповерхова. Висота сьомого – 3,6 м, висота 1 поверху зерноочисного відділення – 6,1 м, висота всіх інших поверхів – 4,8 м.

Розміри в планах в розбивочних осях – 64,6 x 18 м.

Сітка колон будівлі - 6,0x6,0 м, запроектована під нормативне тимчасове навантаження на міжповерхові перекриття до 1500 кг/м³, загальна висота будівлі складає 37,3 м.

Будівля борошномельного заводу каркасного типу із монолітного бетону марки 200 на дрібній гальці та залізобетонних елементах.

Грунтові води залягають далеко від поверхні на глибині 15 м.

Будівельні конструкції.

Фундаменти будівель розроблені, виходячи із умов будівництва на майданчику зі спокійним рельєфом при відсутності ґрунтових вод. Фундаменти монолітні залізобетонні під силосною частиною у вигляді плити, під сіткою - у вигляді перехресних стрічок.

Фундамент – стаканного типу. Запроектований з бетону марки 200, глибина фундаменту – 2,6 м.

Колони – збірні залізобетонні.

Ригелі – збірні залізобетонні по серіям 1.420 - 12 і НН 23 1/70.

Перекриття – збірні залізобетонні плити. Плити – монолітні залізобетонні. Крівля запроектована з ухилом $i = 1:1,5$, сумісна, без вентиляції, на основі СНІП II - 26 - 76. В місцях стику крівлі з парапетом, шахтою ліфту, товщину основного водоізоляційного шару підсилені додатковими двома

шарами руберойду з крупнозернистою присипкою марки РКК - 400 Б на гарячій бетонній мастиці марки МБК - Г - 58.

Стіни і перегородки – зовнішні стіни панельні, товщиною 200 мм, з легкого бетону серії 1,432 - 14. В приміщенні стіни постійний режим як по температурі, яка становить приблизно +13 С°, так і по вологості - в межах 60 – 62 %. Перегородки – цегляні. Шви між панелями ущільнюють цементним розчином. Зовнішні стіни пофарбовані фарбою для зовнішніх робіт (ГОСТ 18958 - 73) світлого тону з дотриманням всіх вказівок, які викладені в СНІП 14-21 - 73. Під внутрішні стіни і перегородки запроектовані фундаментні балки по серії № 415 - 1 - 2 та колони збірні залізобетонні по серії 1.420 -12. Перегородки - легкі внутрішні стіни з цегли марки 100 на розчині М 75. Перегородки відповідають основним вимогам - вони вогнестійкі, мають опір впливу вологості, відповідають нормам шумоізоляції.

Підлога – на всіх поверхах перекриття підлоги запроектовані з бетону М 200. Підстильний шар - з бетону М 100. Грунт основи з втрамбованою галькою. В побутових приміщеннях запроектований підстильний шар з бетону М 100, а також лінолеум з теплозвукоізоляційним шаром (ГОСТ 18108 -72) на прошарку з холодної мастиці, на водостійких зв'язуючих запроектована керамічна плитка (ГОСТ 6787 - 69).

Вікна і двері – дерев'яні. В будівлі борошномельного заводу з першого по сьомий поверх стоять вікна виробничих приміщень, встановлені розмірами 3,000x2,300 м.

У виробничих приміщеннях запроектовані двері самозачинні, виконані на основі СНІП - II - 2 - 80. На дверях встановлений дверний зачинник типу ЗДІ - 1 (ГОСТ 5091 - 89). Евакуаційні двері відчиняються назовні. Розміри дверей: ширина - 1,5 м, висота - 2,4 м. Віконні пройми та двері пофарбовані масляною фарбою на натуральній оліфі за два рази.

Сходові марші та ліфти – сходи запроектовані із збірних залізобетонних елементів по металевим косоурам. Ширина сходового маршу - в межах 1,2 м. Ширина: ходових площадок дорівнює ширині маршів. Огородження сходових маршів та проміжних сходових площадок запроектовано з двох боків.

В споруді борошномельного заводу існує одна сходово-клітинна на всю висоту будівлі, в якій розміщено пасажирський ліфти вантажопідемністю відповідно 1000 і 320 кг.

Крім того існують зовнішні пожежно-евакуаційні металеві сходи.

Приміщення борошномельного заводу відносяться по вибухопожежонебезпеці до категорії Б і В. В зв'язку зі змінами нормативних документів, зокрема умов, які пред'являються до приміщень категорії Б і В виконується комплекс заходів по забезпеченню вибухопожежної безпеки.

Виробничі приміщення відділяються від сходової клітини тамбур-шлюзами, з постійним підпором повітря 20 ПА. Стіни тамбур-шлюзів виконані з цегли з арміруванням, товщиною 120 мм, перекриття монолітно-залізобетонне.

Двері тамбур-шлюзів – вогнестійкі, з обладнанням, приладами для самозакривання і з ущільненням.

Санітарно-технічна частина.

Даний завод розташований в кліматичній зоні з параметрами зовнішнього середовища:

в зимовий період – $t = - 20^{\circ}\text{C}$;

в літній період – $t = 30^{\circ}\text{C}$.

Для зимового періоду прийнято наступні параметри повітря в середині приміщення:

температура – $t \geq 16^{\circ}\text{C}$

відносна вологість - $W = 50\%$

За нормами протипожежної безпеки зерноочисне відділення відноситься до категорії виробництв “В”.

Каналізація.

На території борошномельного заводу розташована мережа хоз-побутової каналізації, по якій існуючі стоки скидаються в міську мережу

Теплопостачання.

Джерелом теплопостачання являється котельня з трьома котлами ДКВР 10/13. Три з них працюють на газу.

Водопостачання.

Водопостачання відбувається, в основному, від міської водопровідної мережі через лічильники. На підприємстві також є свердловина, яка частково забезпечує водою. Водовідведення відбувається через існуючі дві госпфекальні мережі, які з'єднані з міською каналізаційною мережею. Вся система водопостачання та водовідведення знаходиться під землею.

Опалення.

Внутрішні температури повітря борошномельного заводу складає:

в зерноочисному відділенні +13 °С;

в розмельному відділенні +16 °С.

Опалення здійснюється за рахунок перегріву приточного повітря. В допоміжних приміщеннях створюється $t = 16 \text{ } ^\circ\text{C}$; в диспетчерській $t = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$; електричні приміщення не опалюються.

Всі установки, що обслуговують приміщення з категорійними виробництвами, мають централізоване вимикання. Для контролю за роботою систем вентиляції повітряного опалення, передбачено встановлення місцевих приладів контролю підприємств. Як одна з найбільш потужних у харчовій та переробній промисловості, вона визначально впливає на гарантування продовольчої безпеки держави та поліпшення життєвого рівня населення. Підприємства галузі є споживачами продукції рослинництва. Виробництво кінцевої продукції майже повністю залежить від рівня збору зернових культур. Споживачами кінцевої продукції виступають як підприємства харчової і переробної промисловості, так і домогосподарства. Однією зі специфічних рис ринку борошномельно-круп'яної продукції є те, що його товари відносяться до продукції щоденного попиту, вони вирізняються високими вимогами щодо їхньої якості, зберігання, транспортування, споживання; відзначаються наявністю масового попиту, обмеженим періодом їх реалізації та іншими особливостями. Розвиток борошномельно-круп'яної і комбікормової промисловості в умовах ринкової економіки пов'язаний з вивченням, узагальненням і вирішенням комплексу проблем, серед яких слід виділити економічні, організаційно-управлінські, науково-технічні, екологічні та ін. Всебічне вивчення та узагальнення суті і змісту зазначених проблем розвитку борошномельно-круп'яної і комбікормової промисловості є основною з умов визначення шляхів її успішного вирішення.

Повністю, всю схему споживання, виробництва кінцевої продукції та номенклатуру підприємств борошномельно-круп'яної галузі можна представити на рис. 4.1.

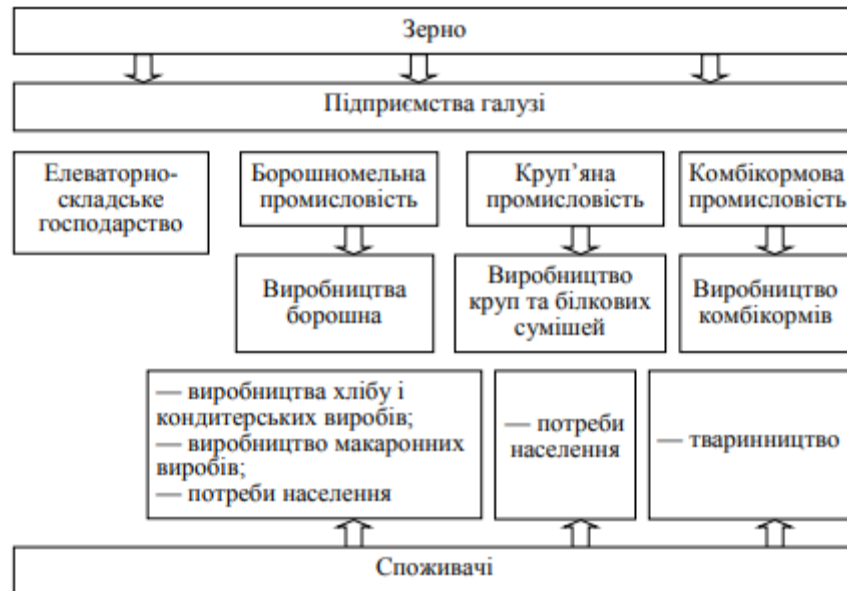


Рис. 4.1. Схема споживання та виробництва продукції підприємствами галузі

Основною сировиною для виробництва борошна є зерно пшениці. Якість борошна значною мірою залежить від технологічних властивостей зерна. [15] Борошно – це тонкодисперсний продукт. Обойне борошно отримують при подрібненні всього зерна, а сортове – тільки крохмальної частини ендосперму.

Сортове пшеничне борошно в середньому містить (% на суху речовину): білків 10...14, крохмалю 75...80, цукрів близько 0.5...1, крім того, містяться вітаміни, мінеральні речовини і т. п.

Під технологічними властивостями зерна слід розуміти сукупність ознак його якості, які визначають поведінку зерна під час технологічного процесу, а також вихід і якість борошна. Технологічні властивості зернової маси поділяються на три групи, які характеризують загальний стан зернової маси, борошномельні і хлібопекарські властивості. Враховують широкий спектр сортів пшениці і жита, які вирощують на Україні. При заготовці

введена класифікація зерна пшениці по типам та підтипам, що дає можливість більш ефективно організувати процес зберігання та переробки зерна. В основі класифікації зерна пшениці по типам покладено: вид (тверда чи м'яка), форма (яра чи озима), колір (червона чи білозерна). [16]

Велике значення при сортових помелах має якість розмелювання зерна та склад самої зернівки [15].

Анатомічна будова зернівки поділяється на три частини, які істотно відрізняються між собою як за структурою, так і за властивостями: ендосперм, зародок, оболонка.

В процесі виробництва борошна, оболонки і зародок виділяють як самостійний продукт. При попаданні оболонок в борошно, збільшується його зольність. А при попаданні зародку – знижується термін зберігання, із-за прогоркання жирів, що містяться в зародку [16]. Ендосперм представляє собою внутрішню частину зерна, складається з двох основних частин: алейронового шару та борошнистого ядра.

При сортовому помелі пшениці або жита технологічний процес організують так, щоб в готову продукцію направити лише крохмальну частину ендосперму (без алейронового шару). Оболонки, алейроновий шар, зародок направляють в побічні продукти, які потім використовують в якості компоненту комбікормів [17].

При виробництві сортового борошна алейроновий шар виділяють з оболонками. Це пов'язано з тим, що він містить значну кількість клітковини, пентозанів, геміцелюлоз, які утворюють міцні клітинні утворення, що важко піддаються подрібненню [18].

Структура оболонок і алейронового шару здійснює значний вплив на технологічні властивості зерна. Товщина оболонок і алейронового шару в

межах даної культури залежить від сортових особливостей зерна і ґрунтово-кліматичних умов вегетації рослини, тому коливається в значних межах.

Таблиця 4.1 - Товщина покривних тканин зернівки пшениці і жита, мкм

Культура	Оболонки			Алейроновий Шар	Заг. товщина покривних тканин
	Плодові	насінні	в сумі		
Пшениця	20 ... 45	10 ... 20	50 ... 78	30 ... 70	55 ... 90

Встановлено, що зерно пшениці з більш розвинутими оболонками відрізняється пониженими борошномельними властивостями. З одного боку у такого зерна менше ендосперму, з другого – затрудняється розділення ендосперму і зовнішніх покривів зерна при помелу і погіршується вимелюванність зерна. [15]

При сортовому помелі потрібно відділити внутрішню частину ендосперму від алейронового шару. Велике значення на це здійснює конфігурація клітин останнього. Якщо його клітини приблизно однакові по формі і розмірам, особливо по товщині, то таке зерно добре вимелюється. Розмір клітин субалейронового шару, прилягаючого до алейрованого шару, близько 60 мкм по всім напрямкам.

Клітини алейронового шару і зародку зберігають життєдіяльність в той час, як клітини оболонок і крохмальна частина ендосперму омертвіли. Ця особливість суттєво впливає на всі властивості зерна.

Але особливо важливе технологічне значення має мікроструктура крохмальної частини ендосперму зерна, тобто тієї частини, яка є джерелом сортового борошна або крупи. Внутрішня частина клітини заповнена крохмальними гранулами і білковими прошарками. У пшениці і ячменю білкові

прослойки добре розвинуті, а гранули крохмалю мають істотно різні розміри – від 1 до 50 мкм [15].

Отримані в останні роки результати досліджень дозволили оцінити в кількісній формі особливості мікроструктури ендосперми пшениці і пов'язати їх з технологічними властивостями зерна. Різниця мікроструктури ендосперму визначається варіацією крохмальних гранул по показникам їх геометричної характеристики. Основна маса крохмалю в ендоспермі пшениці формується у вигляді крупних і середніх гранул [16].

Зі збільшенням крупності зерна – кількість дрібних гранул крохмалю знижується, а середніх і крупних – зростає.

Порівняльний аналіз показує, що мікроструктура ендосперму зернівки пшениці визначає різні властивості зерна.

Вміст білку в зерні зростає при збільшенні середнього арифметичного розміру крохмальних гранул. Дані для пшениці 1, 3 і 4-го типів відповідають загальній залежності. При підвищеному вмісті найбільш дрібних гранул вміст білка знижується. [18].

Наглядно виявлено вплив особливостей мікроструктури ендосперму на борошномельні властивості зерна. І ці властивості погіршуються при збільшенні кількості крохмальних гранул, діаметром до 2 мкм. При цьому залежність для пшениці 1 і 3-го типів єдина, а для пшениці 4-го типу відрізняється. [15].

При зростанні середнього арифметичного діаметру гранул крохмалю – загальний вихід борошна збільшується. Подібна залежність отримується і при порівнянні величини показника V/F крохмальних гранул і загального виходу борошна.

Таким чином, мікроструктура ендосперму в значній мірі визначає борошномельні властивості зерна пшениці. Для інших культур даних менше,

але також можна стверджувати, що структура зерна, мікроструктура ендосперму і технологічні властивості зерна знаходяться в тісній залежності.

4.2.1. Показники, що характеризують хлібопекарські властивостей зерна

Ці показники характеризують поведінку виробленого борошна в технологічних процесах випічки хліба. Оскільки хліб є кінцевим продуктом переробки зерна, то хлібопекарські властивості зерна вважають визначальними при оцінці технологічних властивостей зерна.

Вміст білку і якість клейковини. Сира клейковина зерна являє собою гідратований білок і складається із нерозчинних у воді фракцій білка, а також невеликої кількості крохмалю, жирів і інших речовин, що міцно утримуються білком.

За вмістом білку зерно пшениці поділяють на шість класів – масова частка білка, у перерахунку на суху речовину, % : 1-й – 14,0; 2-й – 13,0; 3-й – 12,0; 4-й – 11,0; 5-й – 10,0; 6-й – не обмежується. А за вмістом клейковини підрозділяють на чотири групи: з високим вмістом клейковини (понад 30 %), із середнім вмістом (від 26 до 30 %), з вмістом клейковини нижче середньої (від 20 до 25 %), з низьким вмістом (нижче 20 %). Окремі сорти пшениці, вирощені в сприятливих ґрунтово-кліматичних умовах, можуть вміщувати до 45 % клейковини. Важливою для оцінки хлібопекарських властивостей зерна є якість клейковини, яка визначається за її кольором, пружністю, розтяжністю. За якістю клейковину зерна підрозділяють на три групи: I - добра, II - задовільна, III - слабка. Вміст і якість клейковини враховують в технології борошномельного виробництва при направленні зерна на борошномельні заводи, що мають різні види помелів, а також при формуванні помельних партій зерна. Так, на сортові помели, де вимоги до якості борошна найвищі, направляють зерно із вмістом клейковини не менше 25 %, а на оббивні - не менше 20 % з якістю клейковини не нижче II групи.

Газоутворююча здатність. Цей показник характеризує кількість вуглекислого газу, що виділяється при бродінні тіста. Вуглекислий газ розпушує тісто, збільшує його об'єм і сприяє покращанню якості хліба. Газоутворююча здатність зерна коливається в широких межах (від 1000 до 2200 мл CO₂ із 100 г борошна) і залежить від сортових особливостей, умов вирощування і технології переробки зерна в борошно.

Дисперсний склад борошна. Залежить від якості зерна, особливо скловидності і міцності ендосперму, а також від технології переробки зерна в борошно. Так, із твердозерного скловидного зерна одержують більш крупне борошно, ніж із м'язозерного і низькоскловидного зерна. Розміри часток борошна коливаються в широких межах: сортове пшеничне борошно складається із часток розміром від 1 до 250 мкм, а оббивне - до 750 мкм. Дисперсний склад борошна значно впливає на умови тістоведення і тому цей показник нормується діючими стандартами на борошно різних сортів[5].

Фізичні властивості тіста. Показники фізичних властивостей пшеничного тіста визначають на альвеографі, валориграфі, фаринографі і інших приладах, дія яких заснована на реєстрації реологічних властивостей тіста, таких як пружність, в'язкість, еластичність, газоутримуюча здатність, водопоглинання та ін. В залежності від якості тіста за вказаними показниками зерно пшениці класифікують на шість груп: відмінний поліпшувач, добрий поліпшувач, посередній поліпшувач, добрий наповнювач, посередній наповнювач, слабка пшениця. Наведену класифікацію можна використовувати як при змішуванні зерна різних партій, так і при змішуванні борошна різної якості.

Автолітична активність зерна. Визначається за методом Хагберга-Пертена і характеризує активність α - амілази при гідролізі крохмалю зерна по так званому числу падіння (ЧП). При підвищеній активності β - амілази ЧП значно знижується, що вказує на низькі технологічні властивості цього зерна, в основному, за рахунок високого вмісту пророслих зернівок. Тому по числу

падіння можна оцінювати вміст пророслих зернівок в кожній партії зерна і характеризувати його технологічні хлібопекарські властивості [19].

Показники пробної випічки хліба. До цих показників відносять: об'ємний вихід формового хліба, розпливання подового хліба, якість м'якушки за пористістю, кислотність і ін. Ці показники комплексно і найбільш повно оцінюють хлібопекарські властивості зерна. Пробна лабораторна випічка хліба проводиться різними методами: без додавання цукру, з цукром, або з броматом калію. При використанні методу з додаванням цукру об'ємний вихід формового хліба із 100 г борошна сильної пшениці повинен бути не менше 500 см³, а розпливання, що визначається як відношення висоти до діаметра подового хліба, - не менше 0,4. Якщо об'ємний вихід хліба при цьому методі менше 400 см³, а розпливання менше 0,3, то така пшениця вважається слабкою. Середня за силою пшениця займає проміжне положення між сильною і слабкою пшеницями, тобто об'ємний вихід хліба 400...500 см³, а розпливання подового хліба 0,3...0,4 [20].

4.2.2 Формування помельної партії

Формування помельних партій зерна - це початковий етап його підготовки до помелу на борошномельному заводі, який ефективно впливає на хлібопекарські властивості борошна і хліба, як результат складних біохімічних процесів, що протікають при випічці хліба. Ефективність змішування різних за якістю вихідних партій зерна залежить не тільки від їх кількості і співвідношення, але й від вдалого підбору, оскільки деякі вихідні партії при їх поєднанні в суміші здатні значно покращувати хлібопекарські властивості борошна, хоча при поєднанні інших партій зерна цього не спостерігається. Механізм такої взаємодії різних партій зерна пшениці ще не з'ясовано, але вважається, що змішування зерна різної якості є не стільки механічний процес, скільки біохімічний, при якому взаємодіють різні фракції клейковини і ферментні системи. Результатом такої взаємодії різних вихідних партій зерна

в суміші і є зміна хлібопекарських властивостей борошна і хліба, що одержані із суміші.

Існують такі методи розрахунку помельних партій: інтуїтивний і розрахункові.

Інтуїтивний метод має найбільше розповсюдження на борошномельних заводах і в своїй основі спирається на досвід технолога, який приймає участь в розробці рецептури суміші. Знаючи технологічні властивості різних вихідних партій зерна і враховуючи досвід переробки аналогічного за якістю зерна, технолог може наближено скласти рецептуру зернової суміші, яку в подальшому треба перевірити в лабораторних умовах.

Розрахункові методи засновані на визначенні співвідношення компонентів суміші за показниками, що підпорядковуються правилу змішування, тобто співвідношення можуть бути одержані розрахунком середньозваженої величини кожного показника (скловидність, зольність, вміст клейковини і ін.). Серед простих розрахункових методів найбільше застосування знайшов метод обернених пропорцій, запропонований Л. Ю. Айзіковичем і Б. М. Хорцевим. Суть методу в тому, що кількість кожного вихідного компонента в суміші підбирають обернено пропорційно різниці між значенням даного показника у вихідній партії зерна і заданим його значенням у суміші. Розрахунок проводять тільки по одному показнику якості в декілька етапів: спочатку розраховують двокомпонентну суміш, а потім приймають її за один із вихідних компонентів, розраховують трикомпонентну суміш і т.д.

Необхідно скласти двокомпонентну помельну партію пшениці за скловидністю для борошномельного заводу, що працює з продуктивністю 250 т/добу, на 10 діб безперервної роботи. Загальний об'єм партії, яку необхідно скласти, дорівнює $250 \times 10 = 2500$ т. Скловидність першої вихідної партії – 56%, а другої - 42 %. Тоді можна призначити скловидність суміші цих партій - 50 %. Необхідно визначити, використовуючи метод обернених пропорцій, яке співвідношення вказаних вихідних партій повинно бути в суміші.

Розрахунок наведено в табл. 2.2. Після завершення розрахунку двокомпонентної суміші, можна перейти до складання трикомпонентної суміші і т.д. При цьому використовується не вся складена двокомпонентна суміш, а тільки її частина. В такому випадку об'єм першої і другої партій зерна у трикомпонентній слід скорегувати відповідно й співвідношенню у двокомпонентній суміші.

Відомий також розрахунковий метод складання двокомпонентної помельної партії на основі розрахунку рівнянь з двома невідомими. Загальний об'єм суміші приймають за 100 %, тоді:

$$100a = vx + cy; x + y = 100, \quad (4.1)$$

де **a** - задане значення показника якості суміші; **v** і **c** - фактичне значення того ж показника у вихідних партіях; **x** і **y** - відносний вміст першої і другої вихідних партій в суміші, %.

При розв'язанні рівнянь (4.1) визначають **x** і **y**.

Таблиця 4.2 - Розрахунок помельної партії зерна

№ п/п	Показники розрахунку	Вихідні партії зерна	
		перша	друга
1	Скловидність, %	56	42
2	Відхилення між фактичною скловидністю вихідних партій і	$56 - 50 = 6$	$50 - 42 = 8$
3	Розрахункове співвідношення кожної вихідної партії в суміші, частин	8	6
4	Сума частин суміші	$8 + 6 = 14$	
5	Кількість кожної вихідної партії в суміші, т	$Q_1 = \frac{2400 * 8}{14}$	$Q_2 = \frac{2400 * 6}{14}$

4.3 Аналіз та обґрунтування технологічної схеми зерноочисного відділення

Очищення і підготовка зерна до помелу є одним з важливих етапів технологічного процесу виробництва борошна. Вони повинні забезпечити ефективну обробку зерна, виділити сторонні домішки, підвищити стабільність показників якості зерна, що переробляється. [15]. Очищення і підготовка зерна до помелу включає: формування помельних сумішей із декількох партій зерна різної якості, очистку поверхні зерна, очистку від сторонніх домішок, водотеплову обробку зерна для зміни його технологічних властивостей, контроль відходів в зерноочисному відділенні.

Згідно «Правил ведення технологічного процесу на борошномельних заводах» [22]. зерно пшениці очищене і підготовлене до помелу повинно відповідати вимогам, що наведені у табл. 4.3.

Таблиця 4.3 - Вміст домішок у зерні, що поступає на I драну систему

Види домішок	Вміст на I драній системі, %, не більше
	Для хлібопекарських помелів пшениці і жита
Смітна, всього	0,4
в тому числі: кукіль	0,1
Шкідлива, всього	0,05
В тому числі: в'язіль і гірчак	0,04
Вміст фузаріозних зерен	0,3

При побудові схеми очистки зерна необхідно враховувати основні вимоги, що висуваються до якості очищеного зерна.

Очистка складається з трьох основних етапів:

1. первинна очистка

2. вторинна очистка
3. кінцева

Такий поділ пов'язаний з тим, що:

1. обладнання, яке застосовують для очистки зерна не забезпечує повного виділення домішок за один пропуск
2. необхідно проводити ступеневу ВТО зерна
3. необхідно виключити порушення в роботі окремих зерноочисних машин.

Основним етапом вважають етап первинної очистки, на ньому видаляють приблизно 65-85% всіх домішок, які знаходяться в зерновій масі, а також проводять основне кондиціювання зерна. На етапі кондиціювання можна застосовувати різні методи в залежності від якості зерна, але наступні етапи передбачають холодне кондиціювання. Використовують сепаратори, каменевідбірники, концентратори, трієри, оббивальні машини. [15].

На етапі вторинної очистки проводять очистку поверхні зерна, використовуючи оббивальні машини і повторна очистка на повітряних сепараторах. Закінчує цей етап ВТО (вторинне). [16].

На етапі кінцевої очистки поверхні зерна в оббивальних чи щиткових машинах, проводять стерилізацію в ентолейторах (від прихованої зараженості), видаляють легку та магнітну домішки. Завершує цей етап ВТО перед плющенням. [23]

Структурний варіант схеми технологічного процесу очистки і підготовки зерна до помелу може бути організований одним чи двома (і більше) потоками. Це залежить від виду помелу і продуктивності борошномельного заводу.

Для даної технологічної схеми передбачено запас зерна в зерноочисному відділенні в кількості, що забезпечує 30-годинну роботу розмелювального відділення. В бункерах для неочищеного зерна окремо розміщують дані чи

проміжні партії зерна під бункерами для неочищеного зерна встановлені дозатори, які використовуються для змішування окремих партій і для складання двох самостійних потоків. В подальшому очистку проводять двома потоками паралельно.

Підготовка зерна до помелу в зерноочисному відділенні борошномельного заводу.

Технологічний процес підготовки зерна до помелу повинен забезпечити:

- ефективне очищення зерна від домішок;
- обробку поверхні зерна;
- воднотеплову обробку (кондиціювання) відповідно до встановлених режимів;
- дозування і змішування компонентів помельної суміші у співвідношенні, яке вимагає рецептура;
- продуктивність, необхідну для стабільного завантаження і ритмічної роботи розмелювального відділення .[24]

Очищення зерна від домішок передбачає видалення із зернової маси смітної і зернової домішок, відмінних від основного зерна розмірами (довжиною, товщиною, шириною), аеродинамічними характеристиками, густиною та іншими фізичними властивостями.

Решітчасті полотна сепараторів слід підбирати з урахуванням кількості і складу домішок, які підлягають вилученню із зернової маси. [15]

Обробка поверхні зерна

Обробку поверхні зерна здійснюють сухим і мокрим способом: сухий передбачає обробку поверхні зерна в оббивальних, щіткових, луцильних машинах; мокрий – у машинах для миття та для мокрого луцення. Ефективність обробки поверхні зерна характеризується зменшенням його зольності при обмеженій кількості битих зерен. [16]

Водотеплова обробка (кондиціювання) зерна пшениці

На борошномельних заводах використовують два способи водотеплової обробки (ВТО) : холодне і гаряче кондиціювання.

Основні параметри процесів ВТО :

- при холодному кондиціюванні – величина зволоження (різниця значень вологості зерна – вихідної і на першій дранній системі), вологість зерна на першій драній системі і тривалість відволоження;
- при гарячому кондиціюванні – додаткова температура нагрівання зерна і тривалість теплової обробки (темперування). [13]

Холодне кондиціювання зерна

Холодне кондиціювання – це процес зволоження зерна холодного або підігрітого водою з наступним підволоженням.

Процес холодного кондиціювання може включати один або два основних і один додатковий (перед першою драною системою) етапи зволоження і відволоження зерна.

У зимовий період часу з метою підвищення ефекту холодного кондиціювання доцільно з урахуванням наявних можливостями здійснювати підігрівання зерна і води до 35-50 °С для його зволоження. [27]

Зерно з елеватора подається в засіки для неочищеного зерна, ємкість яких розрахована на 50 год роботи заводу. Під насипними бункерами встановлено автоматичні дозатори УРЗ, які забезпечують подачу потоку зерна для формування проміжної партії. Потоки зерна з кожного бункера, що входить в проміжну партію, направляється в проміжні конвеєри для перемішування і далі на магнітні сепаратори У1-БМЗ-01 (5) для видалення металомангітних домішок.

Виходячи з даних умов до якості очищеного і підготовленого зерна необхідно передбачити в структурі зерноочисного відділення певні

технологічні процеси і операції, які б забезпечили задану якість зерна після його очищення і підготовки. Для ефективного очищення і підготовки зерна необхідно також встановити устаткування, потужність якого винна на 10...20 % перевищувати потужність розмельного відділення, а також передбачити утворення запасів неочищеного зерна безпосередньо в зерноочистительном відділенні, щоб забезпечити стабільну роботу мукомельного заводу.

Необхідні технологічні операції очищення і підготовки зерна до помелу і послідовність їх застосування обумовлені вимогами до очищення зерна від домішок для сортового помелу, а також оптимізацією технологічних особливостей зерна. Кожна технологічна операція виконується на певному технологічному устаткуванні.

Для зерна, яке прямує на сортовий помел очищення в підготовчому відділенні складне, оскільки до нього пред'являються жорсткі вимоги за якістю.

Передача різних початкових партій зерна із зерносховища в зерноочистительное відділення мукомельного заводу проводиться, як правило, послідовно, по черзі відповідно до розробленої рецептури помельної партії. Початкові партії зерна різної якості складують окремо в оперативних бункерах для неочищеного зерна. Ємкість цих бункерів повинна бути такою, щоб забезпечити безперервну роботу мукомельного заводу не менше 50 годин. Це необхідно для утворення умов формування проміжних помельних партій, які складаються з декількох початкових. Звичайно це дві або три проміжні помольні партії, які відрізняються по скловидності, – відповідно до пшениці. Необхідність складання таких проміжних помельних партій зерна обумовлена диференційованими режимами їх воднотеплової обробки. Для технічного забезпечення складання проміжних помельних партій зерна передбачені необхідні умови: випуск зерна з кожного бункера забезпечує випускне устаткування, величину потоку по заданій рецептурі регулює електронний дозатор УРЗ-1, з якого потік зерна поступає в конвеєр РЗ-БКШ.

Сформовані проміжні партії зерна паралельними або послідовними потоками подаються в магнітних сепараторів У1-БМЗ-01 для відділення металломагнітних домішок.

В зерноочисному відділенні запроваджено нагнітаючий пневмотранспорт, який підіймає зернові потоки на верхні поверхи і розвантажує в циклонах-розвантажувачах. Далі зерно подається у автоматичні ваги, які зважують зерно і враховують величину його потоку, що необхідно для забезпечення стабільності усього технологічного процесу очистки і підготовки зерна.

Первинна очистка зерна від домішок здійснюється двома паралельними потоками. В кожному потоці встановлено ситоповітряний сепаратор, у якому відбираються крупна, легка та дрібні домішки. Фракція продукту, що характеризується ситами $\varnothing 4.25 \times 25$ направляється у відходи 1 та 2 категорії, а $\varnothing 2$ – у відходи 3 категорії. Нормативна ефективність сепараторів MESM 100/150 повинна бути в межах 60...80 %.

Зерно, яке прямує в зерноочисному відділення або зерносховище, повинне відповідати наступним нормам якості: смітна домішка – не більше 2,0 %, в т.ч. пошкоджених зерен – до 1,0 %, шкідливій домішці – не більше 0,2 %; вміст зернової домішки – до 5,0 %, в т.ч. пророслих зерен – не більше 3,0 %.

Виділення мінеральних домішок здійснюється на каменевідбірних машинах машинах МЕТМ 100. Ефективність виділення мінеральних домішок на каменевідбирниках досягає 98-99 % при нормальній роботі машин. При цьому необхідно постійно стежити за тим, щоб кількість зерна у виділених відходах не перевищувала 0,05 % .

Таке розташування цих машин пов'язане з необхідністю очищення зернової маси від дрібних і легких домішок перед напрямом її на каменевідбирну машину з метою підвищення ефективності виключення мінеральних домішок.

Очищення зерна від домішок, що відрізняються за кольором, проводять у, які призначені: перші – для виділення із сумішей домішок, які переважно відрізняються від якісних зерен за кольором. Ефективність видалення домішок у фотосепараторах повинна бути не меншою за 98-99%.

Виділення металоманітних домішок є найважливішою технологічною операцією, яка пов'язана не тільки з відділенням із зернової маси металу, який намагнічується, але і для запобігання умовам іскроутворення, при ударах металевих частинок в машинах ударної дії. Тому перед подачею зерна до оббивної машини слід обов'язково проводити очищення зерна від металевих домішок.

У зерноочисному відділенні найчастіше для цього використовуються манітні сепаратори типу У1-БМП-01 з дисковими манітами. Максимальна ефективність виділення металоманітних домішок у сепараторів цього типу досягає 80 %, проте цей відсоток не постійний і залежить від підйомної сили манітів і своєчасного їх очищення від металевих частинок, що притягають.

Первинне очищення поверхні зерна від пилу мінерального і органічного походження, мікроорганізмів, а також часткового виділення зародків, оболонки і борідки здійснюється в оббивних машинах горизонтального типу – РЗ-БГО-6, які працюють разом з аспіраційними колонками РЗ-БНА, для видалення легкої домішки.

Підігрів охолодженого зерна проводиться в підігрівачах БПЗ в зимовий період для утворення належних температурних умов для воднотеплової обробки зерна. Температуру зерна в підігрівачах доводять до +15°C.

Очищене від домішок зерно пшениці подається на етап зволоження, який здійснюється в зволожуючій машині А1-БШУ-2, а далі прямує в бункери для відволоження. У структурній схемі передбачена двократна основна водно-теплова обробка зерна. При необхідності після первинного зволоження

і відволожування зерна можливо його направити на вторинне зволоження і відволожування.

Після відволожування зерна в бункерах починається етап вторинного очищення і підготовки зерна: спочатку очищають поверхню зерна в горизонтальній оббивній машині РЗ-БГО-8, потім в ентолейторі-стерілізаторі РЗ-БЕЗ, перед якими встановлюють магнітний сепаратор, а далі зерно направляють в повітряний сепаратор РЗ-БАБ для остаточного очищення зерна від дрібних і легких домішок. Завершуючу воднотеплову обробку проводять в зволожуючому апараті А1-БШУ-1 і бункері для короткочасного відволожування зерна з метою підвищення вологості оболонок і їх міцності. Перед подачею очищеного і підготовленого зерна на помел його зважують на автоматичних вагах МЕТК 058 і пропускають через магнітний сепаратор.

У зерноочисному відділенні найчастіше для цього використовуються магнітні сепаратори типу У1-БМП-01 з дисковими магнітами. Максимальна ефективність виділення металомагнітних домішок у сепараторів цього типу досягає 80 %.

4.4 Вибір , розрахунок , підбір технологічного обладнання

Загальна продуктивність заводу 10 т/год (10*25=250 т/доб).

$$Q_{зоч} = 250 * 1,25 = 300 \text{ (т/добу)}$$

Бункери. Місткість бункерів для неочищеного зерна на мукомельних заводах із традиційним обладнанням повинна забезпечити безперервну роботу заводу протягом 24...30 год, а на підприємствах з високопродуктивним обладнанням згідно типового проекту – дорівнює $\tau=50$ год.

Число бункерів **n** визначають за формулою

$$n = \frac{Q \cdot \tau}{24 \cdot \gamma \cdot \eta \cdot a \cdot b \cdot h}, \quad (4.2)$$

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

τ – час перебування зерна в бункерах, год.;

γ – об'ємна маса зерна: для пшениці 0,75 т/м³;

η – коефіцієнт використання будівельного об'єму бункерів (0,85...0,95);

a, b – розміри бункера на плані поверху (довжина і ширина, дорівнюють 3x3 м² для неочищеного зерна; 1,5x1,5 м² – при відволоженні);

h – висота бункера, яку приймають у залежності від поверховості підприємства. При п'ятиповерховому будинку висота бункера звичайно дорівнює двом поверхам – 9,6 м; при шестиповерховому будинку – двом–трьом поверхам – 9,6 м і 14,4 м; при семиповерховому будинку – чотирьом поверхам – 19,2 м.

Місткість одного бункера E_b (т) визначають діленням загального запасу в бункерах на їх число

$$A_a = \frac{Q \cdot \tau}{24 \cdot n},$$

Бункери для неочищеного зерна

$$n \text{ б.н.з.} = 250 \cdot 50 / 24 \cdot 0,78 \cdot 0,9 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 14,4 = 12000 / 2183 = 5,4 = 6 \text{ (шт)}$$

Для секції борошномельного заводу продуктивністю 10 т/год приймаємо кількість бункерів для неочищеного зерна 6 шт.

Ємність одного бункера дорівнює:

$$E \text{ б.н.з.} = 250 \cdot 50 / 24 \cdot 6 = 83 \text{ (тон)}$$

При цьому загальна ємність бункерів буде:

$$\Sigma E_{б.н.з} = 83 \times 6 = 500 \text{ тон}$$

Бункери для відволоження

Місткість бункерів для холодного кондиціювання зерна на мукомельних заводах з високопродуктивним комплектним обладнанням у типових проектах дорівнює 36 год для першого і другого відволоження з розподіленням (3:1), з яких перше відволоження в бункерах здійснюється $\tau=24$ год, а друге відволоження – $\tau=12$ год.

Розрахунок бункерів для відволоження б.1
від. $= 250 \times 24 / 24 \times 0,78 \times 0,9 \times 3 \times 3 \times 14,4 = 5760 / 546 = 10,57 = 16$ (шт)

Для першого відволоження приймаємо 16 бункерів

п б.2 від. $= 250 \times 12 / 24 \times 0,78 \times 0,9 \times 3 \times 3 \times 14,4 = 2880 / 546 = 5,27 = 8$ (шт.)

Для другого відволоження 8 бункерів.

Ємність одного бункера для відволоження

E б.д.в. $= 250 \times 48 / 24 \times 24 = 20$ (тонни)

Загальна ємність бункерів для відволоження

$\Sigma E_{б.д.в.} = 20 \times 24 = 480$ тонни

Бункера перед 1 драною системою

п б. перед I др. $= 250 \times 0,5 / 24 \times 0,78 \times 0,9 \times 1,5 \times 1,5 \times 4,8 = 120 / 182 = 0,66 = 1$ (шт.)

Дозуючі машини. Необхідне число дозуючих машин (УРЗ-1, УРЗ-2, ЗС-250) визначають не за їх продуктивністю, а за числом бункерів – з розрахунку, що під кожним бункером встановлюють один дозатор. Продуктивність УРЗ-1 складає 0,2...7 т/год, УРЗ-2 0,2...12 т/год, ЗС-250 – 4,5 т/год.

Встановлюємо (УРЗ)-1 - 12шт, (УРЗ-2) - 48шт

Автоматичні ваги визначають за формулою

$$n = \frac{1000 \cdot Q_{\text{зоч}}}{24 \cdot 60 \cdot v \cdot k}, \quad (4.4)$$

де $Q_{\text{зоч}}$ – продуктивність підготовчого відділення, т/доб;

v – місткість ковша, кг;

k – число зважувань за хвилину.

Автоматичні ваги МЕТК 058 мають місткість ковша $v=50$ кг, число зважувань $k=2$.

$$n = 1000 \cdot 270 / 24 \cdot 60 \cdot 2 \cdot 50 = 2700000 / 144000 = 1,8 = 2 \text{ шт}$$

Приймаємо для установки дві одиниці обладнання

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

$$n = \frac{q_{\text{зоч}}}{q_{\text{м}}}, \quad (4.5)$$

де $q_{\text{зоч}}$ – продуктивність підготовчого відділення, т/год;

$q_{\text{м}}$ – продуктивність конкретної машини, т/год

1) підігрівач зерна РЗ-БПЗ

$$n = 270 / (24 \cdot 6) = 1,8 \approx 2 (\text{шт});$$

Приймаємо для установки дві одиниці обладнання

2) кількість сепараторів : MESM 100/150

$$n = 270 / (24 \cdot 6) = 1 = 1.8 \approx 2 \text{ (шт); (шт);}$$

Приймаємо для установки дві секції обладнання

3) кількість камневідбірників METM-100

$$n = 270 / (24 \cdot 6) = 1,8 \approx 2 \text{ (шт);}$$

Приймаємо для установки дві одиниці обладнання

4) кількість фотосепараторів SORTEX B

$$n = 270 / (24 \cdot 8) = 1,4 \approx 2 \text{ (шт);}$$

Приймаємо для установки дві одиниці обладнання

5) кількість обойних машин РЗ-БГО-8:

$$n = 270 / (24 \cdot 12) = 0,8 \approx 1 \text{ (шт);}$$

Приймаємо для установки одну одиницю обладнання

6) кількість шнеків інтенсивного зволоження А1-БШУ-2:

$$n = 270 / (24 \cdot 6) = 1,8 \approx 2 \text{ (шт);}$$

Приймаємо для установки дві одиниці обладнання

7) кількість шнеків інтенсивного зволоження А1-БШУ-1:

$$n = 270 / (24 \cdot 12) = 0,9 \approx 1 \text{ (шт.)};$$

Приймаємо для установки одну одиниці обладнання

8) кількість ентолейторів РЗ-БЭЗ:

$$n = 270 / (24 \cdot 12) = 0,9 \approx 1 \text{ (шт.)};$$

Приймаємо для установки одну одиницю обладнання

9) кількість повітряних сепараторів РЗ-БАБ:

$$n = 270 / (24 \cdot 11,8) = 0,9 \approx 1 \text{ (шт.)};$$

Приймаємо для установки одну одиницю обладнання

10) кількість машин для зволоження МЕСТ-30/200:

$$n = 300 / (24 \cdot 12) = 1,03 \approx 1 \text{ (шт.)};$$

Приймаємо для установки одну одиницю обладнання

11) Кількість магнітних сепараторів залежить від кількості обладнання перед яким вони встановлюються.

Приймаємо У1 - БМП – 1 в кількості 2шт

12) Кількість вагів перед першою драною системою

$$n = 1000 \cdot 270 / 24 \cdot 60 \cdot 2 \cdot 50 = 270000 / 144000 = 1,9 = 2 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо для установки дві одиниці обладнання

Таблиця 4.4. Розрахунок кількості зерноочисного устаткування

Найменування технологічного устаткування	Продуктивність потоку, т/сут	Продуктивність машини, т/ч	Продуктивність машини прийнята для розрахунку, т/ч	Розрахункова кількість машин	Прийняте число машин, шт
Автоматичні ваги МЕТК 058	270	12	12	1,8	2
Сепаратор MESM 100/150 з аспіраційним каналом МЕНК 60G	270	6	6	1,8	2
Каменевідбірник МЕТМ -100	270	6	6	1,8	2
Фотосепаратор SORTEX B	270	8	8	1,4	2
Горизонтальна оббивна машина РЗ-БГО-6	270	6-9	6	1,8	2
Підігрівач зерна БПЗ	270	6	6	1,8	2
Зволожуюча машина А1-БШУ-2	270	6	6	1,8	2
Горизонтальна оббивна машина РЗ-БГО-8	270	8-12	12	0,9	1
Ентолейтор-стерилізатор РЗ-БЕЗ	270	9-15	12	0,9	1

Повітряний сепаратор РЗ-БАБ	270	8,9-11,8	11,8	0,9	1
Зволожуюча машина А1-БШУ-1	270	12	12	0,9	1

4.5 Проектування комунікації

Під комунікаціями розуміють взаємозв'язок технологічного обладнання між собою за допомогою транспортних механізмів згідно схеми технологічного процесу. Мета комунікаційних споруд – найбільш раціональне розміщення обладнання по поверхах і по системах при мінімальній кількості горизонтальних транспортних механізмів.

У процесі виконання комунікацій визначають варіанти найбільш доцільного розміщення технологічного обладнання при найкоротшому переміщенні сировини, проміжних продуктів та готової продукції згідно схеми технологічного процесу. При розробці комунікацій уточнюються розміщення машин, приймальних пристроїв, а також визначається кількість транспортних механізмів. Правильний підбір комунікацій дозволяє знизити витрати та монтаж транспортних механізмів, знизити енерговитрати підприємства та собівартість готової продукції.

На борошномельних заводах для переміщення сировини, проміжних продуктів та готової продукції передбачають самопливний, механічний та пневматичний транспорт.

Самопливні труби від машини до машини проводять згідно схеми технологічного процесу під фактичним кутом нахилу, який повинен бути більше мінімально – допустимого кута. Тому в зерноочистному відділенні мінімальний кут нахилу повинен бути: для зерна з вологістю до 15- 37⁰; для зерна з вологістю від 15- 45⁰. Кукіль-38, вівсюг-45, відходи сепараторів та

обивних машин-50, пил з фільтрів РЦІ – 50. Кожну самопливну трубу проектують у поперечному та повздовжньому розрізах і проставляють її номер, кут нахилу та поверх перевірки у відомості руху продуктів. Труби по яких переміщуються однакові продукти доцільно об'єднувати в одну самопливну трубу після їх виходу

з машини, враховуючи те, що при об'єднанні самопливних труб кут між ними не може бути прямим або тупим.

Приєднання однієї труби до іншої слід виконувати по напрямку руху продукту під гострим кутом, що становить не менше 40°.

Самопливні труби проектують біля обладнання вертикальними по висоті від підлоги не менше 1,8 м; проводять їх біля продуктопроводів обладнання і між ними, при умові, що не зменшиться при цьому нормативний прохід. Не дозволяється проводити самопливні труби через побутові приміщення, майстерні та бункери. Біля віконних прорізів їх проектують так, щоб вони не перекривали прохід до вікон та дозволяли проводити періодичне очищення віконних рам.

У графічній частині комунікації – поздовжніх перерізах – кожна труба самопливу має свій номер, який проставляється на кожному поверсі біля відповідної труби. Таблиця з руху продукції наведені в табл.4.4.

Таблиця 4.5 Рух продуктів в зерноочисному відділенні

п/п	Кількість	Назва устаткування	Назва продукту		Куди поступає продукт	Спосіб переміщення			Кут нахилу самопливу	
			початкового	що виходить з машини		С	П	К	По нормі	фактично
1.	6	Бункери для	зерно	зерно	На МЕТК 058	1,2	1,2	1,2	34	>34

		неочищеного зерна								
2.	2	Дозатор ваговий МЕТК 058	зерно	зерно	На MESM 100/150	3,4	-	-	34	>34
3.	2	Сепаратор MESM 100/150 з аспіраційним каналом МЕНК 60G	зерно	зерно	На МЕТМ-100	5,6	-	-	34	>34
				відходи III к.	Бункер для відходів III к	7,8	-	9	50	>50
				відходи I і II к.	Бункер для відходів I і II к.	9,10	8	11	50	>50
4.	2	Каменевідбірник МЕТМ-100	зерно	зерно	На А9-УТК-6	11,12	-	-	34	>34
				мінеральні домішки	Ящик для відходів	-	-	-	-	-
5.	2	Фотосепаратор Sortex B	зерно	Зерно	На РЗ-БГО-6	13,14	-	10	60	>60
				відходи I і II к.	Бункер для відходів I і II к	17,18	8	11	34	>34
6.	2	Оббивна машина РЗ-БГО-6	зерно	зерно	На РЗ-БНА	19,20	-	-	34	>34
				відходи III к.	Бункер для відходів	21,22	-	11	50	>50
7.	2	Аспіраційна колонка РЗ-БНА	зерно	зерно	На БПЗ	23,24	3,4	-	34	>34

8.	2	Підігрівач зерна БПЗ	зерно	зерно	На А1-БШУ- 2	25,2 6	-	-	34	>34
9.	2	Зволожуюча машина А1-БШУ-2	зерно	зерно	Бункер для відволожув ання	-	-	3, 4	45	>45
10.	18	Бункер для основного відволожува ння	зерно	зерно	На А1-БУЗ	27	5	5	45	>45
11.	1	Зволожуючи й апарат А1-БУЗ	зерно	зерно	Бункер для відволожув ання	28	-	7	45	>45
12.	6	Бункер для додаткового відволожува ння	зерно	зерно	На РЗ-БГО-8	29	6	6	45	>45
13.	1	Оббивна машина РЗ-БГО-8	зерно	зерно	На РЗ-БЕЗ	30	-	-	45	>45
				відходи	Бункер для відходів I і II к..	31	8	11	50	>50
14.	1	Ентолейтор– стерилізатор РЗ-БЕЗ	зерно	зерно	На РЗ-БАБ	32	-	-	45	>45
15.	1	Аспіратор РЗ-БАБ	зерно	зерно	На А1-БШУ- 1	33	7	10	45	>45
				відходи	Бункер для відходів I і II к..	34	-	11	50	>50
16.	1	Зволожувал ьна машина А1-БШУ-1	зерно	зерно	Бункер перед Ідр.с.	35	-	8	45	>45
17.	1	Бункер перед Ідр.с.	зерно	зерно	На АВ-50-3Е	36	-	-	45	>45

18.	2	Автоматичні ваги АВ-50-3Е	зерно	зерно	На Ідр.с.	37	-	-	45	>45
19.	3	Фільтр РЦИ 1,2,3	відходи	відходи	Бункер для відходів I і II к..	38,3 9, 40	8	11	45	>45

4.6 Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва.

Застосування системи НАССР

Постійний розвиток ринку харчових продуктів в Україні, зміни у національному законодавстві стосовно харчової промисловості, які спрямовані на гармонізацію з європейськими, підписання економічної частини Угоди про асоціацію між Україною та ЄС, розширення ринкового середовища – все це спонукає виробників харчової продукції відповідати сучасним вимогам щодо безпечності харчових продуктів. Поява нових видів продукції та конкуренція вимагає від підприємств упровадження інновацій, застосування нетрадиційних видів сировини, за рахунок яких можна значно скоротити тривалість того чи іншого процесу, при цьому отримувати продукт високої якості та безпечності. Особливого попиту набувають сухі суміші для виготовлення хлібобулочних та кондитерських виробів, які значно прискорюють процеси бродіння, дозрівання та інші технологічні процеси, отримуючи в результаті продукти високої якості, які відповідають показникам безпечності. Досягнути цього можна за рахунок упровадження постійно діючої ефективної системи управління безпекою харчової продукції, заснованої на принципах НАССР – системи аналізу ризиків і критичних контрольних точок [20].

Ефективність системи НАССР визначають сімома принципами, на яких базується її використання.

Застосування цих принципів на практиці створює необхідні умови для гарантованого випуску безпечної продукції.

I. Аналіз небезпечних чинників, пов'язаних із виробництвом харчових продуктів, проводиться на всіх стадіях життєвого циклу продукту - від вироблення або вирощування до кінцевого споживання, охоплюючи стадії обробки, переробки, зберігання, транспортування та реалізації. Крім того, виявляються умови виникнення небезпечних чинників і вживаються заходи щодо їх контролю на всіх стадіях.

Система НАССР вирізняє три види небезпечних чинників, які можуть вплинути на безпечність продукції: біологічні, хімічні та фізичні.

II. Визначення критичних контрольних точок (точок, де найвища ймовірність виникнення потенційної небезпеки) необхідне для усунення (мінімізації) впливу небезпечних чинників або можливості їх появи.

Система НАССР відносить до контрольних критичних точок передусім ті технологічні операції, які призначені для вилучення небезпечного чинника чи зниження його до допустимого рівня. Критична контрольна точка в системі НАССР - це не лише перевірка технологічного процесу, а й контроль для управління безпечністю продуктів [21-22].

III. Визначення критичних меж має за мету розмежування допустимих і недопустимих показників. Критичних меж потрібно дотримуватися для того, щоб упевнитися, що критична точка перебуває під контролем.

Критичні межі визначають для того технологічного параметру, який відповідає за усунення небезпечного чинника в ККТ.

Граничні значення мають задовольняти вимоги урядових технічних (технологічних) регламентів і стандартів або підтверджуватися науковими даними. Офіційні контрольні органи в харчовій галузі надають потрібну для встановлення граничних значень інформацію виходячи з відомих харчових небезпек і результатів аналізу ризику.

IV. Розроблення системи моніторингу дає змогу забезпечити контроль у критичних точках технологічного процесу за допомогою запланованого випробування або спостереження [23].

Моніторинг у системі НАССР визначають вимірюванням технологічного параметра в ККТ і порівнянням отриманих даних із критичними межами. Система моніторингу повинна надавати своєчасну і достовірну інформацію про вимірюваний параметр.

Існує кілька способів моніторингу граничних меж ККТ. Моніторинг може здійснюватися на неперервній (100%) основі або для окремих партій продукції. Перший спосіб дає динамічну картину виконання, другий - уявлення про весь продукт через моніторинг окремих зразків.

Для кожної критичної межі має бути визначено п'ять ключових аспектів, які надають інформацію про те:

1. що підлягає моніторингу?
2. де здійснюватиметься моніторинг?
3. як здійснюватиметься моніторинг критичних меж і запобіжних заходів?
4. коли (частота моніторингу)?
5. хто здійснюватиме моніторинг?

V. Розроблення та застосування коригувальних дій здійснюють для кожної критичної контрольної точки на той випадок, якщо система моніторингу покаже, що вимірюваний технологічний параметр вийшов за критичні межі.

Настанови Codex Alimentarius щодо застосування системи НАССР визначають відхилення як "невідповідність граничному значенню". Мають бути запроваджені процедури для ідентифікації, ізолювання та оцінки продуктів, коли критичні межі в ККТ перевищуються.

Процедури коригувальних дій необхідні для визначення причини виникнення і запобігання повторному відхиленню, подальшого відстеження

через моніторинг і повторну оцінку, забезпечення впевненості в ефективності вжитих заходів [20-22].

Дані реєструють у протоколах, що дає можливість перевірити, як виробник контролює відхилення і виконує ефективні коригувальні дії.

VI. Розроблення процедур перевірки дає можливість упевнитися в ефективності функціонування системи.

Мета перевірок - виявлення помилок, які трапляються під час розроблення й запровадження системи НАССР на конкретному підприємстві. Перевірка включає:

1. підтвердження плану НАССР;
2. внутрішні аудити системи НАССР;
3. калібрування обладнання;
4. цільовий відбір і випробування зразків.

Підтвердження передбачає забезпечення плану, який ґрунтується на сучасних перевірених наукових даних і наявній інформації, а також взаємопов'язаний з конкретним продуктом і процесом.

Внутрішні аудити як частину перевірки здійснюють для порівняння фактичної практики і процедур плану НАССР. Це систематичні та незалежні перевірки, які передбачають спостереження на місці, опитування працівників та аналіз протоколів для визначення впровадження в систему НАССР процедур і дій плану. Внутрішні аудити здійснюють незалежні особи, не залучені до впровадження системи НАССР.

Калібрування передбачає перевірку приладів чи технічного обладнання на відповідність еталону для забезпечення потрібної точності й вірогідності моніторингу [23].

Цільовий відбір і випробування передбачають періодичний відбір проб продукту та їх дослідження для перевірки відповідності критичним межам. Для оцінки ефективності плану НАССР важливе значення мають мікробіологічні дослідження.

Перевірка має здійснюватися відповідно до плану-графіка та щоразу, коли є передумови: результати спостережень на місці, що вказують на можливість порушення критичних меж у ККТ; результати аналізу протоколів, що вказують на непослідовність моніторингу; претензії споживачів або бракування продукції замовниками; нові наукові дані [24].

Дані перевірок заносять до протоколів, де зазначають методи, дату, відповідальних працівників, організації, виявлені порушення і вжиті заходи.

VII. Документування процедур і реєстрація даних, необхідних для функціонування системи, слугують доказовою базою того, що процес виробництва перебував під контролем.

Система документування НАССР складається з документів, створених під час розроблення та впровадження системи на підприємстві. Головним документом є план НАССР із переліком ККТ, вимірюваних параметрів технологічного процесу та їхніх критичних меж. У ньому також представлено коригувальні дії, план перевірок і перелік записів, які свідчать про те, що процес виробництва перебував під контролем і продукція є безпечною [23].

Аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що А.С.Соболев, наголошує, що в умовах конкурентного ринкового середовища важливе значення має збільшення обсягів освітніх послуг та наукової роботи за новими висококонкурентними напрямками. Особливого значення набуває тематика стосовно якості та безпечності харчової продукції. В авторській статті «Впровадження методології НАССР у практику вітчизняних підприємств» подано основи принципів НАССР, актуальність їх впровадження в Україні, яке викликане необхідністю випуску безпечної продукції з метою захисту споживача і сприяння міжнародній торгівлі [18]. Плахотін В.Я. у статті «Проблеми розробки і впровадження системи НАССР та шляхи їх вирішення» обґрунтували необхідність системного менеджменту якості та безпечності харчових продуктів, навели аналіз існуючих умов для розроблення і використання таких систем на вітчизняних підприємствах та

проаналізували основні проблеми, які заважають їх упровадженню, та запропонували шляхи розв'язання цих проблем [25].

Концепція НАССР не є автономною програмою. Її основою є система заходів контролю, яка складається з програм-передумов, що повинні бути запроваджені і підтримуватися належним чином. Такий підхід вимагає від персоналу підприємства харчових концентратів дотримання цих вимог, забезпечення знань та практичних навичок у розробленні, впровадженні систем управління безпечністю, її ефективному функціонуванні. Програми передумови стосуються належного планування виробничих приміщень, дотримання санітарних вимог стосовно обладнання, персоналу, виробничих цехів, боротьби з шкідниками, правильного поводження з токсичними речовинами, поводження з відходами, загальних вимог поводження з харчовими продуктами, співпраці з постачальниками.

Підготовчими етапами розроблення НАССР плану є створення на базі підприємства робочої групи, склад та кількість осіб якої затверджуються керівником підприємства, опис готового продукту з усіма фізико-хімічними та органолептичними показниками, визначення цільового призначення продукту, моделювання блок-схеми для виробництва, перевірка дієвості даної блок – схеми.

Основні принципи розроблення НАССР плану для підприємств із виготовлення харчових концентратів:

- аналіз небезпечних факторів: визначення потенційних небезпек, які можуть виникнути на будь-якому етапі харчового ланцюга та становити небезпеку життю та здоров'ю споживачів;
- визначення критичних точок контролю з метою попередження, усунення чи зменшення небезпек до прийняттого рівня;
- встановлення критичних меж для виявлених небезпек;
- розроблення процедур моніторингу для оцінки рівня критичних точок та подальшого використання під час верифікації;

- встановлення коригувальних дій, які прийматимуться у разі відхилення від критичних меж;

- встановлення процедур верифікації для перевірки дієвості НАССР плану;

- встановлення процедур ведення записів та документування.

Законом України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» визначено, що небезпечний фактор у харчовому продукті будьякий хімічний, фізичний, біологічний чинник харчового

продукту або його стан, який може спричинити шкідливий вплив на здоров'я людини [23].

Масова частка вологи може змінюватися залежно від рецептури на конкретний вид суміші. Масові частки цукру та жиру визначаються у випадках, коли суміші харчоконцентрату містять у своєму складі цукор чи жир, а їх кількість визначається рецептурою [22].

Аналізування небезпечних факторів включає дослідження всіх можливих небезпек, які можуть виникнути на будь-якому етапі борошномельного виробництва та становлять загрозу життю споживачів.

Біологічні фактори небезпеки характеризуються наявністю у харчовому продукті патогенних мікроорганізмів, бактерій, вірусів, паразитів, грибів, дріжджів. У борошно токсини можуть потрапити з зараженим зерном або через порушення правил виробничої гігієни персоналом.

Забруднення хімічного характеру може виникнути через наднормову кількість спеціально доданих інгредієнтів, якщо такі використовуються (вітамінів, ферментів, макроелементів), через сировину з підвищеним вмістом токсичних елементів, через неправильне поводження з мийними та дезінфекційними засобами.

Несправність обладнання, порушення технології просіювання чи неналежне магнітне сепарування, недотримання вимог поводження з тарою – все це може становити небезпеку фізичного характеру. До неї належать сторонні домішки, речовини (скло, пластмаса, каміння, дерев'яні чи металеві

рештки), які зазвичай не повинні міститись у сухих сумішах та можуть викликати у споживачів удушення, порізи чи травми, несумісні з життям.

Переваги НАССР. На відміну від системи контролю якості і безпечності продукції, яка існує в Україні і базується на періодичних випробуваннях, НАССР передбачає заходи, що забезпечують необхідний рівень показників безпечності продукції в процесі її виробництва, причому саме в тих критичних точках технологічного процесу, де може виникнути загроза появи небезпечних чинників. Система дозволяє виділити всі потенційно небезпечні чинники у харчовому продукті та запобігти їх виникненню.

Порівняно з іншими системами якості НАССР має низку переваг, зокрема, вона:

1. дає змогу підприємствам змінити підхід до безпечності та якості харчових продуктів від ретроспективного до превентивного;
2. дає змогу однозначно визначити відповідальність за досягнення безпечності харчових продуктів;
3. надає споживачам документально підтверджену впевненість щодо безпечності харчових продуктів;
4. забезпечує системний підхід, який включає всі характеристики безпечності харчових продуктів від сировини до кінцевого продукту;
5. дає змогу економно використовувати ресурси для управління безпечністю харчових продуктів;
6. надає додаткові можливості за інтеграції з ISO 9000;
7. відповідальність за виконання умов, які гарантують якість продукції, покладає безпосередньо на виробника;
8. зменшує перешкоди на шляху до міжнародної торгівлі. Впровадження такої системи на підприємстві дає змогу визначати, наскільки добре воно контролює процес виготовлення й оцінити його рівень із досягнення рівня безпеки харчової продукції відповідно до встановлених стандартів [25].

Систему НАССР застосовують під час поточного автоматизованого

виробництва на більшості закордонних харчових підприємствах. Її постійно розвивають - уточнюють допуски на контрольовані показники, підвищують точність методів аналізу. У результаті досліджень, проведених Інститутом харчової промисловості Англії, систему суттєво удосконалено і поєднано з технологічним циклом виробництва. В Україні система НАССР відома лише вузькому колу фахівців і досі не знайшла застосування через невисоку оснащеність автоматичними методами аналізу харчових виробництв. Впровадження системи НАССР є дуже перспективним для нашої країни, оскільки в ній розглядаються не тільки елементи ідентифікації і аналізу ризику, а й елементи управління критичними точками з оцінкою результатів цього управління. Це створить на підприємствах реальну можливість для організації і підтримання в порядку ефективної і функціональної системи якості [22-24].

Розділ 5. Спеціальні розрахунки

5.1 Аспірація і пневмотранспорт

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 таблицю 5.1

Після заповнення таблиці приступають до розрахунку пневмотранспортної мережі за допомогою ЕОМ. За допомогою ЕОМ 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 5.2

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. 5.2, проводять повний розрахунок пневмотранспортної установки, а саме:

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

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

Номер пневмотранспортера	швидкість, м/с		Навантаження розрах. Кг/с	Тип машин	Довжина ділянок продуктопроводу, м			Значення коефіцієнта α_{Ar}	Кількість відводів у продуктопроводі шт.
	Зависання продукту	Повітря на вході у продуктопровід			Першої горизонт.	інших горизонт.	вертикальних		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
18	3	21	0,546	3	2,4	2,9	26,5	110	2
17	3	21	0,546	3	2,7	2,8	26,5	110	2
1	3,8	21	0,809	1	1,2	1,8	26,5	135	2
2	3,8	21	0,809	1	1,8	1,4	26,5	135	2
3	3,8	21	0,809	1	1,9	2,1	26,5	135	2
4	3,8	21	0,809	1	2,1	1,9	26,5	135	2
5	3	21	0,406	1	1,5	1,6	26,5	135	2
6	3	21	0,406	1	1,8	1,7	26,5	135	2
7	1,6	17	0,173	1	2,0	1,3	26,5	110	2
8	1,6	17	0,173	1	2,7	1,8	26,5	110	2
9	1,6	17	0,255	1	1,8	1,8	26,5	110	2
10	1,6	17	0,255	1	2,0	1,6	26,5	110	2
11	1,8	20	0,413	0	10,0	1,6	26,5	110	2
12	1,6	17	0,223	1	1,4	2,0	26,5	110	2
13	4	19	0,346	0	5,6	2,0	26,5	110	2
14	1,6	17	0,196	1	3,5	1,8	26,5	110	2
15	3	21	0,110	1	2,3	1,7	26,5	110	2
16	3	21	0,110	1	2,5	1,6	26,5	110	2

Закінчення табл.5.1

Радіус відводу з порядковим номером		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/D min	R/Dmax	R/D min	R/Dmax
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0,5	1	90	90	500	450	0,99	1,32	0,15	0,23	1	1	0,3	0,3
0,5	1	90	90	500	450	0,99	1,32	0,15	0,23	1	1	0,3	0,3
0,5	1	90	90	500	450	0,99	1,32	0,15	0,23	1	1	0,3	0,3
0,5	1	90	90	500	450	0,99	1,32	0,15	0,23	1	1	0,3	0,3
0,5	1	90	90	500	450	0,99	1,32	0,15	0,23	1	1	0,3	0,3
0,5	1	90	90	500	450	0,99	1,32	0,15	0,23	1	1	0,3	0,3
0,5	1	90	90	500	450	0,99	1,32	0,15	0,23	1	1	0,3	0,3
0,5	1	90	90	500	450	0,99	1,32	0,15	0,23	1	1	0,3	0,3
0,5	1	90	90	500	450	0,99	1,32	0,15	0,23	1	1	0,3	0,3
0,5	1	90	90	500	450	0,99	1,32	0,15	0,23	1	1	0,25	0,28
0,5	1	90	90	500	450	0,99	1,32	0,15	0,23	1	1	0,25	0,28
0,5	1	90	90	500	450	0,99	1,32	0,15	0,23	1	1	0,25	0,28
0,5	1	90	90	500	450	0,99	1,32	0,15	0,23	1	1	0,25	0,28
0,5	1	90	90	500	450	0,99	1,32	0,15	0,23	1	1	0,25	0,28
0,5	1	90	90	500	450	0,99	1,32	0,15	0,23	1	1	0,3	0,3
0,5	1	90	90	500	450	0,99	1,32	0,15	0,23	1	1	0,25	0,28
0,5	1	90	90	500	450	0,99	1,32	0,15	0,23	1	1	0,3	0,3
0,5	1	90	90	500	450	0,99	1,32	0,15	0,23	1	1	0,3	0,3

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, м ³ /с	Коефіцієнт конденсації суміші, кг/кг
		Зависання продукту	повітря на вході в продуктопровід	першій	другій		
1	2	3	4	5	6	7	8
18	0,546	3	21	0,085	0,09	0,119	3,82
17	0,546	3	21	0,085	0,09	0,119	3,82
1	0,809	3,8	21	0,1	0,11	0,16	4,08
2	0,809	3,8	21	0,1	0,11	0,16	4,08
3	0,809	3,8	21	0,1	0,11	0,16	4,08
4	0,809	3,8	21	0,1	0,11	0,16	4,08
5	0,406	3	21	0,075	0,08	0,073	3,6
6	0,406	3	21	0,075	0,08	0,073	3,6
7	0,173	1,6	17	0,065	0,06	0,048	3,0
8	0,173	1,6	17	0,065	0,06	0,048	3,0
9	0,255	1,6	17	0,065	0,06	0,048	4,4
10	0,255	1,6	17	0,065	0,06	0,048	4,4
11	0,413	1,8	20	0,075	0,08	0,010	3,9
12	0,223	1,6	17	0,065	0,06	0,048	3,8
13	0,346	4	19	0,1	0,11	0,16	5,2
14	0,196	1,6	17	0,065	0,06	0,048	3,4
15	0,110	3	21	0,065	0,06	0,059	1,5
16	0,110	3	21	0,065	0,06	0,059	1,5

Закінчення табл.5.2

<i>Втратитиску в елементах пневмотранспортера,кПа</i>						<i>Діаметр циклона-розвантажувача,м</i>	<i>Загальнівтратитиску в пневмотранспортері,кПа</i>	
<i>Маши ни</i>	<i>Прий-мачі</i>	<i>гориз онта льних дільн ицях</i>	<i>х)відводах</i>		<i>вертикал ьнихдільн ицях</i>			<i>циклони- розванта жувачі</i>
9	10		12	13		14	15	
0	1	0,466	0,75	0,39	5,5	0,36	0,34	8,53
0	1	0,48	0,757	0,39	5,5	0,36	0,34	8,55
1	1	0,254	0,716	0,37	4,8	0,29	0,45	8,50
1	1	0,282	0,716	0,37	4,8	0,29	0,45	8,53
1	1	0,345	0,716	0,37	4,8	0,29	0,45	8,60
1	1	0,34	0,716	0,37	4,8	0,29	0,45	8,60
1	1	0,32	0,70	0,37	5,5	0,21	0,34	9,21
1	1	0,32	0,702	0,37	5,5	0,21	0,34	9,22
1	1	0,27	0,384	0,23	3,9	0,14	0,25	7,03
1	1	0,36	0,354	0,23	3,9	0,14	0,25	7,11
1	1	0,34	0,552	0,32	5,4	0,14	0,25	8,73
1	1	0,40	0,52	0,32	5,4	0,14	0,25	8,78
1	1	1,15	0,68	1,66	3,17	0,19	0,34	8,88
1	1	0,29	0,48	0,36	4,8	0,14	0,25	8,15
1	1	0,94	0,788	0,44	3,9	0,18	0,25	8,25
1	1	0,46	0,43	0,33	4,3	0,14	0,25	7,7
1	1	0,36	0,30	0,21	3,4	0,22	0,25	6,5
1	1	0,37	0,30	0,21	3,4	0,22	0,25	6,5

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

Підбір пиловідділювача

Як пиловідділювачі на мукомельних заводах краще використовувати фільтр-циклони типу РЦІ, підбір яких проводиться в такій послідовності.

Витрати повітря на вході в фільтр визначають за формулою:

$$Q_{\phi} = \sum Q_i + \sum \Delta Q_{ц,р}$$

$$Q_{\phi} = 1,6 + 0,198 = 1,7 \text{ м}^3/\text{с}$$

де Q_{ϕ} - витрати повітря на вході в фільтр, $\text{м}^3/\text{с}$

$\sum Q_i$ - сумарні витрати повітря в продуктопроводах розрахункової мережі, $\text{м}^3/\text{с}$. (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, $\text{м}^3/\text{с}$.

Сумарне підсмоктування повітря в циклонах-розвантажувачах розраховують за формулою:

$$\sum \Delta Q_{ц,р} = N * \Delta Q_{ц,р}$$

$$\sum \Delta Q_{ц,р} = 18 * 0,011 = 0,198 \text{ м}^3/\text{с}$$

де N - кількість пневмотранспортерів розрахункової мережі, шт.;

$\Delta Q_{ц,р}$ - підсмоктування повітря в одному циклоні-розвантажувачі, $\text{м}^3/\text{с}$, ($\Delta Q_{ц,р}$, приймають таким, що дорівнює $1,1 * 10^{-2} \text{ м}^3/\text{с}$).

Розрахункову площу фільтруючої поверхні рукавів фільтра РЦІ визначають за формулою:

$$F_p = \frac{Q_f \cdot 60}{q_n}$$

$$F_p = \frac{1,7 \cdot 60}{4} = 25,5 \text{ м}^2$$

де F_p - розрахункова площа фільтруючої поверхні рукавів, м^2 ;

- нормативне питоме навантаження на 1 м^2 фільтруючої поверхні рукавів, $\text{м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{хв})$. (Для фільтрів РЦІ, які використовуються як пиловідділювачі у всмоктувальних пневмотранспортних установках, які приймають в межах $4 \dots 5 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{хв})$).

Виходячи з отриманого розрахункового значення площі фільтруючої поверхні рукавів F_p , вибирають фільтр РЦІ, фактична площа фільтруючої поверхні F_f якого є найближчою по відношенню до F_p . Деякі з характеристик фільтрів РЦІ наведені в табл.4.3.

Таблиця 5.3 - Фільтр-циклони РЦІ та їх основні характеристики

Типорозмір	Виконання вхідного патрубку	Площа фільтруючої поверхні, м^2	Довжина рукавів, м	Кількість рукавів, шт.
РЦІР 1,7-4	праве, ліве	1,7	1,2	4
РЦІР 3,9-9	праве, ліве	3,9	1,2	9
РЦІ 5,2-8	праве х)	5,2	1,8	8
РЦІ 6,9-16	ліве	6,9	1,2	16
РЦІ 10,4-16	ліве	10,4	1,8	16
РЦІ 15,6-24	ліве	15,6	1,8	24
РЦІ 23,4-36	праве, ліве	23,4	1,8	36
РЦІ 31,2-48	праве, ліве	31,2	1,8	48
РЦІ 40,8-48	праве, ліве	40,8	2,4	48
РЦІ 40,6-72	ліве	40,6	1,8	72

Виходячи з таблиці 5.3 обираємо фільтр-циклон РЦІ 31,2-48

Розрахунок опору фільтра РЦІ проводять за формулою

$$H_{\phi} = 0,1 * q_{\phi}^{1,3}$$

$$H_{\phi} = 0,1 * 3,2^{1,3} = 0,45 \text{ кПа}$$

де H_{ϕ} - опір фільтра, кПа;

q_{ϕ} - фактичне питоме навантаження на 1 м^2 фільтруючої поверхні рукавів, $\text{м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{хв})$.

Фактичне питоме навантаження розраховують за формулою:

$$q_{\phi} = \frac{Q_{\phi} * 60}{F_{\phi}},$$

$$q_{\phi} = \frac{1,7 * 60}{31,2} = 3,2 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{хв}).$$

де q_{ϕ} - витрати повітря на вході в фільтр, $\text{м}^3/\text{с}$;

F_{ϕ} - фактична площа фільтруючої поверхні рукавів фільтра, м.

Визначення розрахункового повного тиску і подачі повітродувної машини

Так як ми вибираємо варіант з двома вентиляторами то приймаються розрахункові формули для цього типу.

Розрахунковий повний тиск вентилятора високого визначають за формулою.

$$H_{\text{п}} = H_{\text{птм}} + H_{\text{д}} + H_{\text{к}} + H_{\phi} + H_{\text{н}},$$

де $H_{\text{птм}}$ - втрати тиску в магістральному пневмотранспортері, кПа (приймають з табл. 4.2);

$H_{\text{д}}$ - втрати тиску в дросельних вставках, кПа;

$H_{\text{к}}$ - втрати тиску в колекторі і з'єднувальних повітропроводах, кПа;

H_{ϕ} - втрати тиску в фільтрі, кПа;

$H_{\text{н}}$ - невраховані втрати тиску, кПа.

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

$$H_{\text{п}} = 9,2 + 3,0 + 1,0 + 0,45 + 1,0 = 14,65 \text{ кПа}$$

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

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

Розрахунковий повний тиск вентилятора високого тиску дорівнює

$$N_{ввт} = N_p - N_{вст} = N_p - 2,5 = 14,65 - 2,5 = 12,15 \text{ кПа}$$

де $N_{ввт}$ - розрахунковий повний тиск вентилятора високого тиску, кПа;
 N_p - загальний повний розрахунковий тиск вентиляторів, кПа.

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

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

$$Q_{вст} = Q_\phi \times 1,05 = 1,785$$

$$Q_{ввт} = Q_\phi = 1,7$$

Визначення розрахункової потужності електродвигунів вентиляторів

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

$$N_{ввт} = \frac{Q_{ввт} \cdot N_{ввт}}{\eta_{ввт}}$$

$$N_{ввт} = \frac{1,785 \cdot 12,15}{0,70} = 30,98 \text{ кВт}$$

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

$Q_{ввт}$ - подача повітря вентилятором високого тиску), м³/с;

$N_{ввт}$ - розрахунковий повний тиск вентилятора високого тиску, кПа;

- коефіцієнт корисної дії (ККД) вентилятора високого тиску (ККД вентиляторів приймають з їх характеристик).

Розрахункову потужність електродвигуна вентилятора високого тиску $N_{е.ввт}$ визначають за формулою:

$$N_{e.vvt.} = 1,2 * N_{vvt.}$$

$$N_{e.vvt.} = 1,2 * 30,98 = 37 \text{ кВт}$$

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

За розрахунковими значеннями повного тиску і подачі підбирають вентилятори високого тиску. Як вентилятор високого тиску вибираємо вентилятор серії ВПЗ 9,6/1200.

Розрахункову потужність електродвигуна вентилятора середнього тиску $N_{e.vst.}$ визначають за формулою:

$$N_{vst.} = \frac{Q_{vst.} * H_{vst.}}{n_{vst.}}$$

$$N_{vst.} = \frac{1,785 * 3}{0,7} = 7,5 \text{ кВт}$$

За розрахунковими значеннями повного тиску і подачі, підбір вентилятора середнього тиску проходить із альбому нормалей з допомогою графіка аеродинамічної характеристики вентилятора. Підбираємо вентилятор середнього тиску ВЦ5-35 8В102

Компонування аспіраційних мереж розмельного відділення

Таблиця 5.4 - Компонування аспіраційних мереж розмельного відділення.

Обладнання	Поверх розміщення	Кількість одиниць обладнання, шт.	Об'єм повітря, що відсмоктується, м ³ /хв		Відомості про пиловідділювач	Відомості про вентилятор
			від одиниці	загальний		
Аспіраційна мережа № 1						
A1-BC2-O	5	5	70	350		
Всього				350	РЦІ 31,2-48	ВЦ5-50-9В1-02:У2

В результаті проведення розрахунку підбираємо фільтр РЦІ 31,2-48, оскільки він встановлений на заводі для роботи ситовіальних машин.

Також підбираємо вентилятор ВЦ5-50-8В1-02:У2, який забезпечить потрібний тиск в установці.

5.1. Аспірація і пневмотранспорт

Пневмотранспорт

В розробленій технологічній лінії застосовується всмоктувальні пневмотранспортні установки. Всмоктувальні установки призначені для переміщення продуктів розмелу за відповідністю схеми розмелу. Переваги всмоктувальних установок полягають у відносній простоті приймальних пристроїв і високих санітарно-гігієнічних умовах їх роботи в результаті обезпилення технологічного обладнання і приймальних пристроїв.

До особливостей всмоктувальних установок відносять:

- використання в установках продуктопроводів з горизонтальними довгими ділянками;
- підвищення рівня вибухо- і пожежобезпеки в результаті зниження рівня запиленості повітря у робочих приміщеннях;
- зменшення числа аспіраційних мереж за рахунок аспірації обладнання, з якого забирають продукт; охолодження продуктів в процесі транспортування, що сприяє підвищенню ефективності роботи вальцових верстатів, розсійників, ситовіальних машин. Це дозволяє збільшити вихід і покращити якість муки.
- використання в якості завантажувальних пристроїв пневмоприймачів пилу "Відвід" , "Трійник".

Принцип розрахунку пневмотранспортної установки полягає в наступному: на площинній схемі (рис.5.1) вказуємо такі дані: номери пневмотранспортерів; найменування машин, з яких транспортується продукт; довжини горизонтальних і вертикальних ділянок продуктопроводів; радіуси заокруглення та кути відводів.

Під розрахунком ВПТУ розуміють визначення таких параметрів:

- 1) швидкості повітря в продуктопроводі і повітропроводі;
- 2) діаметрів продуктопроводів і повітропроводів;
- 3) втрати тиску в пневмоустановках;

- 4) підбір модифікацій циклонів розвантажувачів;
- 5) підбір модифікації пиловідділювачів;
- 6) визначення подачі і напору (тиску) повітродувних машин.

Для прискорення розрахунків втрат тиску в пневмотранспортерах використовують ЕОМ. Вихідні дані для розрахунку втрат тиску в пневмотранспортерах всмоктувальної пневмотранспортної установки представлені в таблиці 5.1 та результати розрахунку втрат тиску в пневмотранспортерах всмоктувальної пневмотранспортної установки представлені в таблиці 5.2.

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):

- вентилятор високого тиску (напір до 12 кПа);
- вентилятор середнього тиску (напір до 2,5 кПа).

В якості повітродувних машин в установках №1 використовують послідовні ВВТ та ВСТ, аналогічне розташування в установці №2. В якості прикладу проведено розрахунок ВПТУ №2, площина схема якої наведена на рис. 5.1.

Для можливості використання ЕОМ всі вихідні дані для розрахунку подаються в табл. 5.1.

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

Номер пневмотранспортера	Швидкість, м/с		Навантаження розраховане, кг/с	Тип машин 1. Вальц. верстат. 2. Вим. машина. 3. Вальц. верстат з ентолейтотром Ø-інші	Довжина ділянок продуктопроводу, м			Значення коефіцієнта A_g	Кількість відводів продуктопроводу, шт
	Зависання продукту	Повітря на вході в продуктопровод			першої горизонтальної	інших горизонтальних	вертикальних		
3	5,5	21	1,11	1	6,1	3,2	23,4	135	2

2	5,5	21	1,11	1	5,0	3,0	23,4	135	2
1	5,5	21	1,11	1	5,6	2,9	23,4	135	2
20	1,8	20	0,52	3	6,7	2,2	23,4	135	2
21	1,8	20	0,52	3	5,0	2,4	23,4	135	2
22	1,8	20	0,37	3	3,8	2,6	23,4	135	2
23	1,8	20	0,37	3	3,2	2,6	23,4	135	2
24	1,8	20	0,45	3	3,8	2,4	23,4	135	2
28	1,6	17	0,27	1	4,7	2,2	23,4	110	2
26	1,6	17	0,15	1	5,3	2,1	23,4	110	2
27	1,6	17	0,15	1	4,8	2,2	23,4	110	2
30	1,6	17	0,19	1	3,4	2,3	23,4	110	2
29	1,6	17	0,21	1	5,5	2,3	23,4	110	2
17	1,6	17	0,18	2	4,0	2,2	16,4	110	2
31	1,6	17	0,18	1	4,8	2,1	23,4	110	2
14	3,0	21	0,24	0	4,1	2,0	16,4	135	2

Продовження табл. 5.1.

Номер пневмостранспортера	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. І для відводу з номером		Значення коеф. β (бетта) для відводу з номером			
											1		2	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	R/Dmin	R/Dmax	R/Dmin	R/Dmax
3	0,4	0,8	90	90	500	450	0,99	1,32	0,15	0,23	1,00	1,00	0,73	0,75
2	0,4	0,8	90	90	500	450	0,99	1,32	0,15	0,23	1,00	1,00	0,54	0,56
1	0,4	0,8	90	90	500	450	0,99	1,32	0,15	0,23	1,00	1,00	0,54	0,56
20	0,4	0,8	90	90	500	450	0,99	1,32	0,15	0,23	1,00	1,00	0,54	0,56

21	0,4	0,8	90	90	50 0	45 0	0,9 9	1,3 2	0,1 5	0,2 3	1,00	1,00	0,54	0,56
22	0,4	0,8	90	90	50 0	45 0	0,9 9	1,3 2	0,1 5	0,2 3	1,00	1,00	0,54	0,56
23	0,4	0,8	90	90	50 0	45 0	0,9 9	1,3 2	0,1 5	0,2 3	1,00	1,00	0,54	0,56
24	0,4	0,8	90	90	50 0	45 0	0,9 9	1,3 2	0,1 5	0,2 3	1,00	1,00	0,54	0,56
28	0,4	0,8	90	90	40 0	32 0	1,1 5	1,4 1	0,1 5	0,2 3	1,00	1,00	0,45	0,48
26	0,4	0,8	90	90	40 0	32 0	1,1 5	1,4 1	0,1 5	0,2 3	1,00	1,00	0,45	0,48
27	0,4	0,8	90	90	40 0	32 0	1,1 5	1,4 1	0,1 5	0,2 3	1,00	1,00	0,45	0,48
30	0,4	0,8	90	90	40 0	32 0	1,1 5	1,4 1	0,1 5	0,2 3	1,00	1,00	0,45	0,48
29	0,4	0,8	90	90	40 0	32 0	1,1 5	1,4 1	0,1 5	0,2 3	1,00	1,00	0,45	0,48
17	0,4	0,8	90	90	50 0	45 0	0,9 9	1,3 2	0,1 5	0,2 3	1,00	1,00	0,54	0,56
31	0,4	0,8	90	90	40 0	32 0	1,1 5	1,4 1	0,1 5	0,2 3	1,00	1,00	0,45	0,48
14	0,4	0,8	90	90	40 0	32 0	1,1 5	1,4 1	0,1 5	0,2 3	1,00	1,00	0,28	0,25

Номер пневмотранспортера	Навантаження розрахункове, кг/с	Швидкість, м/с		Діаметр продуктопроводу на дільницях, м		Витрати повітря, м ³ /с	Коефіцієнт концентрації суміші, кг/кг
		зависання продукту	повітря на вході в продуктопровід	першій	другій		
3	1,11	5,5	21	0,12	0,13	0,237	3,89
2	1,11	5,5	21	0,12	0,13	0,237	3,89
1	1,11	5,5	21	0,12	0,13	0,237	3,89
20	0,52	1,8	20	0,08	0,085	0,1	4,31
21	0,52	1,8	20	0,08	0,085	0,1	4,31
22	0,37	1,8	20	0,075	0,08	0,083	3,49
23	0,37	1,8	20	0,075	0,08	0,083	3,49
24	0,45	1,8	20	0,075	0,08	0,083	4,22
28	0,27	1,6	17	0,06	0,08	0,048	4,68
26	0,15	1,6	17	0,06	0,065	0,048	2,60
27	0,15	1,6	17	0,06	0,065	0,048	2,61
30	0,19	1,6	17	0,06	0,065	0,048	3,29
29	0,21	1,6	17	0,06	0,065	0,048	3,64
17	0,18	1,6	17	0,06	0,065	0,048	3,6
31	0,18	1,6	17	0,06	0,065	0,048	3,1
14	0,24	3,0	21	0,055	0,06	0,049	4,01

Після заповнення таблиці приступають до розрахунку пневмотранспортної мережі за допомогою ЕОМ. За допомогою ЕОМ розраховуємо діаметри продуктопроводів на різних дільницях мережі, витрати повітря на кожній дільниці, втрати тиску в елементах пневмотранспортної мережі (машині, приймачі, горизонтальних дільницях, відводах вертикальних дільницях, циклонах розвантажувачах). За допомогою цих розрахунків ми визначаємо діаметр циклонів розвантажувачів та загальні втрати тиску в мережі. Всі розраховані показники зводять в таблицю 5.2.

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.

Як видно з табл. 5.2. коефіцієнт суміші μ в пневмотранспортерах розрахункової мережі коливається від 2,6 до 4,7, тобто не виходить за межі допустимих значень. Втрати тиску в деяких пневмотранспортерах мають менше значення ніж прийняті мінімальні значення в процесі розрахунку (8 кПа).

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

Продовження табл. 5.2.

Но мер пне вмо тра нс- пор тера	Втрати тиску в елементах пневмотранспортера, кПа							Діаметр циклона- розванта жувача, м	Загальні витрати тиску в пневмотрансп ортері, кПа
	ма ши ні	при йма чі	Гориз онтал ьних дільн ицях	х) відводах		Вер тик аль- них діль ниц ях	Цикло ні- розван тажува чі		
				№ 1	№ 2				
3	1,5	1,0	0,732	0,728	0,627	4,17	0,62	0,45	9,4
2	1,5	1,0	0,626	0,728	0,504	4,17	0,62	0,45	9,2
1	1,5	1,0	0,669	0,728	0,504	4,17	0,62	0,45	9,2
20	0	1,0	0,959	0,762	0,532	5,42	0,26	0,34	8,9
21	0	1,0	0,787	0,762	0,532	5,42	0,19	0,34	8,8
22	0	1,0	0,63	0,611	0,455	4,66	0,19	0,34	7,4
23	0	1,0	0,57	0,611	0,455	4,66	0,19	0,34	7,5
24	0	1,0	0,67	0,738	0,529	5,47	0,15	0,34	8,6
28	1,0	1,0	0,701	0,622	0,369	5,12	0,15	0,25	8,9

26	1,0	1,0	0,593	0,357	0,227	3,23	0,15	0,25	6,6
27	1,0	1,0	0,557	0,357	0,227	3,23	0,15	0,25	6,5
30	1,0	1,0	0,485	0,445	0,274	3,86	0,15	0,25	7,2
29	1,0	1,0	0,712	0,489	0,298	4,18	0,15	0,25	7,8
17	1,0	1,0	0,724	0,489	0,298	4,18	0,15	0,25	7,8
31	1,0	1,0	0,588	0,422	0,19	3,7	0,15	0,25	7,0
14	1,0	1,0	0,866	0,764	0,313	4,5	0,23	0,25	8,7

Це пневмотранспортери № 22,23,26,27,30,29,17 та 31.

Менші значення втрат тиску № 22,23 пояснюються тим, що в даних пневмотранспортерах використовують ентолейтори, мінімальний діаметр продуктопроводів для яких не повинен перевищувати 0,075м.

В пневмотранспортерах № 26,27,30,29 та 31 транспортування продукту здійснюється з вальцьових верстатів мінімальний діаметр продуктопроводів при цьому не повинен бути менше 0,060м.

Для збільшення втрат тиску зазначених пневмотранспортерів необхідно використовувати дросельні вставки у вихлопних патрубках розвантажувачах.

Підбір пиловідділювача

Як пиловідділювачі використовуються фільтри-циклони типу РЦ, підбір яких проводиться в такій послідовності.

Витрати повітря на вході в фільтр визначають за формулою:

$$Q_{\phi} = \sum_{i=1}^N Q_i + \sum_{i=1}^n \Delta Q_{ц.р.}$$

де, Q_{ϕ} – витрати повітря на вході в фільтр, м³/с;

$\sum_{i=1}^N Q_i$ – сумарні витрати повітря в мережі, м³/с;

$\sum_{i=1}^N Q_i = 0,24 + 0,24 + 0,24 + 0,1 + 0,1 + 0,08 + 0,08 + 0,08 + 0,05 + 0,05 + 0,05 + 0,05 + 0,05 + 0,05 + 0,05 + 0,05 = 1,55$ м³/с

$\sum_{i=1}^n \Delta Q_{ц.р.}$ – сумарне підсмоктування повітря в циклонах-розвантажувачах, м³/с;

$$Q_{\phi} = 0,17 + 1,55 = 1,72 \text{ м}^3/\text{с}$$

Сумарне підсмоктування в циклонах-розвантажувачах розраховують за формулою:

$$\sum_{i=1}^n \Delta Q_{ц.р.} = N * \Delta Q_{ц.р.}$$

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)

$$\sum_{i=1}^n \Delta Q_{ц.р.} = 16 * 1,1 * 10^{-2} = 0,17 \text{ м}^3/\text{с}$$

Розрахункову площу фільтруючої поверхні рукавів фільтра РЦІ визначають за формулою:

$$F_p = \frac{Q_\phi * 60}{q_n}$$

де, F_p – розрахункова площа фільтруючої поверхні рукавів, м²;

q_n – нормативне питоме навантаження на 1 м² фільтруючої поверхні рукавів, м³/(м² * хв.) (Для фільтрів РЦІ, які використовуються як пиловідділювачі у всмоктувальних пневмотранспортних установках q_n приймають в межах 4...5 м³/(м² * хв.)

$$F_p = \frac{1,72 * 60}{4,6} = 22,4 \text{ м}^2$$

Виходячи з отриманого розрахункового значення площі фільтруючої поверхні рукавів $F_p = 22,4 \text{ м}^2$, приймаємо фільтр марки РЦІ 23,4-36 $F_\phi = 23,4 \text{ м}^2$.

Розрахунок опору фільтра РЦІ

Розрахунок опору фільтра РЦІ проводять за формулою:

$$H_\phi = 0,1 * q_\phi^{1,3},$$

де, H_ϕ - опір фільтра, кПа;

q_ϕ – фактичне питоме навантаження на 1 м² фільтруючої поверхні рукавів, м³/(м²*хв.)

$$H_\phi = 0,1 * 4,41^{1,3} = 0,69 \text{ кПа}$$

Фактичне питоме навантаження розраховують за формулою:

$$q_\phi = \frac{Q_\phi * 60}{F_\phi},$$

де, Q_ϕ – витрати повітря на вході в фільтр, м³/с;

F_ϕ – фактична площа фільтруючої поверхні рукавів фільтра, м.

$$Q_{\phi} = \frac{1,72 \cdot 60}{23,4} = 4,41 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{хв})$$

Визначення розрахункового повного тиску і подачі повітродувної машини

В розробленій технологічній лінії як повітродувні машини використовуємо вентилятор високого тиску.

Сумарний розрахунковий повний тиск вентиляторів високого тиску визначають за формулою:

$$H_{\Pi} = H_{\text{ПТМ}} + H_{\text{д}} + H_{\text{к}} + H_{\text{ф}},$$

де, $H_{\text{ПТМ}}$ – втрати тиску в магістральному пневмотранспортері, кПа;

$H_{\text{д}}$ – втрати тиску в дросельних вставках, кПа;

$H_{\text{к}}$ – втрати тиску в колекторі і з'єднувальних повітропроводах, кПа;

$H_{\text{ф}}$ – втрати тиску в фільтрі, кПа;

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

$$H_{\Pi} = 9,4 + 3,0 + 1,0 + 0,69 + 1,0 = 15,09 \text{ кПа}$$

Розрахунковий повний тиск вентилятора високого тиску визначаємо за формулою :

$$H_{\text{ВВТ}} = H_{\Pi} - H_{\text{ВСТ}} = H_{\Pi} - 2,5 \text{ кПа}$$

де, $H_{\text{ВВТ}}$ – розрахунковий повний тиск вентилятора високого тиску, кПа;

H_{Π} – загальний повний розрахунковий тиск вентилятора, кПа.

$$H_{\text{ВВТ}} = 15,09 - 2,5 = 12,59 \text{ кПа}$$

Вибираємо вентилятор високого тиску на основі розрахунку витрат повітря і необхідного тиску для забезпечення роботи ВПТУ марки ВПЗ 8,8/1350.

Подача вентилятора середнього тиску з урахуванням підсмоктування в фільтрі дорівнює:

$$Q_{\text{ВВТ}} = Q_{\phi} = 1,72 \text{ м}^3/\text{с} \cdot 3600 = 6192 \text{ м}^3/\text{год}$$

Подача вентилятора середнього тиску з урахуванням підсмоктування в фільтрі дорівнює:

$$Q_{\text{ВСТ}} = Q_{\phi} \cdot 1,05 \cdot 60 \text{ м}^3/\text{хв.}$$

$$Q_{\text{ВСТ}} = 1,72 \cdot 1,05 \cdot 60 \cdot 60 = 6502 \text{ м}^3/\text{год}$$

Вибираємо вентилятор середнього тиску на основі розрахунку подачі вентилятора з урахуванням підсмоктування у фільтрі і необхідного тиску для забезпечення роботи ВПТУ марки ВЦ5-35-8В1. 01 ($\eta = 0,73$).

Визначення розрахункової потужності електродвигунів вентилятора

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

$$N_{\text{ВВТ}} = \frac{Q_{\text{ВВТ}} * H_{\text{ВВТ}}}{\eta_{\text{ВВТ}}}$$

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

$Q_{\text{ВВТ}}$ – подача повітря вентилятором високого тиску, м³/с;

$H_{\text{ВВТ}}$ – розрахунковий повний тиск вентилятора високого тиску, кПа;

$\eta_{\text{ВВТ}}$ – коефіцієнт корисної дії (ККД) вентилятора високого тиску.

$$N_{\text{ВВТ}} = \frac{1,72 * 12,59}{0,7} = 30,9 \text{ кВт}$$

Розрахункову потужність електродвигуна вентилятора високого тиску $N_{\text{е.ВВТ}}$ визначають за формулою:

$$N_{\text{е.ВВТ}} = 1,2 * N_{\text{ВВТ}}$$

$$N_{\text{е.ВВТ}} = 1,2 * 30,9 = 37,1 \text{ кВт}$$

Розрахункова потужність електродвигуна вентилятора високого тиску становить 37,1 кВт . Приймаємо 50 кВт.

$$N_{\text{ВСТ}} = \frac{Q_{\text{ВСТ}} * H_{\text{ВСТ}}}{\eta_{\text{ВСТ}}}$$

де, $N_{\text{ВСТ}}$ – розрахункова потужність на валу електродвигуна вентилятора середнього тиску, кВт;

$Q_{\text{ВСТ}}$ – подача повітря вентилятором середнього тиску, м³/с;

$H_{\text{ВСТ}}$ – розрахунковий повний тиск вентилятора середнього тиску, кПа;

$\eta_{\text{ВСТ}}$ – коефіцієнт корисної дії (ККД) вентилятора середнього тиску.

$$N_{\text{ВСТ}} = \frac{1,81 * 2,5}{0,73} = 6,2 \text{ кВт}$$

Розрахункова потужність електродвигуна вентилятора середнього тиску визначається формулою

$$N_{\text{е.ВСТ}} = 1,2 * N_{\text{ВСТ}}$$

$$N_{\text{е.ВСТ}} = 1,1 * 6,2 = 6,8 \text{ кВт}$$

Розрахункова потужність електродвигуна вентилятора високого тиску становить 6,8 кВт . Приймаємо 7,5 кВт.

Аспірація

Призначенням аспірації: обезпилювання машин, механізмів і виробничих приміщень; очищення зерна, розсортування продуктів; охолодження продуктів переробки і робочих органів машин.

Аспіраційне обладнання підрозділяють наступним чином: з місцевою аспірацією; з центральною аспірацією і подвійним очищенням та частково або повною рециркуляцією повітря.

Аспіраційну мережу називають місцевою, якщо вентилятор мережі обслуговує одну знепилюючу машину. Мережа застосовується зазвичай для сепараторів, які обладнуються вентилятором, з якого направляється повітря в циклон. Аспіраційну мережу називають центральною, якщо обслуговується декілька аспіруючих машин .

Для аспірації обладнання застосовують всмоктувальні мережі: з одноступеневою очисткою повітря в циклонах або фільтрах; з одноступеневою очисткою повітря в фільтрах; з двохступеневою очисткою в циклонах і фільтрах.

В розмельному відділенні мукомельного заводу, який працює на пневмотранспорті, передбачає аспірацію сито віяльних машин, транспортних механізмів, магнітних апаратів і бункерів. Вальцові верстати, розсійники та інші машини, які сполучені з приймальними пристроями пневмотранспортної мережі не аспірують.

Табл. 5.3 Розрахунок витрат повітря для аспірації ситовіяльних машин

Система	Кількість секцій	Витрата повітря, м ³ /хв
СВС № 1	1	34
СВС № 2	1	34
СВС № 3	1	34
СВС № 4	1	34
СВС № 5	1	33

СВС № 5	1	33
СВС № 6	1	32
СВС № 6	1	32
СВС № 7	1	34
СВС № 8	1	33
Ваги	6	30
Всього	10	Σ=331

Розрахункову площу фільтруючої поверхні рукавів фільтра РЦІ визначають за формулою:

$$F_p = \frac{Q_\phi}{q_n}$$

де, F_p – розрахункова площа фільтруючої поверхні рукавів, м²;

q_n – нормативне питоме навантаження на 1 м² фільтруючої поверхні рукавів, м³/(м² * хв.)

$$F_p = \frac{331}{8} = 41,3 \text{ м}^2$$

Виходячи з отриманого розрахункового значення площі фільтруючої поверхні рукавів $F_p = 41,3 \text{ м}^2$, приймаємо фільтр марки РЦІ 40,8-48, тому що максимальна витрата повітря становить 331 м³/хв., що наближається до максимальних витрат повітря, яка для аспіраційної установки становить 326 м³/хв.

$$Q_\phi = Q_{\text{вст}} * 60, \text{ м}^3/\text{год.}$$

$$Q_\phi = 331 * 60 = 19860 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Вибираємо вентилятор середнього тиску на основі максимальних витрат аспіраційної установки марки ВЦ5-50-9В1-02.

Електрозабезпечення та енергозбереження

Заходи для економії електроенергії і енергозбереження

Електропостачання підприємства здійснюватиметься від районної енергосистеми з напругою 10 кВ і частотою змінного струму 50 Гц.

Електрообладнання електроустановок зернопереробних підприємств і окремих цехів відносять до приймачів II - ой категорії, для яких перерва в електропостачанні допустима 0,5... 1,0 год, оскільки перерва більшої тривалості пов'язана з масовим недовипуском готової продукції, простоем технологічного устаткування і промислового транспорту.

В схемі електропостачання повинні бути передбачені резервні кабельні лінії і двохтрансформаторна підстанція . Живлення силових установок і електроприводів машин здійснюється напругою 380 В, 50Гц, а мереж освітлення - 220 В, 50 Гц.

У виробничих механізмах слід застосовувати трифазні асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором серії 4А і АИР, які відрізняються надійністю, простотою конструкцій і невисокою вартістю.

Економія електроенергії і енергозбереження може бути досягнуто за рахунок:

- правильного вибору потужності трансформаторів і компенсуючих пристроїв;
- визначення потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності;
- узгодження режиму роботи трансформаторів з добовим графіком електричних навантажень підприємства;

- зменшення втрати в лініях живлення за рахунок компенсації реактивної потужності;
- зменшення втрати електроенергії в трансформаторах за рахунок відключення одного із них відповідно до графіка навантаження;
- зменшення втрати електроенергії на освітлення за рахунок заміни ламп розжарювання люмінесцентними лампами.

6.2. Розрахування активної потужності споживання підприємством методом питомих витрат електроенергії

Розрахункову активну потужність методом питомих витрат електроенергії визначають за формулою:

$$P_p = \frac{w_{\text{пит}} M_{\text{річ}}}{T_{\text{max}}},$$

де $W_{\text{пит}} = 52$ кВт.год/т - нормована питома витрата електричної енергії для борошномельних заводів

$M_{\text{річ}}$ – річна продуктивність підприємства 200х 5200 т

$T_{\text{max}} = 5200$ год - число годин використання розрахункової активної потужності.

$$P_p = \frac{52 \cdot 200 \cdot 5200}{5200} = 10400 \text{ кВт}$$

Розрахункову активну потужність освітлення лампами розжарювання приймаємо $P_{\text{осв}} = 0,1 P_p = 0,1 \cdot 10400 = 1040$ кВт.

6.3. Розрахування повної потужності трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності

Повну потужність трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності визначають за формулою:

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

Реактивну розрахункову потужність знаходять за формулою:

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

де $\operatorname{tg} \varphi = 0,85$ - коефіцієнт реактивної потужності для борошномельних заводів

Тоді $Q_p = 10400 \cdot 0,85 = 8840$ квар.

Потужність компенсуючого пристрою визначають за формулою:

$$Q_k = Q_p - Q_E,$$

де Q_E - оптимальна реактивна потужність, що задається енергосистемою:

$Q_E = 0,3 \cdot (P_p + P_{осв}) = 0,25 \cdot (10400 + 1040) = 3432$ квар.

Тоді $Q_k = 8840 - 3432 = 5408$ квар.

Вибираємо за допомогою таблиці [1, табл.Д.3] конденсаторну установку типу КК-0,38-600-150У3 номінальною потужністю $Q_{кном} = 600$ квар. 9 штук

Таким чином, повна потужність трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності буде:

$$S_{ТП} = \sqrt{(10400 + 10400)^2 + (8840 - 5400)^2} = 11946 \text{ кВ.А.}$$

Потужність сумарну потужність трансформаторів знаходять так:

$$\Sigma S_{mp} = (0,6 \dots 0,8) S_{ТП} = 0,6 \cdot 11946 = 7167 \text{ кВ.А.}$$

Приймаємо 6 трансформаторних підстанцій з потужністю одного трансформатора

$$S_{тр} = \frac{7167}{6} = 1194 \text{ кВ. А}$$

За одержаною потужністю, користуючись таблицею технічних даних трансформаторів вибираємо номінальну потужність трансформатора

Тип	Номінальна потужність $S_{ном}$, кВ.А	Номінальна напруга, кВ		Струм холостого ходу I_x , %	Втрати потужності, кВт		Напруга короткого замикання u_k , %
		первинна $U_{1ном}$	вторинна $U_{2ном}$		Холостого ходу P_x	Короткого замикання	
ТМ1000/10	1000	10	0,4	2,8	2,45	12,2	5,5

6.4. Перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності

Суть економічного режиму роботи трансформаторів полягає в тому, що при наявності на підстанції двох паралельно працюючих трансформаторів, навантаження, при якому один трансформатор доцільно відключити, визначається мінімумом електричних втрат в них при заданому графіку навантаження.

Потужність трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності в визначають за формулою

$$S_T \geq \frac{S_{ТП}}{2k_{ДП}}$$

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

$k_{ДП}$ – коефіцієнт допустимих перевантажень трансформатора, що визначається за графіком залежності тривалості максимального навантаження $t_{ТМ}$ від $k_{ЗГ}$ – коефіцієнта заповнення графіка добового навантаження підприємства (рис.6.1)

$$k_{ЗГ} = \frac{P_1 t_1 + P_2 t_2 + \dots + P_i t_i}{T \cdot 100\%}$$

де P_i , – навантаження в відсотках за відрізок часу t_i ; $T = 24$ год .

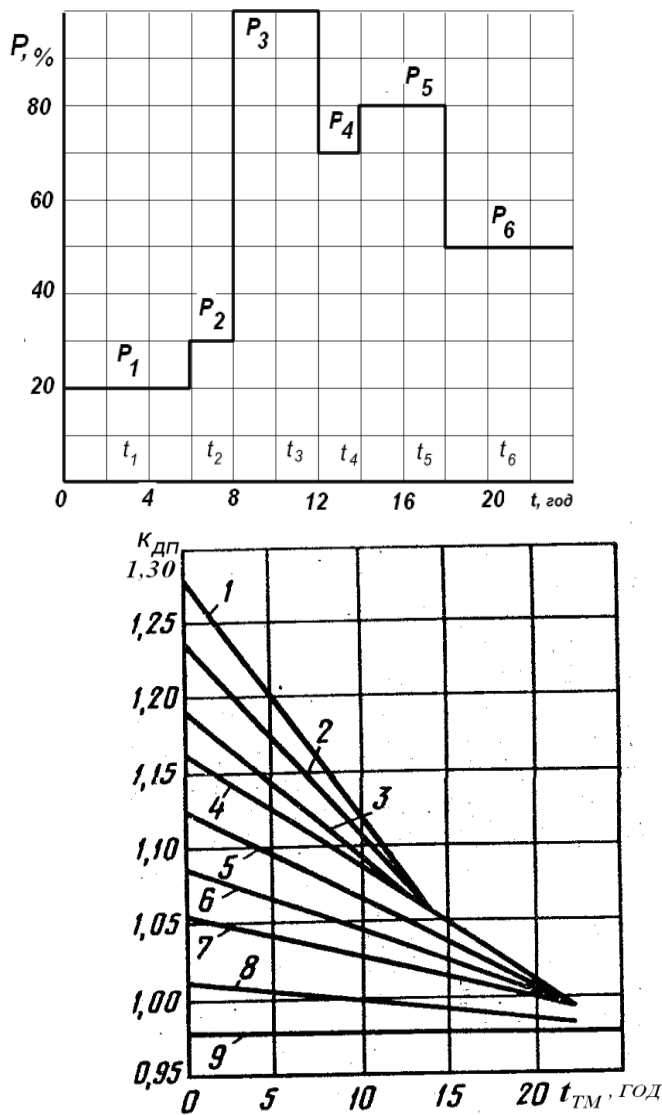
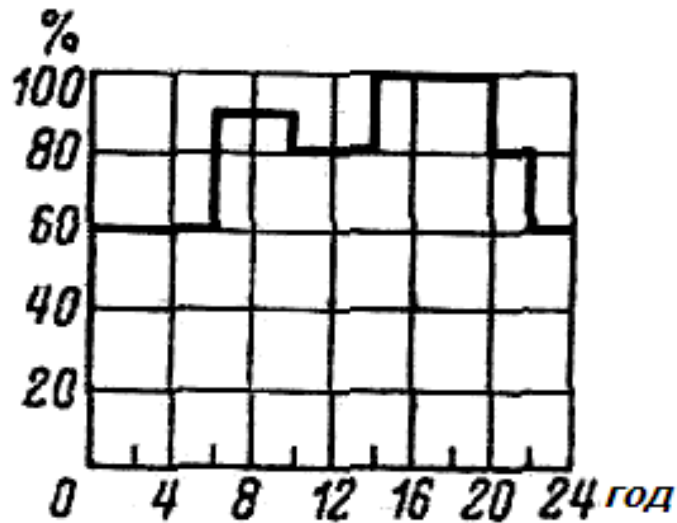


Рис. 6.1- Графік добового навантаження.

Рис.6.2- Графік допустимих перевантажень силових трансформаторів для ;
 $K_{зг}$: 1 - 0,6; 2 - 0,65; 3 - 0,7; 4 - 0,75; 5-0,8; 6 - 0,85; 7 - 0,9; 8 - 0,95; 9 - 1,00.



Знаходимо
 коефіцієнт
 заповнення графіка
 добового
 навантаження
 елеватора $k_{зг}$,

користуючись графіком добового навантаження (Рис 6.3)

Рис.6.3 Графік добового навантаження

$$K_{зг} = \frac{60 \cdot 6 + 90 \cdot 4 + 80 \cdot 4 + 100 \cdot 6 + 80 \cdot 2 + 60 \cdot 2}{24 \cdot 100\%} = 0,8$$

Для графіка добового навантаження (Рис.4.3) тривалість максимального навантаження складає: $t_{тм1} = 6$ год. Тоді, користуючись графіком допустимих перевантажень силових трансформаторів, (Рис.4.2) знаходимо коефіцієнт допустимих перевантажень трансформатора $k_{дп} = 1,09$.

Потужність трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності в аварійних режимах визначають за формулою:

$$S_T \geq \frac{S_{ТП}}{2k_{дп}},$$

де S_{III} – розрахункова потужність трансформаторної підстанції.

$$S_T \geq \frac{11946}{2.1,09} = 5780 \text{ кВ.А}$$

По таблиці технічних даних трансформаторів уточнюємо номінальну потужність трансформатора з урахуванням 6 трансформаторних підстанцій.

$$S'_{тр} = \frac{5780}{6} = 963 \text{ кВ.А}$$

Тобто потужність трансформатора на зменшиться.

Таким чином, перевірка потужності трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності показала, що потужність трансформаторів можна

6.5. Техніко-економічне порівняння режиму роботи трансформаторів

Знаходимо приведені втрати в трансформаторі користуючись формулами

$$\Delta P'_x = \Delta P_x + K_e \Delta Q_x; \quad \Delta P'_k = \Delta P_k + K_e \Delta Q_k.$$

В цих формулах ΔP_x і ΔP_k беремо із таблиці технічних даних вибраного трансформатора: $\Delta P_x = 2,45 \text{ кВт}$; $\Delta P_k = 12,2 \text{ кВт}$.

Економічний еквівалент реактивної потужності, що залежить від потужності енергосистеми приймаємо $K_e = 0,03 \text{ кВт/квар}$.

Втрати ΔQ_x і ΔQ_k знаходять за формулами:

$$\Delta Q_x = S_{НОМ} \frac{I_x \%}{100} = 1000 \frac{2,8}{100} = 28 \text{ квар};$$

$$Q_k = S_{НОМ} \frac{U_k \%}{100} = 1000 \frac{5,5}{100} = 55 \text{ квар}.$$

Тоді $\Delta P'_x = 2,45 + 0,03 \cdot 28 = 3,29 \text{ кВт}$; $\Delta P'_k = 12,2 + 0,03 \cdot 55 = 13,85 \text{ кВт}$.

Потужність при якій економічно оправдано відключити від паралельної роботи один із двох трансформаторів визначають за формулою:

$$S_{EK} = S_{НОМ} \sqrt{2 \frac{\Delta P'_X}{\Delta P'_K}} = 1000 \sqrt{2 \frac{3,29}{13,85}} = 689 \text{ кВ.А.}$$

Оскільки потужність трансформаторів з урахуванням їх перевантажувальної здібності складає: 1000 кВ.А, що відповідає 100% навантаження добового графіка, то 689 кВ.А будуть відповідати

$$\frac{689}{1000} \cdot 100\% = 68,9\%$$

Таким чином, при навантаженні підстанції менше 68,9% один трансформатор можна відключити.

За допомогою графіка навантаження елеватора (Рис.4.3) робимо висновок, що на протязі доби один трансформатор можна виключити з 0 до 6 год і з 22 до 24, що разом складає $\Sigma t = 6 + 2 = 8$ годин, що в процентах складає

$$\Delta T_{\max} = \frac{\Sigma t}{24} \cdot 100\% = \frac{8}{24} \cdot 100\% = 33,3\%$$

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

$$\Delta T'_{\max} = \frac{\Delta T_{\max}}{100\%} \cdot T_{\max} = \frac{33,3}{100} \cdot 5200 = 1732 \text{ год}$$

і складатиме $T'_{\max} = T_{\max} - \Delta T'_{\max} = 5200 - 1732 = 3468 \text{ год.}$

6.6. Вибір перерізу жил і марку кабелю

Вибір необхідного перерізу жил кабелю напругою до 1000 В проводять для підприємства за допустимим струмовим навантаженням і допустимою втратою

напруги.

Визначимо розрахунковий струм для одного трансформатора при навантаженні $S_{тр1} = 963$ кВ.А за формулою

$$I_p = \frac{1000 S_{тр1}}{\sqrt{3} U_{ном}} = \frac{1000 \cdot 1194}{\sqrt{3} \cdot 380} = 1809 \text{ А,}$$

З урахуванням умов прокладання мереж знаходимо за відповідною таблицею стандартний переріз жил кабеля $S = 150$ мм² 5 кабелів паралельно.

Марку кабеля приймаємо АВРГ – чотирьох жильний з алюмінієвими жилами і полівінілхлоридною ізоляцією.

Перевірку перерезу жил кабеля на допустиму втрату напруги виконуємо за формулою:

$$\Delta U = \frac{10^5 (P_p + P_{осв})}{U_{ном}^2} R_{л} = \frac{10^5 (10400 + 10400)}{380^2 \cdot 6} \cdot 0,003 = 3,96\% , \text{ що менше}$$

допустимого

$$\Delta U = 5 \%$$

де $U_{ном}$ - номінальна лінійна напруга, В;

$P_p + P_{осв}$ - активна потужність силового і освітлювального навантаження, кВт;

$R_{л}$ - активний опір лінії живлення, який визначають за формулою

$$R_{л} = \rho \frac{L}{S} = 0,0312 \frac{80}{5 \times 150} = 0,003 \text{ Ом.}$$

В цій формулі: $\rho = 0,0312$ Ом.мм²/м питомий опір жили алюмінієвого кабеля;

L - довжина кабелю, м;

S - площа перерізу жили кабелю, мм².

6.7 Річна витрата електроенергії та її вартість

Річну витрату електроенергії знаходимо за формулою:

$$W_a = (P_p + P_{осв}) T_{max} = (10400 + 1040) 5200 = 59448000 \text{ кВт.год.}$$

Річну вартість електроенергії визначаємо за формулою:

$$S_o = d_o W_a = 1,98. = 59448000 = 117786240 \text{ грн.}$$

6.8 Розрахунки відносно заходів економії електроенергії на підприємстві

Економію електроенергії на досягається за рахунок таких заходів:

- зменшення струму в лінії живлення в результаті компенсації реактивної потужності конденсаторною установкою до I'_p ;
- зменшення часу роботи двох з трансформаторів на протязі року з T_{max} до T'_{max} ;
- зменшення витрат електроенергії на освітлення заміною ламп розжарювання люмінесцентними лампами.

Після виконаної компенсації реактивної потужності розрахунковий струм лінії живлення буде

$$I'_p = \frac{1000 S_{mp2}}{\sqrt{3} U_{ном}} = \frac{1000 \cdot 963}{\sqrt{3} \cdot 380} = 1459 \text{ А. Витрати електроенергії в лінії}$$

живлення будуть

- до впровадження заходів компенсації реактивної потужності:

$$W_{л} = 3 I_p^2 R_{л} T_{max} = 3 \cdot 1809^2 \cdot 0,003 \cdot 5200 \cdot 10^{-3} = 153152 \text{ кВт.год,}$$

- після впровадження заходів компенсації реактивної потужності:

$$W'_e = 3 I_p'^2 R_{\text{Л}} T_{\text{max}} = 3.1459^2 \cdot 0,003.5200 \cdot 10^{-3} = 99622 \text{ кВт.год.}$$

Річна економія електроенергії в лінії живлення буде

$$\Delta W_{\text{Л}} = W_{\text{Л}} - W'_{\text{Л}} = 153152 - 99622 = 53530 \text{ кВт.год.}$$

Втрати електроенергії в трансформаторах будуть

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

$$W_{\text{тр}} = 2 \Delta P'_k T_{\text{max}} = 2.13,85.5200 = 144040 \text{ кВт.год,}$$

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

$$W'_{\text{од}} = 2 \Delta P'_k T'_{\text{max}} = 2.13,85.3468 = 96063 \text{ кВт.год.}$$

Річна економія електроенергії в трансформаторах буде:

$$\Delta W_{\text{тр}} = W_{\text{тр}} - W'_{\text{од}} = 144040 - 96063 = 47977 \text{ кВт.год.}$$

Витрати електроенергії на освітлення будуть

- лампами розжарювання $W_{\text{осв}} = k q P_p T_{\text{max}} = 0,63.0,1.1906.5200 = 6244056$
кВт.год;

- люмінесцентними лампами ДРЛ $W'_{\text{осв}} = k q' P_p T_{\text{max}} = 0,63.0,059.1906.5200 =$
3683993 кВт.год.

В цих формулах приймають для:

$k=0,63$ – коефіцієнт перерахунку добового споживання електроенергії
для самого короткого дня в середньодобове [5, с.18]; ламп розжарювання
 $q = 0,1$;

- люмінесцентних ламп в залежності від їх типа [1, Табл.Д.6] $q' =$
(0,035...0,06).

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

$$\Delta W_{\text{осв}} = W_{\text{осв}} - W'_{\text{осв}} = 6244056 - 3683993 = 2560063 \text{ кВт.год.}$$

Результати розрахунків з економії електроенергії зводимо в таблицю:

Споживачі	Втрати електроенергії, кВт.год		Економія електроенергії, кВт.год
	До впровадження заходів економії	Після впровадження заходів економії	
Кабельна лінія	153152	99622	53530
Трансформатори	144040	96063	47977
Освітлення	6244056	3683993	2560063
Разом			2661570

Загальна річна економія електроенергії буде:

$$\Delta W = \Delta W_{\text{л}} + \Delta W_{\text{тр}} + \Delta W_{\text{осв}} = 2661570 \text{ кВт.год.}$$

Річну вартість зекономленої електроенергії визначають за формулою

$$\Delta S_o = d_o \Delta W = 1.98 \cdot 2661570 = 5269908 \text{ грн.}$$

Висновок

За рахунок введення заходів з економії електроенергії: компенсація реактивної

потужності; відключення одноно із трансформаторів; заміни освітлення з лампами розжарювання на люмінесцентні лампи, досягнута економія

коштів, що складає:
$$\Delta S = \frac{5269908}{117786240} \cdot 100\% = 4,47\%$$

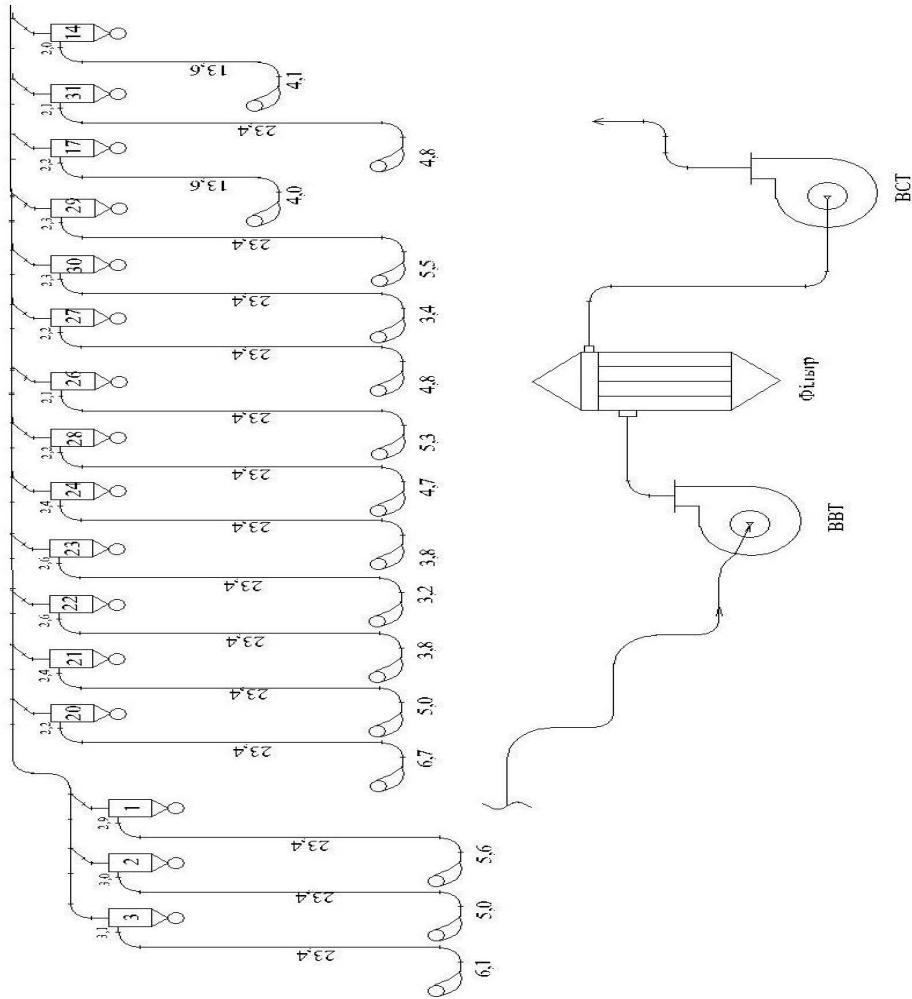


Рис. 5.1 Площина схема розрахункової ВІПТУ

Розділ 6. Техніко-економічні показники підприємства

Чисельність працівників і фонд оплати праці

При визначенні кількості працюючих було використано матеріал «Типові структури управління, типові штати і нормативи чисельності робочих, інженерно-технічних працівників і службовців зернопереробних і хлібоприймальних підприємств»

Для борошномельного підприємства з добовою продуктивністю 470 т/добу, кількість працюючих складає 235 чол.

Визначаємо фонд оплати праці працюючих по формулі:

$$\text{ФОТ} = \text{ЗП}_{\text{ср}} \times \text{Ч}_{\text{чол}} \times \text{N},$$

де $\text{ЗП}_{\text{ср}}$ – середня заробітна плата в галузі (3500 грн на місяць);

$\text{Ч}_{\text{чол}}$ – чисельність людей;

N – кількість місяців роботи.

$$\text{ФОТ} = (3500 \times 235 \times 12) / 1000 = 9870 \text{ тис. грн}$$

Із загального фонду заробітної плати тих, що працюють 60 % складає заробітна плата робочих:

$$9870 \times 0,6 = 5922 \text{ тис. грн}$$

Продуктивність праці:

$$\text{ПТ} = \text{РП} / \text{Ч}_{\text{чол}}$$

$$\text{ПТ} = 366552 / 235 = 1559 \text{ тис грн}$$

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

Сировина і основні матеріали

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

Вартість зерна (C_3) визначається множенням середньозваженої оптової ціни зерна помольної партії ($\Pi_{3,c}$) і витрат на його доставку на підприємство (T_p) без ПДВ на річний об'єм переробки зерна власних ресурсів ($Q_{\text{влас.}}$), по формулі:

$$Q_3 = ((1,02 \times 3600) + 130) / 1,2 \times 76140 / 1000 = 241236 \text{ тис грн}$$

Оптові ціни на зерно, які включаються в помольну партію, беруться за даними потокового моніторингу цін товаровиробників, які складають (на даний час) 3400-4100 грн/тону зерна.

У формулі коефіцієнт 1,02 враховує додаткові витрати на придбання (націнки, комісійні, послуги товарних бірж), які складають 2% від вартості зерна.

Витрати на отримання зерна складають 130-150 грн./тону зерна.

Додаткові матеріали

Витрати на матеріали визначаються за такими нормативами: 8 грн на тону об'єму переробки зерна.

$$C_m = (8 \times Q_{\text{заг}}) / 1000 = (8 \times 126900) / 1000 = 1015,2 \text{ тис грн}$$

Паливо

Витрати на паливо визначаються, виходячи з норм витрат палива, об'ємів переробки зерна і цін на палива по формулі:

$$Z_{\text{топ}} = C_{\text{топ}} * N_{\text{топ,усл}} * Q_{\text{заг}} * K_{\text{усл.}}$$

де $C_{\text{топ}}$ - ціна натурального палива, грн./т

$Q_{\text{заг}}$ - об'єм переробки зерна, т.

$N_{\text{топ,усл}}$ - норма витрати умовного палива, кг/т

$K_{\text{усл}}$ - коефіцієнт перекладу умовного палива в натуральне

Для технологічних потреб $N_{\text{топ,усл}}$ береться у розмірі 3кг умовного палива на тонну зерна для холодного кондиціонування.

Норми витрати умовного палива перераховується на натуральне паливо залежно від виду палива, яке використовується на підприємстві (в даному випадку-газ - 6500 грн/т).

$$Z_{\text{топ}} = (6700 * 3 * 0,88) * 126900 / 1000^2 = 2177,6 \text{ тис грн}$$

Енергія

У даний підрозділ включаються сумарні витрати на електроенергію і воду, які використовуються на технологічні потреби.

Витрати на електроенергію визначаються по формулі:

$$C_{\text{ел.}} = T_{\text{ел.}} * N_{\text{ел.}} * Q_{\text{з}} * K_{\text{б}},$$

де $T_{\text{ел.}}$ - тариф на електричну енергію, складає 1,54грн/кВт.год без ПДВ;

$N_{\text{ел.}}$ - норма витрати електричної енергії на виробництво борошна, складає 102кВт.год/т;

$Q_{\text{з}}$ - об'єм переробки зерна за рік, т;

$K_{\text{б}}$ - загальний вихід борошна.

$$C_{\text{ел}} = (1540 * 100 * 126900 * 0,75) : 1000^2 = 14656,9 \text{ тис грн}$$

Витрати на воду розраховується за формулою:

$$C_{\text{в}} = (T_{\text{в}} + T_{\text{сп}} * K_{\text{сп}}) * N_{\text{в}} * Q_{\text{з}},$$

де $T_{\text{в}}, T_{\text{сп}}$ – тарифи, відповідно, на отримання води і спуск її в каналізацію, грн./м³ (15 і 5 відповідно);

$K_{\text{сп}}$ – коефіцієнт, який визначає співвідношення між об'ємами спуску і отримання води 0,9;

$N_{\text{в}}$ – норма витрати води на тонну зерна, м³/т

$$C_{\text{в}} = (15 + 5 * 0,9) * 0,91 * 126900 / 1000 = 2251,8 \text{ тис грн.}$$

Загальні витрати на енергію складають:

$$14656,9 + 2251,8 = 16908,7 \text{ тис грн}$$

Основна і додаткова заробітна плата

Фонд основної і додаткової заробітної плати береться з розрахунків, які приводяться в п. 6.3.

При цьому береться ФОТ тільки робочих

$$\text{ФЗП}_{\text{раб}} = 5922 \text{ тис грн}$$

Відрахування на соціальні потреби

Визначаються по встановлених відсотках від величини фонду основної і додаткової платні:

$$Z_0 = \text{ФЗП}_{\text{раб}} * 0,3776$$

$$Z_0 = 5922 * 0,3776 = 2236 \text{ тис грн}$$

Амортизація устаткування

Розраховується по формулі:

$$A = \text{ОПФ} \times (N_a / 100),$$

де N_a – норма амортизаційних відрахувань третьої групи фондів (технологічне устаткування), $N_a = 20\%$;

ОПФ – вартість технологічного устаткування основних виробничих фондів третьої групи.

$$A = 70500 \times 0,5 \times (20/100) = 7050 \text{ тис грн.}$$

Вартість технологічного устаткування основних промислово-виробничих фондів визначається у розмірі 50% від всієї вартості ОПФ ($I_{\text{овф}}$), яку визначають відповідно до п. 2

Розрахунок інших амортизаційних витрат здійснюють за формулою:

$$A_{\text{ін.}} = \sum_i \text{ОПФ}_i \times N_{a, i} / 100,$$

де ОПФ_i – вартість основних промислово-виробничих фондів i-ої групи

$N_{a, i}$ – норма амортизаційних відрахувань i-ої групи фондів

$$A_{\text{зд.}} = 35250 \times 0,05 \times 0,6 = 1057,5 \text{ тис грн}$$

$$A_{\text{уст.}} = 35250 \times 0,2 \times 0,1 = 705 \text{ тис грн}$$

$$A_{\text{інстр, меб.}} = 35250 \times 0,25 \times 0,1 = 881,25 \text{ тис грн}$$

$$A_{\text{сооруж}} = 35250 \times 0,1 \times 0,067 = 236,17 \text{ тис грн}$$

$$A_{\text{ел.пр.}} = 35250 \times 0,1 \times 0,5 = 1762,5 \text{ тис грн} \quad A_{\text{інш}} = 4644 \text{ тис грн}$$

$$A_{\text{заг.}} = 7050 + 4644 = 11694 \text{ тис грн}$$

Інші прямі витрати

Визначаються у розмірі 5% від усіх попередніх витрат (крім витрат на сировину).

$$B_{\text{ін.}} = 0,05 \times (1015,2 + 2177,6 + 16908,7 + 5922 + 2236 + 7050) = 1765 \text{ тис грн}$$

Загальновиробничі витрати

Визначаються у розмірі 30% від усіх попередніх витрат за винятком витрат на сировину:

$$V_{\text{зар}} = (35310 + 1765) \times 0,30 = 11122,3 \text{ тис грн.}$$

Виробнича собівартість

Визначається як сума усіх попередніх витрат (витрат по всіх попередніх статтях).

Адміністративні витрати, витрати на збут, інші витрати основної діяльності, відсотки за кредит визначаються у розмірі, відповідно 35%, 30%, 5%, 2% від величини виробничої собівартості за виключенням витрат на сировину.

Повна собівартість

Визначається як сума виробничої собівартості і накладних витрат (адміністративних, витрат на збут, інших витрат основної діяльності, відсотків за кредит)

Витрати в результативному ряду «всього» є повними витратами на виробництво продукції (повною собівартістю), а експлуатаційні витрати є різницею між повними витратами і амортизаційними відрахуваннями.

$$EB = ПВ - А = 324134,4 - 11694 = 312440,4 \text{ тис грн}$$

Таблиця 6.4.1. Розрахунок зведених витрат на виробництво продукції і послуг з давальницької переробки зерна.

Стаття витрат	Сума витрат, тис грн
Сировина та основні матеріали	241236
Додаткові матеріали	1015,2

Паливо	2177,6
Енергія	16908,7
Основна і додаткова заробітна плата	5922
Відрахування на соціальні потреби	2236
Амортизація обладнання	7050
Інші прямі витрати	1765
Загальновиробничі витрати	11122,3
Виробнича собівартість	289432,8
Адміністративні витрати	16868,9
Витрати на збут	14459,0
Інші витрати виробничої діяльності	2409,8
Відсотки за кредит	963,9
Повна собівартість	324134,4
В т.ч.експлуатаційні витрати	312440,4

Прибуток визначається як різниця між об'ємами реалізації продукції і послуг, які розраховуються в розділі 2 (табл.1.2.), і повною собівартістю з табл.6.4.1.

$$П = РП - СП;$$

$$П = 366552 - 312440,4 = 54111,6 \text{ тис грн.}$$

Рентабельність продукції визначається діленням прибутку на повну собівартість продукції і послуг.

$$P_{рп} = (П/С) * 100$$

$$P_{pp}=(54111,6 / 312440,4)*100=17,3 \%$$

6.5.Фінансова та економічна оцінка проекту

Загальні положення і початкові умови для розрахунку

Економічна оцінка проекту виконується за такими показниками:

1.Для інвестора:

- термін окупності інвестицій ($C_{трум.}$);
- чиста приведена вартість проекту (ЧПС)

2.Для кредитора:

- термін повернення кредиту($T_{кр}$)

При виконанні розрахунку приймаються наступні умови:

- 1) ставка дисконтування $d=25$;
- 2) акциз і експортне мито відсутні;
- 3) продаж проекту не передбачається;
- 4) для економічної оцінки прийнятий період 5 років
- 5) амортизаційні відрахування,які виникають у зв'язку з введенням проекту,кладуть на депозит в банк і вважають резервом для страхування від ризику.

Для кредитування інвестицій приймаються такі умови:

- 1) Процентна ставка за кредит 22% в рік;
- 2) Всі вільні кошти прибутку йдуть на погашення кредиту

Розрахунок прибутку,податків і вільних грошових коштів

Таблиця 6.5.1.- Рух грошових коштів, тис грн

Показники	Роки			
	1	2	3	4
Надходження коштів	293241,6	366552	366552	366552
Амортизаційні відрахування	11694	11694	11694	11694

Проценти за кредит	10791,2	7037,9	54,6	-
Експлуатаційні витрати	249952,3	312440,4	312440,4	312440,4
Балансовий прибуток	20804,1	35379,7	42363	42417,6
Податок на прибуток 18%	3744	6368,3	7625,3	7635,2
Чистий прибуток	17060,1	29011,4	34737,7	34781,8
Чистий прибуток, що залишається на підприємстві	-	-	31758,2	34781,8
Вільні грошові кошти	28754,1	40705,4	46431,7	46476,4

У перший рік, об'єм реалізації досягає тільки 80% від максимально можливого $0,8 \times 366552 = 293241,6$ тис грн, експлуатаційні витрати – 80% від максимального рівня $0,8 \times 312440,4 = 249952,3$ тис грн

Сума платні відсотків за кредит в 1 рік:

$$П_{к1} = K \times (\%K/100)$$

$$П_{к1} = 0,22 \times 49051 = 10791,2 \text{ тис грн.}$$

$$П_{б1} = РП_1 - ЕВ_1 - А_1 - П_{к1}$$

$$П_{б1} = 293241,6 - 249952,3 - 11694 - 10791,2 = 20804,1 \text{ тис грн}$$

Борг за кредитом на кінець 1-го року складає:

$$K_{зал\ 2} = 49051 - 17060,1 = 31990,9 \text{ тис грн}$$

Сума платні відсотків за кредит в 2-ому році:

$$П_{к1} = K \times (\%K/100) = 0,22 \times 31990,9 = 7037,9 \text{ тис грн}$$

$$П_{б2} = РП_2 - ЕВ_2 - А_2 - П_{к2}$$

$$П_{б2} = 366552 - 312440,4 - 11694 - 7037,9 = 35379,7 \text{ тис грн}$$

Борг за кредитом на кінець 2-го року складає:

$$K_{зал\ 3} = 31990,9 - 29011,4 = 2979,5 \text{ тис грн}$$

Для визначення останнього року погашення кредиту необхідно порівнювати на початок кожного року суму боргу та суму потенційного чистого прибутку($\Pi_{ч}$).

$$\Pi_{ч} = (K_{над} - (B_{екс} + A)) * (1 - K_{под})$$

$$\Pi_{ч2} = (366552 - 11694 - 312440,4) * 0,82 = 34782,4 \text{ тис грн}$$

Так як потенційний чистий прибуток більший за суму боргу, то даний рік є останнім роком для погашення кредиту.

Визначаємо термін погашення кредиту у даному році у місяцях за формулою:

$$T_{міс} = (B / \Pi_{ч}) * 12$$

$$T_{міс} = (2979,5 / 34782,4) * 12 = 1 \text{ міс}$$

Сума сплати відсотків за кредит у другому році:

$$\Pi_{к2} = 2979,5 * \frac{22}{12 * 100} * 1 = 54,6 \text{ тис грн}$$

Графік повернення кредиту і сплати процентів по кредиту

На підставі розрахунків графік повернення кредиту і сплати процентів по кредиту складаємо у вигляді таблиці 6.5.2.

Таблиця 6.5.2 Графік повернення кредиту і сплати процентів по кредиту

Показники	Роки		
	1	2	3
Борг на початок року	49051	31990,9	2979,5
Погашення кредиту	17060,1	29011,4	2979,5
Борг на кінець року	31990,9	2979,5	-
Проценти за кредит	10791,2	7037,9	54,6

За наведеними вище даними визначаємо строк повернення кредиту ($T_{кр}$). До строку повернення кредиту включають кількість років, за які здійснюється часткове погашення кредиту та частину року, в якому остаточно погашається кредит.

$$T_{кр} = T_{ч} + \frac{Bi}{Pч} = 2 + \frac{2979,5}{34737,7} = 2,1 \text{ роки}$$

Отже, підприємство поверне повністю кредит за 2,1 роки.

Розрахунок чистої приведеної вартості та строку окупності інвестиційного проекту

Розрахунок здійснюється за допомогою таблиці 6.5.3

Таблиця 6.5.3. Розрахунок чистої приведеної вартості та строку окупності проекту, тис грн

Показники	Роки				
	1	2	3	4	5
i					
$(1+0,25)^i$	1,25	1,56	1,95	2,44	3,05
Вільні грошові кошти	28754,1	40705,4	46431,7	46476,4	46476,4
Дисконтована величина вільних грошових коштів	23003,2	26093,2	23811,1	19047,7	15238,2
Чиста приведена вартість проекту	-84027	- 57933,8	-34122,7	- 15075	+163,2

Чисту приведену вартість проекту розраховують за формулою:

$$ЧПVi = K_{дис,i} - ЧПVi-1$$

де $ЧПVi, ЧПVi-1$ - накопичена чиста приведена вартість проекту, відповідно, у попередньому і поточному році;

$K_{\text{дис},i}$ - дисконтована величина вільних грошових коштів у поточному році

$$\text{ЧПВ}_1 = 20336 - 104363 = -84027 \text{ тис грн.}$$

$$\text{ЧПВ}_2 = 26093,2 - 84027 = -57933,8 \text{ тис грн.}$$

$$\text{ЧПВ}_3 = 23811,1 - 57933,8 = -34122,7 \text{ тис грн.}$$

$$\text{ЧПВ}_4 = 19047,7 - 34122,7 = -15075 \text{ тис грн.}$$

$$\text{ЧПВ}_5 = 15238,2 - 15075 = +163,2 \text{ тис грн}$$

Термін окупності інвестицій визначається за формулою:

$$T_{\text{ок}} = T_{\text{чв},i} + \frac{\text{ЧПВ}_{i-1}}{K_{\text{дис}}} = 4 + \frac{15075}{15238,2} = 4,9 \text{ роки}$$

Чиста приведена вартість проекту на кінець 4-го року складає 163,2 тис грн

6.6. Оцінка ризиків

До ризиків, пов'язаних з політичною і економічною ситуацією в Україні входять: політична нестабільність, діюча і майбутня правова база для інвестицій, перспектива економіки в цілому, фінансова нестабільність.

Останнім часом, в Україні нестабільна політична ситуація, погіршився економічний стан та фінансова стабільність. Все це свідчить про підвищення ризику інвестування для будівництва нового підприємства в Україні.

Ризики періоду проектування і будівництва пов'язані з можливим збільшенням термінів будівництва, невчасним постачанням і введенням в дію устаткування, невідповідності вартості будівництва розрахунковій сумі інвестицій.

Будівництво млина в сучасних умовах відбувається в недовгі терміни, тому вірогідність зриву термінів будівництва дуже мала. Постачання устаткування в сучасних умовах виконується без порушення термінів. Вірогідність невідповідності фактичних витрат плановим на будівництво розрахунковим мала, оскільки розрахунки базуються на методах, які перевірені

практикою. Таким чином, ризики періоду проектування і будівництва маловірогідні.

Ризики експлуатаційного періоду включають: виробничі ризики, ринкові ризики.

Виробничі ризики, пов'язані з підвищенням потокових витрат, зривів графіка постачання сировини, відключенням енергії. Підвищення потокових витрат, в основному, стосується сировини і енергетичних витрат. У таких випадках одночасно підвищуються ціни на продукцію. Таким чином, компенсується підвищення потокових витрат.

Страховання від зривів графіка постачання сировини забезпечуються присутністю на підприємстві місткостей для змісту страхового запасу сировини. Останнім часом в Україні налагоджується система енергопостачання і можна чекати, що відключення енергії не буде. Невеликі зриви в забезпеченні електроенергії можна компенсувати роботою у вихідні дні. Таким чином, виробничі ризики експлуатаційного періоду відсутні.

Ринкові ризики пов'язані з можливою втратою частини на ринку збуту продукції або послуг.

На підприємстві планується утворення фінансових резервів на випадок короткочасного погіршення ринкової ситуації, пов'язаної із зниженням цін на продукцію, підвищенням цін на сировину в кінці сезону і ін.. Так само передбачається проведення постійних маркетингових досліджень ринку з метою своєчасного реагування на зміну ринкової ситуації, пов'язаної з конкурентною позицією підприємства щодо конкурентів і появою нових конкурентів. Таким чином, ринкові ризики експлуатаційного періоду невеликі.

Висновки

Основні техніко-економічні показники діяльності підприємства представлені в табл. 6.6.1

Таблиця. 6.6.1. Техніко-економічні показники діяльності підприємства і інвестиційного проекту

Показники	Одиниці вимірювання	Значення показників
1.Добова потужність підприємства	тонн	470
2.Обсяги переробки зерна	тонн	126900
3.Обсяги переробки зерна з власних ресурсів	тонн	76140
4.Обєми переробки зерна клієнтів	тонн	50760
5.Обєм продажу	тис грн	366552
6.Повна собівартість	тис грн	324134,4
7.Прибуток	тис грн	54111,6
8.Кількість працюючих	тис грн	235
9.Фонд оплати праці	тис грн	9870
10.Середньомісячна заробітна плата	тис грн	3500
11.Продуктивність праці	тис грн/люд	1559
12.Рентабельність продукції	%	17,3
13.Інвестиції,у т.ч.	тис грн	104363
В ОПФ		70500
В оборотні кошти		33863
14.Кредит	тис грн	49051
15.Термін повернення кредиту	років	2,1

16.Термін окупності інвестицій	років	4,9
17.Чиста приведена вартість проекту 5-го року	тис грн	163,2

Висновок: Будівництво борошномельного заводу продуктивністю 250т/добу технічно можливе і економічно доцільне. Інвестиції у розмірі 63883 тис грн окупляться за 4,9 роки. Кредит у розмірі 49051 тис грн буде повернений за 2,1 роки. Чистий приведений дохід на кінець 4-го року складе 163,2 тис грн.

Висновки та пропозиції

Об'єднання систем у восьми вальцеві верстати доказав свою доцільність в економічному обґрунтуванні.

Значно зменшились енергозатрати на виготовлення готової продукції.

Зменшилась кількість систем, що забезпечує простоту обслуговування заводу.

Збільшився вихід готової продукції вищих сортів.

Зменшилась кількість комунікації що полегшує її монтаж та заміну працівникам

Пропозиції:

Можливе скорочення працівників борошномельного заводу.

Список використаних джерел

1. Мерко І. Т., Моргун В. О. Наукові основи і технологія переробки зерна: підручник для студентів вищих навчальних закладів. - Одеса: Друк, 2001.- 348 с.
2. Проектування зернопереробних підприємств з основами САПР / І.Т. Мерко, Н. Є. Погирной, Б. В. Касьянов.- М.:Агропромиздат, 1989.- 367.
3. Конспект лекцій з курсу «Інвестування та інноваційний менеджмент».
4. Матеріали практичних занять з курсу «Інвестування та інноваційний менеджмент».
5. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці» в дипломному проекті для студентів напряму підготовки 6.051701 « Харчові технології та інженерія», професійного спрямування «Технології зберігання і переробки зерна» денної та заочної форми навчання /Укл. О.А. Нетребський, А.П. Бочковський, С.М. Неменуца /Одеса: ОНАХТ,-38с.
6. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
7. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
8. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
9. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.
10. ДБН В.2.5-28 -2006. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення.
11. НАПБ Б.03.002-2007. Норми визначення категорії приміщень будинків і зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.
12. НПАОП 15.0-1.01-88. Класифікація приміщень за характером середовища.
13. ГОСТ 27331-87. Пожарная техника. Класификация пожаров.
14. НАПБ Б.03.001-2004. Пожарная техника. Класификация огнетушителей.
15. НАПБ А.01.001-2004 (ДНАОП 0.01-1.01-95). Правила пожежної безпеки в Україні.

16. ГОСТ 12.1.114 – 82. Пожарные машины и оборудование. Обозначения условные графические.

17. Правила проектування аспіраційних установок підприємств по збереженню та переробці зерна. – Одеса- Київ: Мінсільгоспрод. України, 1995.- 141 с.

18. Методические указания к выполнению компоновки и расчёта пневмотранспортных установок мукомольных заводов на комплектном оборудовании. / Мерко И.Т., Шутенко Е.И., Яковенко А.И./- Одесса: ОТИПП, 1990- 28 с.

19. Методические указания к выполнению раздела дипломного проекта «Вентиляция и пневмотранспорт» для студентов сп.27.01. /Мерко И.Т., Шутенко Е.И./ Одесса: ОТИПП, 1993. – 20 с.

20. Монтик П.М. Електротехніка та електромеханіка. Навчальний посібник. Львів: «Новий світ – 2000», 2007. – 500 с.

21. Иванов А.А., Монтик П.Н. Электротехника и основы электроники. Учебное пособие. Под общей редакцией П.Н. Монтика.-Одесса: «Друк», 2000.- 448 с.

22. Методичні вказівки до виконання розділу дипломного проекту «Електрозабезпечення та енергозбереження» для студентів професійного напрямку / Монтик П.Н., Є.П. Штепа.- Одеса: ОНАХТ, 2008. -15 .

23. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з курсу «Інвестування та інноваційний менеджмент» на тему «Техніко-економічне обґрунтування ефективності дослідження та впровадження у виробництві...», для студентів, які навчаються за учбовим планом магістрів 7.091701 денної форми навчання, ОНАХТ, 2012.