

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра енергетики та електротехнічних систем

До захисту
Допускається
В.о. завідувача кафедри

Олександр ЮРЧЕНКО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за магістерським рівнем вищої освіти

На тему: «Дослідження параметрів електротехнологічного комплексу
виробництва борошна СТОВ «Дружба-Нова» с. Вільшана Роменського району
Сумської області»

Виконав

_____ (підпис)

Олександр ГАПОНЕНКО
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Група:

ЕТЕС 2401-1М

Науковий керівник:

_____ (підпис)

Ганна БАРСУКОВА
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент:

_____ (підпис)

Олена ДОВЖИК
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Суми – 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерно-технологічний

Кафедра енергетики та електротехнічних систем

Ступінь вищої освіти «Магістр»

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
енергетики та електротехнічних систем

Андрій ЧЕПЖНИЙ

«5» вересня 2024 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
Олександру ГАПОНЕНКУ
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Дослідження параметрів електротехнологічного комплексу виробництва борошна СТОВ «Дружба-Нова» с. Вільшана Роменського району Сумської області

2. Керівник кваліфікаційної роботи: Барсукова Ганна Володимирівна, к.т.н., доцент

3. Строк подання здобувачем роботи: «14» листопада 2025 року.

4. Вихідні дані до роботи: паспортні дані млинів виробництва борошна, ПУЕ, ПБЕ, нормативні документи для проведення досліджень, характеристики електроенергетичного устаткування, методичні рекомендації до виконання проекту (роботи).

5. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ; Розділ 1. Аналіз стану питання; Розділ 2. Теоретичні та експериментальні дослідження; Розділ 3. Обґрунтування параметрів систем; Розділ 4. Охорона праці; Розділ 5. Техніко-економічні розрахунки; Висновки; Список використаних джерел

6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: Презентація

Керівник роботи:

_____ (підпис)

Ганна БАРСУКОВА

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Завдання прийняв до виконання

_____ (підпис)

Олександр ГАПОНЕНКО

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Дата отримання завдання «5» вересня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1.	Збір інформації про діяльність господарства	до 02.08.2025 р.	
2.	Аналіз літературних джерел з обраної тематики	до 16.08.2025 р.	
3.	Складання плану роботи	до 21.08.2025 р.	
4.	Написання вступу	до 24.08.2025 р.	
5.	Підготовка розділу «Розділ 1. Аналіз стану питання»	до 30.08.2025р.	
6.	Підготовка розділу «Розділ 2. Теоретичні та експериментальні дослідження»	до 19.09.2025 р.	
7.	Підготовка розділу «Розділ 3. Обґрунтування параметрів систем»	до 03.10.2025 р.	
8.	Підготовка розділу «Розділ 4. Охорона праці»	до 08.10.2025 р.	
9.	Підготовка розділу «Розділ 5. Техніко-економічні розрахунки»	до 20.10.2025 р.	
10.	Написання висновків та пропозицій	до 25.10.2025 р.	
11.	Подання роботи на перевірку унікальності до експертної ради факультету	до 01.11.2025 р.	
12.	Подання роботи на рецензування	до 07.11.2025 р.	
13.	Подання до попереднього захисту	до 14.11.2025 р.	

Керівник роботи:

(підпис)

Ганна БАРСУКОВА

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Здобувач

(підпис)

Олександр ГАПОНЕНКО

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

АНОТАЦІЯ

Магістерська робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел. Роботу викладено на 48 аркушах друкованого тексту, складається з 20 рисунків.

Метою даної роботи є дослідження параметрів електротехнологічного комплексу виробництва борошна СТОВ «Дружба-Нова» с. Вільшана Роменського району Сумської області. Використовуючи сучасні технології виробництва борошна та їх аналізу, завданнями даного дослідження є аналіз:

- структури комплексу;
- призначення кожного зі структурних елементів;
- характеристик структурних елементів;
- ефективності функціонування комплексу з різними видами сільськогосподарських культур;
- електротехнічними показниками структурних елементів комплексу.

Розглянути комплекс з виробництва борошна потрібно і як цілісний структурний елемент, і окремо кожен його технологічну установку з визначенням параметрів електротехнічних показників та продуктивності кожного зі структурних елементів комплексу.

Ключові слова: комплекс, технологічна установка, борошно, сільськогосподарські культури, СТОВ «Дружба Нова», холдинг, переробка, ефективність, потужність.

ABSTRACT

The master's thesis consists of an introduction, 5 chapters, conclusions, a list of sources used. The work is presented on 48 sheets of printed text, consists of 20 figures.

The purpose of this work is to study the parameters of the electrotechnological complex of flour production of the joint-stock company "Druzhba-Nova" village of Vilshana, Romensky district, Sumy region. Using modern technologies of flour production and their analysis, the tasks of this study are to analyze:

- the structure of the complex;
- the purpose of each of the structural elements;
- the characteristics of the structural elements;
- the efficiency of the functioning of the complex with different types of agricultural crops;
- the electrical indicators of the structural elements of the complex.

It is necessary to consider the flour production complex both as an integral structural element and separately each of its technological installations with the determination of the parameters of the electrical indicators and productivity of each of the structural elements of the complex.

Keywords: complex, technological installation, flour, agricultural crops, joint-stock company "Druzhba-Nova", holding, processing, efficiency, capacity.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ.....	8
РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	12
РОЗДІЛ 3. ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ.....	17
3.1. Загальні відомості.....	17
3.2. Технічні характеристики комплексу.....	19
3.3. Структура комплексу виробництва борошна для умов СТОВ «Дружба Нова» с. Вільшана.....	21
3.3.1. Зернолуцильна машина.....	22
3.3.2. Мікромлин.....	25
3.3.3. Просіювач.....	27
3.3.4. Аспіратор.....	30
3.3.5. Засоби механізації виконуваних робіт.....	33
3.4. Параметри роботи комплексу на різних видах продукції.....	34
3.5. Графік встановленої потужності структурних елементів комплексу з виробництва борошна.....	37
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	39
РОЗДІЛ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ	42
ВИСНОВКИ.....	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	46

ВСТУП

Виробництво борошна для умов СТОВ «Дружба Нова» є одним із функціональних завдань. Однак, ця функція є другорядною. Основною функцією є рослинництво, зокрема вирощування різних сільськогосподарських культур.

В умовах функціонування СТОВ «Дружба Нова» с. Вільшана Сумської області досить актуальним питанням є налагодження виробництва власних продуктів харчування. Зумовлено це розташуванням частини холдингу, зокрема окремого його структурного підрозділу, на трасі, що є сполучною між кількома обласними центрами та районними центрами. Переважна більшість співробітників даного району в холдингу працюють саме в даній філії.

Тому, виробництво борошна є актуальним завданням з точки зору налагодження власного виробничого процесу, що базується на переробці власних зернових культур. В подальшому це є актуальним з точки зору забезпечення співробітників продуктами харчування власного виробництва, а також місцевих установ тощо.

Об'єкт дослідження – лінія з переробки зернової маси на борошно.

Предмет дослідження – структурні елементи лінії з виробництва борошна та їх характерні технічні особливості.

Аналіз параметрів комплексу має стосуватися таких характеристик:

- структури комплексу;
- призначення кожного зі структурних елементів;
- характеристик структурних елементів;
- ефективності функціонування комплексу з різними видами сільськогосподарських культур;
- електротехнічними показниками структурних елементів комплексу.

Тому, доцільним є дослідження параметрів указанного комплексу для умов СТОВ «Дружба Нова» с. Вільшана Сумської області.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ

Функціонування підприємств сільськогосподарського призначення супроводжується різного роду видами діяльності. В переважній більшості, такі види діяльності зводяться до вирощування сільськогосподарських культур. СТОВ «Дружба Нова» є прикладом таких підприємств. Це один із великих аграрних холдингів, землі якого розташовані по всій території України. Для прикладу, функціонування даного холдингу зводиться і до Сумської області.

В даній роботі пропонується реалізація актуального дослідження параметрів комплексу з виробництва борошна для умов СТОВ «Дружба Нова» с. Вільшана, що розташоване в Сумській області. Місце розташування організації, а саме окремого її об'єкту є досить вдалим. Обґрунтовується це такими позитивними сторонами:

- середня точка доріг між містами Ромни, що є центром Роменського району та містом Суми, що є обласним центром Сумської області;
- значне зосередження земель та виробничих територій і приміщень на межі кількох територіальних зон поділу володінь СТОВ «Дружба Нова»;
- розташування приміщень, офісів, складів, майстерень тощо на основній сполучній дорозі обласного значення безпосередньо над проходженням даної дороги.

Поруч з офісною будівлею (рисунок 1.1) в с. Вільшана знаходяться різного роду виробничі та невиробничі приміщення. Серед таких приміщень налічуються:

- криті навіси, що використовуються з метою зберігання техніки, мінеральних добрив, насіннєвого матеріалу і т.п.;
- ангари;
- складські приміщення;
- ремонтні майстерні;
- виробничі приміщення;
- приміщення контролю та якості;

- інші приміщення.



Рисунок 1.1. Центральний офіс СТОВ «Дружба Нова» в с. Вільшана Сумської області

З перерахованого вище переліку приміщень, що територіально знаходяться в с. Вільшана та входять до володінь СТОВ «Дружба Нова» також необхідно віднести прилеглі відкриті території, що використовуються виключно у ролі стоянок техніки, особливо у зимовий період часу, зокрема, ватажних автомобілів, причепів до них, тракторів, різних сільськогосподарських агрегатів, причіпної та навісної техніки, автомобілів персоналу та інших видів техніки, що стоїть на балансі указаної установи.

Тому, для прикладу, на рисунку 1.2 представлено вигляд на стоянки та окремі приміщення СТОВ «Дружба Нова» с. Вільшана одразу за офісним приміщенням установи.



Рисунок 1.2. Вигляд на виробничі приміщення, криті навіси, стоянки тощо СТОВ «Дружба Нова» с. Вільшана

Серед зареєстрованих видів діяльності указанного підприємства на офіційному сайті наявними, що стосуються дослідження даної роботи, є:

- вирощування зернових культур (окрім рису), а також бобових культур та насіння олійних культур;
- надання в оренду інших машин, обладнання та устаткування, а також товарів;
- вирощування інших однорічних та дворічних культур;

- вантажний автомобільний транспорт;
- надання інших індивідуальних послуг;
- змішане сільське господарство;
- допоміжна діяльність в рослинництві;
- післяурожайна діяльність;
- оброблення насіння для відтворення;
- **виробництво продуктів для борошномельно-круп'яної промисловості;**
- надання в оренду різного роду сільськогосподарських машин та устаткування;
- складське господарство;
- ремонт і технічне обслуговування електричного устаткування.

Серед указанного переліку видів діяльності, що підпадають під категорії дослідження, окремим жирним шрифтом виділено виокремлений вид діяльності СТОВ «Дружба Нова», що базується на виробництві продуктів для борошномельно-круп'яної промисловості. Тобто, функціонування установи з обладнанням для виробництва борошна є виправданим як за своєю економічною характеристикою, так і з метою підвищення ефективності та якості для персоналу установи.

Поряд з указаними приміщеннями до балансу СТОВ «Дружба Нова» входять виробничі приміщення. Стосується це приміщень по переробці продукції сільськогосподарського призначення. Варто підкреслити, що основним видом зайнятості даної установи є вирощування сільськогосподарських культур. Однак, переробна галузь окремої частки отриманих врожаїв є досить ефективним рішенням з метою функціонування установи. І це позитивно відображається на економіці установи, кількості робочих місць, розширенні функціональних можливостей, забезпеченні персоналу власними продуктами свого виробництва.

Тому, в даній роботі підіймається актуальне питання щодо дослідження комплексу з виробництва борошна в умовах функціонування СТОВ «Дружба Нова» с. Вільшана Сумської області.

РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

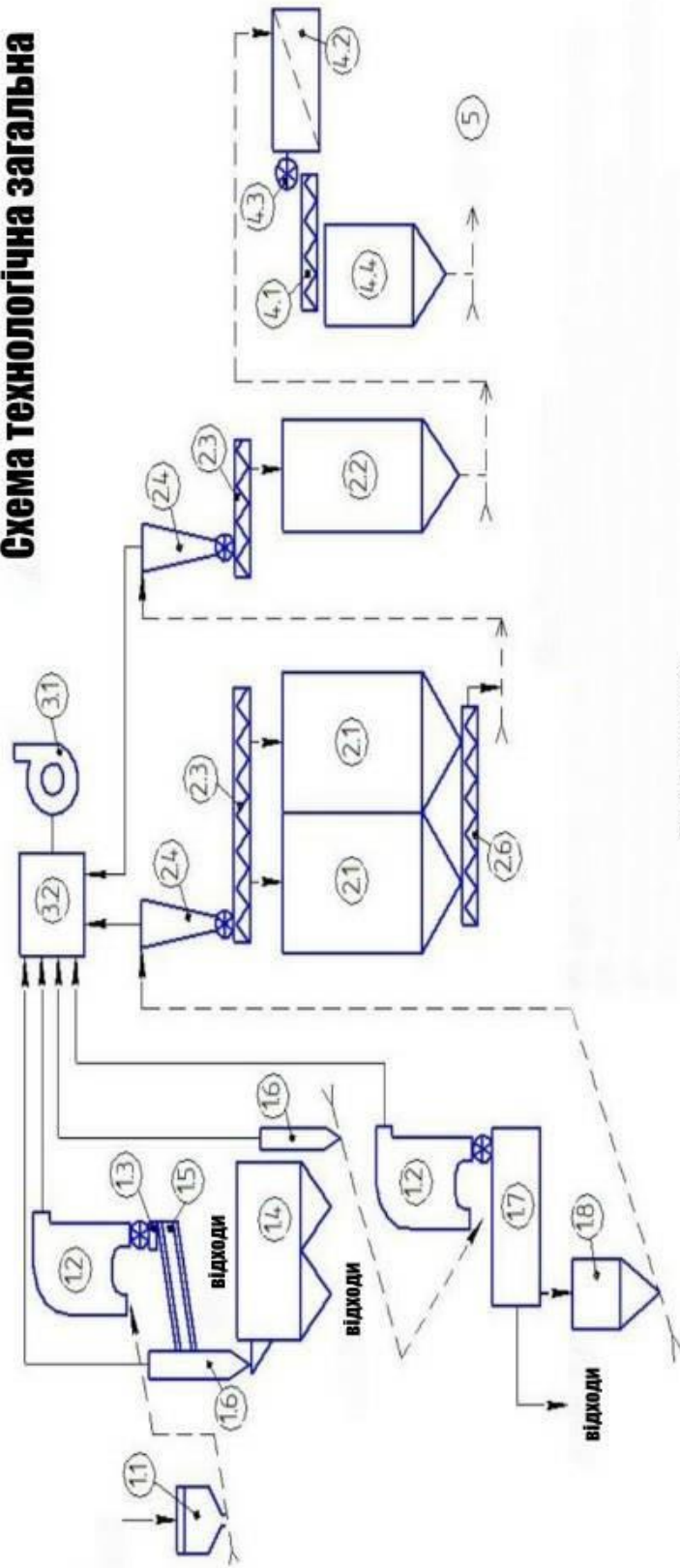
В попередніх роботах було представлено автоматизацію процесу очищення зернової маси зерноочисними машинами ОВС-25, запущеними на автоматизований режим роботи. В цій же роботі, для умов СТОВ «Дружба Нова», обґрунтовано використання таких установок для невеликих об'ємів очищення зернової маси. Внаслідок цього, порівняно невеликі об'єми очищеної зернової маси, що складають лише певний відсоток від загального збору урожаю використовуються згодом з метою переробки зернової маси.

Якщо вести мову безпосередньо про зв'язок виконаних робіт та даного дослідження, то дане дослідження є продовженням, де було представлено автоматизацію процесів очищення зернової маси порівняно невеликих об'ємів. Одночасно із цим, дана робота спрямована на дослідження параметрів уже борошномельного комплексу з переробки очищеного зерна, яке використовується з метою виробництва борошна у власних умовах для СТОВ «Дружба Нова».

Окремо, в черговий раз, необхідно наголосити, що така очистка зерна та його переробка є лише функцією, якою доповнюються основні функції установи. Тому, дослідження параметрів комплексу порівняно невеликих масштабів, що функціонують як доповнення до основного виду зайнятості підприємства, є актуальним.

Функціонування переробних комплексів для виробництва борошна необхідно розглядати як один цілісний елемент. Проте, даний елемент в структурі багатогранного виробництва функціонує з різними структурними елементами. Для прикладу, нижче на рисунках 2.1 та 2.2, представлено схему технологічну виробництва борошна.

Схема технологічна загальна



- Умовні позначення:
- 1.1-приймальний бункер, 1.2 - пневмоаспіраційний пересантажувач, 1.3-магнітний сепаратор, 1.4 -щітково-бичова машина, 1.5-вібросепаратор,1.6-повітряний сепаратор, 1.7 - тріср-палечкозбірник 18-сміність-стабілізатор, 2.1 - бункера основного відбололаживання; 2.2 - бункер другого відволоження, 2.3 -шнек зволоження та завантаження зерна, 2.4 -присрій завантаження зерна в шнек завантаження; 2.6-шнек вивантаження зерна, 3.1 - вентилятор високого тиску, 3.2 - циклан-фільтр УЦ 38-700, 4.1 -шнек доволочувач; 4.2 - Пневмосепаратор легкої обдирки; 4.3 - шнезовий живильник; 4.4 - бункер доволочувач.

Рисунок 2.1. Схема технологічна виробництва борошна, частина 1

На представлених вище рисунка 2.1 та 2.2 показано схему технологічну виробництва борошна на комплексах з переробки зернової продукції. Необхідно підкреслити, що даним набором структурних елементів одночасно виконується ряд функціональних завдань. До них відносять:

- очищення;
- гідротермічну обробку;
- розмелювання;
- багатоступеневі сортування;
- збагачення проміжних продуктів.

Складські приміщення для зерна та зернопродуктів відіграють ключову роль в сільському господарстві та виконують три основні функції:

- післязбиральна обробка та зберігання зернових, олійного насіння та зернопродуктів;
- кондиціонування та консервування цих продуктів;
- сприяння транспортуванню та доставці цих матеріалів на внутрішні підприємства з кінцевого використання та переробки.

Ці об'єкти еволюціонували від простих сховищ до великих, високопродуктивних, автоматизованих переробних підприємств. Ця тенденція протягом багатьох років була обумовлена консолідацією місцевих елеваторів, що частково було обумовлено як місцевими економічними умовами, так і зміною правил залізничних перевезень та зростанням попиту на зберігання на переробних підприємствах.

Іншою причиною стало зростання попиту на площі для зберігання зерна, особливо у зв'язку зі зростанням річних урожаїв. Таким чином, складські приміщення є ключовою ланкою в нашому ланцюгу поставок продуктів харчування. Однак, на сьогодні інформація про унікальні вимоги до проектування таких об'єктів є обмеженою. У дослідженні [4] наведено огляд сучасних методів з проектування підприємств із переробки зерна і зернопродуктів.

Тому, борошномельне виробництво є процесом з переробки зерна на борошно. Він включає у себе кілька перерахованих вище етапів. Сучасні комплекси для виробництва борошна використовують складні технології з метою отримання борошна різних гатунків.



Рисунок 2.3. Цех з виробництва борошна

За умов функціонування указанного підприємства в умовах с. Вільшана Сумської області доцільним є проведення аналізу структури комплексу з виробництва борошна.

Варто підкреслити, що указаний комплекс ж цілісним комплексом з виробництва борошна, починаючи від відбору зернової маси і закінчуючи готовим продуктом. Тому, обґрунтування параметрів роботи структурних елементів даного комплексу є актуальним завданням.

РОЗДІЛ 3. ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ

3.1. Загальні відомості

Виробництво борошна є багатогранним процесом. Якщо вести мову про підприємство «Дружба Нова», то дане підприємство є, крім того, ще і сільськогосподарським підприємством, свого роду, агрохолдингом. Тому, спрямованість зайнятості даної установи у тому числі і на виробництві борошна є досить актуальною та доцільною. Реалізується це з точки зору ефективності функціонування сільськогосподарської галузі з максимальним використанням наявних ресурсів.

З метою дослідження параметрів комплексу для умов СТОВ «Дружба-Нова» с. Вільшана Роменського району Сумської області по виробництву борошна представлено універсальний комплекс. Як було зазначено вище, даний процес є багатогранним, тому включає в себе не лише різного роду операції, а і різне технологічне устаткування.

Універсальний комплекс з виробництва борошна призначено для виробництва як цілих, так і подрібнених круп. Як одна із опцій даного комплексу, є безпосередньо актуальна для даного дослідження функція виробництва борошна зі злакових та бобових культур.

Такий комплекс являє собою єдину систематизовану за усіма рівнями складності технологічну лінію з наявним необхідним обладнанням, що працює у відповідності до заданого рівня механізації технологічного процесу. Одразу слід підкреслити, що такий комплекс орієнтовано на невеликі підприємства. По відношенню до використання його в СТОВ «Дружба Нова» це є досить доцільним, адже основним завданням даного підприємства є вирощування різних сільськогосподарських культур. В свою чергу, використання комплексу виробництва борошна дає свої переваги, серед яких:

- власне виробництво в переробній галузі;

- додаткові робочі місця;
- використання власної сировини (замість закупівлі сировини інших виробників);
- порівняно невеликі об'єми виробництва, що виправдовують основні цілі функціонування підприємства і доповнюють їх.

Територіально, розташування комплексу для виробництва борошна представлено на рисунку 3.1.



Рисунок 3.1. Територіальне розташування приміщень та володінь СТОВ «Дружба-Нова» с. Вільшана Роменського району Сумської області

3.2. Технічні характеристики комплексу

Для функціонування будь-якого виробничого устаткування основними параметрами вважається продуктивність. Як було підкреслено вище, в попередньому підпункті даного розділу, основним функціональним завданням СТОВ «Дружба Нова» є вирощування різних сільськогосподарських культур. Тому, виробничі процеси та переробка продукції є другорядним для даного підприємства завданням. Однак, за рахунок цього досить ефективно доповнюється весь цикл функціонування такого підприємства.

В згаданому підпункті розділу 3 також підкреслено, що комплекс з виробництва борошна, який розглядається в даному дослідженні, орієнтовано на невеликі приміщення та об'єми виробництва. Тому, в підпункті 3.2 розділу 3 доцільно представити технічні характеристики комплексу з виробництва борошна та інших видів переробної галузі, що фігурують в структурі функціонування агрохолдингу.

Технічні характеристики комплексу з виробництва борошна

Продуктивність, т/добу	3,0 — 4,5
– крупи	2,0 — 2,5
– борошна	
Показник виходу готової продукції, у % від сировини:	65 — 75
– крупа	60 — 80
– мука	
Сумарна встановлена потужність приводних електродвигунів, кВт:	
– без механізації робіт / з механізацією робіт	17,2 / 19,6

Параметри електричної мережі, напруга, В; частота, Гц	220 / 380 В; 50 Гц
Кількість персоналу, задіяного в обслуговуванні, осіб	
– без механізації / із механізацією	2 / 1
Займана площа територій, м ² :	
– без механізації / із механізацією	25 / 30
Висота комплексу по розташуванню, м:	
– без механізації / із механізацією	1,8 / 3,2
Загальна маса необхідного устаткування та обладнання, кг:	
– без механізації / із механізацією	1005 / 1175

З перерахованих технічних характеристик доцільно звернути увагу на:

- продуктивність;
- потужність електроустаткування;
- параметри електромережі.

Якщо вести мову про продуктивність, то, в даному випадку, даний комплекс є цілковитим доповненням основних функцій підприємства. Продуктивність по виробництву борошна за добу – 2-2,5 тони є такою, при якій задіяний персонал використовується з максимальною ефективністю, а об'єми виробництва задовольняють потреби керівництва, працівників та співробітників, на що і орієнтована дана функція як доповнення до основних функціональних можливостей даного підприємства.

Сумарна потужність електроустаткування представленого комплексу складає 17,2 кВт без механізації робіт та 19,6 кВт відповідно з механізацією робіт. В даному випадку, така потужність складається з показників окремої потужності окремого

технологічного устаткування, зокрема, в переважній більшості приводних електричних двигунів, від яких здійснюється приведення в рух робочих органів устаткування та обладнання.

Серед параметрів електричної мережі основними є напруга та частота струму. Напруга для електроустаткування, в даному випадку складає 220 В та 380 В. Тобто, однофазна та трифазна напруга. Частота струму складає показник, що є стандартним для даного територіального розташування та обладнання – 50 Гц.

3.3. Структура комплексу виробництва борошна для умов СТОВ «Дружба Нова» с. Вільшана

За своєю структурою комплекс з виробництва борошна складається з кількох структурних елементів, кожен з яких відповідає певним функціям. Серед таких структурних елементів присутні:

- машина для луцення зерна ЗШ-300;
- мікромлин МіМ-02;
- просіювач ПР-100-2;
- аспіратор А-200.

Варто підкреслити, що з використанням механізованих технологій, спрямованих на якісне використання обладнання та устаткування, а також на раціональне виробництво, до складу комплексу з виробництва борошна входять також зерномети та транспортери.

На рисунку 3.2 представлено схематично цикл виробництва продукції з використанням досліджуваного комплексу. Позитивно, що на зображенні представлено як вихідний матеріал для виробництва, тобто сировина, так і безпосередньо готовий продукт даного виробничого процесу, що реалізується за допомогою описуваної технологічної лінії комплексу з виробництва борошна.



Рисунок 3.2. Цикл виробництва борошна комплексом з переробки сировини

Тому, з метою огляду кожного зі структурних елементів комплексу з виробництва борошна, в наступних підпунктах розділу 3 представлено кожен з елементів окремо.

3.3.1. Зернолуцильна машина

Машина для луцнення зерна є першим елементом в структурі виробництва борошна. Машина призначена для видалення наявних квіткових, плодових та насінневих оболонок із поверхні зерен злакових, а також з бобових культур, а саме:

- пшениці;

- жита;
- ячменю;
- кукурудзи;
- гороху;
- проса;
- рису;
- ряду інших культур.

Також дану машину використовують для шліфування і полірування поверхні облущеної зернової продукції.



Рисунок 3.3. Машина для лушення зернової маси

Зернолуцильна машина має в своєму складі луцильну колонку, яка є основним її робочим органом. Дана колонка містить корпус, де змонтовано порожнистий вал. На валу із зазорами між собою встановлено абразивні круги.

Зазори між встановленими кругами задаються дисками із радіальними канавками по обох боках для підведення повітря у робочу зону. При цьому, на корпусі співвісно із валом встановлено сітчастий циліндр та обичайка, що є закритими кришкою в верхній частині луцильної колонки.

Наявний простір, що реалізується між абразивними кругами та сітчастим циліндром, вважається робочою зоною для луцильної колонки.

Усередині встановленого корпусу на валу змонтовано вентилятор, що використовується для подачі повітря для робочої зони луцильної колонки.

Принцип дії машини для луцення зернової маси полягає в трьох основних характерних особливостях:

1) вихідний продукт по приймальній воронці подається у робочу зону луцильної колонки та втягується у обертальний рух. Внаслідок такого руху, багаторазово стикаючись із поверхнями встановлених абразивних кругів та перфорованою поверхнею наявного сітчастого циліндру, зерно звільняється від оболонки. У процесі обробки зернової маси рухатиметься вздовж гвинтової лінії зверху вниз аж до вихідного патрубку і виводитиметься через нього із машини.

2) ступінь луцення залежатиме від тривалості періоду по перебуванню зернової маси в робочій зоні, що задається регулятором, а також в залежності від типу встановлених у зернолуцильній машині згаданих вище в даному дослідженні абразивних кругів.

3) продукти луцення зернової маси видалятимуться із робочої зони потоком повітря, що створюється вентилятором.

З метою обґрунтування характеристик машин, в даному підпункті подільно представити залежність продуктивності машини для луцення зернової маси в залежності від виду сировини, що реалізовано на діаграмі рисунку 3.4.

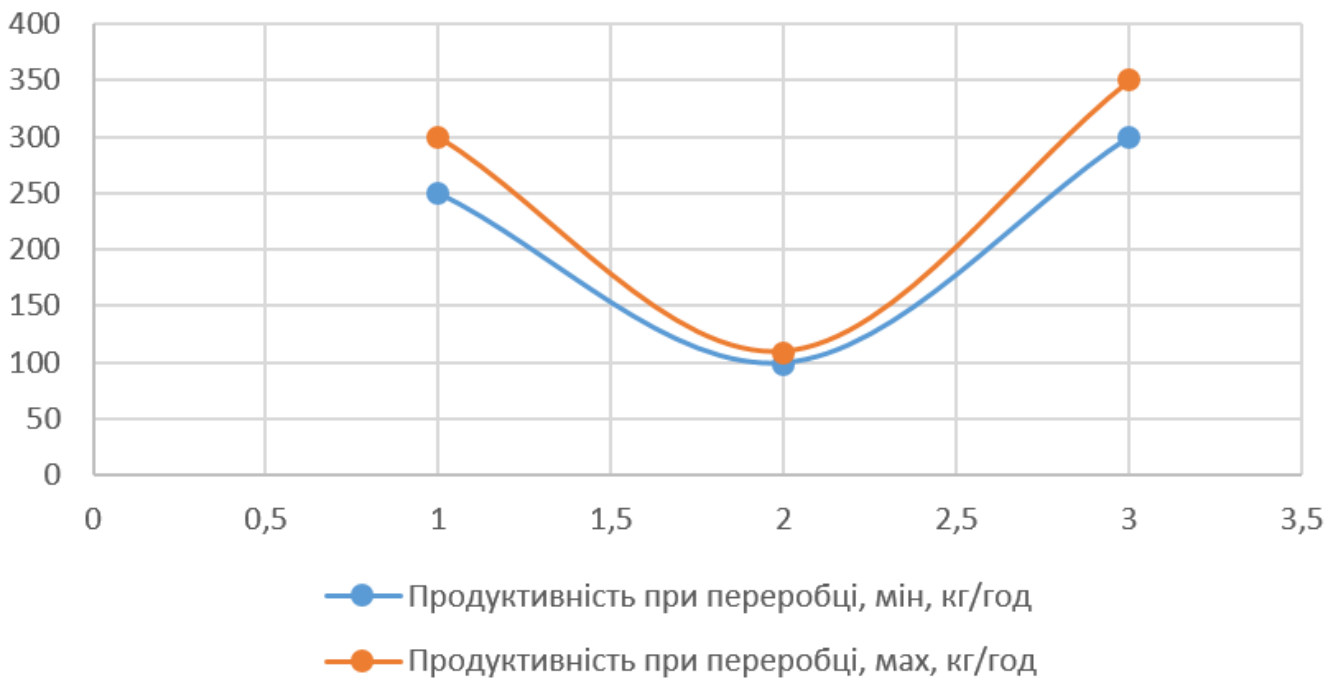


Рисунок 3.4. Діаграма продуктивності зернолуцильної машини на різних видах сировини. 1 – пшениця, жито, ячмінь, просо, рис, соя; 2 – амарант; 3 – горох, кукурудза

З діаграми рисунку 3.4 видно, що найбільша продуктивність установки досягається при переробці гороху та кукурудзи, а найменша – в амаранту. Проміжні позиції посідають ячмінь, пшениця, жито, просо, соя та рис.

3.3.2. Мікромлин

Мікромлин (рисунок 3.5) вважається універсальним помельним агрегатом. Таке устаткування виконано за молотковим типом і призначено для помелу сухих продуктів сипучого характеру. Для мікромлину наявними є два режими роботи, серед яких:

- режим тонкого (борошнистого) помелу;
- режим грубого (круп'яного) помелу.

Мікромлин відносять до машин загальнопромислового призначення. Його може бути використано на підприємствах для харчової, переробної і медичної промисловості.

Мікромлини призначені для помелу зерен для злакових культур, а також цукрового піску, для кави, какао-макухи, різних видів спецій, лаврового листу, солі, лушпиння і інших матеріалів.



Рисунок 3.5. Мікромлин

За своєю структурою мікромлин складається із станини, де закріплено помельну камеру із завантажувальним бункером та шафою управління. В середині даної помельної камери встановлено ротор з молотками, а також гребінки ат калібрувальну решітку. Привід ротору виконується за допомогою приводного електродвигуна, а передача обертового моменту здійснюється клинопасовою передачею.

В особливості конструкції мікрмлину закладено використання ударного принципу дії, за якого руйнування вихідного продукту реалізується за його зіткнення із молотками та гребінками. Основними характерними особливостями системи є:

1) крупність помелу залежить від швидкості руху молотків, при цьому, вона може також залежати від їх кількості, форми, а також розмірів отворів і калібрувальній решітці;

2) при роботі мікрмлину сировина із бункеру самопливом здійснює надходження в помельну камеру, де де буде подрібнюватися при зіткненні із молотками та гребінками.

3) продукти помелу через наявні калібрувальні ґрати зсипатимуться у матерчатий мішок, що закріплений на вихідній горловині в помельній камері.

3.3.3. Просіювач

Просіювач (рисунок 3.6) призначається для поділу сипучих зернових матеріалів на фракції по крупності, в переважній більшості для продуктів з переробки зернових культур (пшениця, жито, ячмінь, горох, кукурудза і просо).

На просіювачах можуть також розділятися як борошняні, так й круп'яні фракції для різних видів продуктів. У залежності від наявного комплексу сит, просіювачем може бути виконано поділ як борошняних, так й круп'яних фракцій продуктів.



Рисунок 3.6. Просіювач

Свого роду, просіювач є сортувальною машиною, якою здійснюється сортування та відбір зернової або подрібненої маси за певними розмірами. Виконання такої функції є досить важливим з метою відбору порівняно кращих зерен сільськогосподарської культури, яка піддається переробці. В свою чергу, перевага використання порівняно кращих зерен аргументується якісним складом продукції.

Виконання просіювача реалізовано шляхом використання станини, всередині якої змонтовано обертовий барабан. На гранях барабану закріплено сита.

З метою отримання борошняних фракцій для продукту використовують сита, що виконані із синтетичних тканин. Якщо вести мову про отримання круп'яних фракцій, то сита використовують з металевого решітного полотна. В нижній та торцевій частинах станини розташовано розвантажувальні отвори. Кожен з отворів забезпечений шибєрним засувом із можливістю закріплення мішка.

Подачу сировини всередину барабану здійснюють за рахунок завантажувальної воронки, що забезпечено шибєром з метою регулювання подачі сировини у барабан і механізмом для струшування з метою усунення сводоутворення продуктів.

Привід барабану кльсично складається із електричного двигуна та фрикційного ролика. Керування електродвигуном здійснюється з використанням шафи управління, що закріплено на корпусі технологічної установки і містить пристрій для теплового захисту та захисту від коротких замикань. Для теплового захисту використовується електротеплове реле в схемі електричній принциповій керування установкою. Для захисту від коротких замикань використовується автоматичний вимикач.

Поділ матеріалів на фракції за крупністю відбувається при його просіюванні крізь отвори встановлених сит при ковзанні по поверхні.

Вихідний продукт при використанні завантажувальної воронки подаватиметься у внутрішню порожнину барабану, який обертається, при цьому, вісь якого розташовано під розрахованим кутом до горизонту. Вихідному продукту надаються два види руху, першим із яких вважається ковзання відносно ситової поверхні барабану, а другим – переміщення вздовж його осі. Виконуючи рух, продукт просіюватиметься крізь отвори сит та зсипається крізь нижні розвантажувальні прорізи у мішки. Велику фракцію залишають на ситах з переміщенням її всередині барабану вздовж його осі та зсипанням крізь торцевий розвантажувальний отвір в мішок.

Графік продуктивності просіювача представлено на рисунку 3.7.



Рисунок 3.7. Графік продуктивності просіювача

3.3.4. Аспіратор

Аспіратор призначається для очищення круп. Така функція реалізується з метою відділення легких домішок, швидкість для витання яких не перевищуватиме 2,5 м/с. Також аспіратор використовується для очищення й інших видів різних сипучих матеріалів, що є подібними за своїми характеристиками до таких матеріалів, як крупи.

Аспіратори відносяться до машин для загальнопромислових потреб і можуть бути використаними на підприємствах для харчової і переробної промисловості.



Рисунок 3.8. Аспіратор

Конструктивно аспіратор складається із таких елементів:

- станини;
- корпусу аспіратора;
- вентилятору;
- циклону;
- шафи керування.

Корпус аспіратора вважається основним робочим органом в даній машині і являє собою виконану трубу прямокутного перерізу, усередині якої розташовано каскад з горизонтальних східців.

В верхній частині корпусу встановлений завантажувальний бункер із шиберним засувом з метою регулювання по подачі сировини.

В торцевій частині основного корпусу машини встановлено жалюзі для регулювань швидкості створюваного вентилятором повітряного потоку.

В нижній частині корпусу закріплено вивантажувальний патрубок, що використовується з метою сходження очищеного продукту, що забезпечений магнітом. Використання останнього зумовлено з метою уловлювання металевих домішок у очищеному продукті.

Також, на корпусі аспіратору встановлено вентилятор, що слугуватиме з метою створення необхідної швидкості для повітряного потоку у трубі й транспортування легких домішок в циклон, що призначено для очищення повітря від даних домішок.

Серед основних характерних особливостей конструкції та роботи аспіратора виділено наступні:

1) принцип дії аспіратору засновано на розходженні різного роду аеродинамічних властивостей продуктів, що очищуються, та домішок, які містяться у них, зокрема відмінності в їх швидкостях витання. Продукт потраплятиме в повітряні потоки заданої швидкості і та розділятиметься за наступним чином: частинки порівняно легшої фракції, що матимуть малу швидкість витання, нестимуться повітряним потоком. При цьому, порівняно важчі частки осідатимуть під дією сил тяжіння;

2) вихідні продукти з завантажувального бункеру потрапляють на сходинки каскадів і перетікають ними вниз у сторону вивантажувального патрубку. При цьому, багаторазове збільшення шпаруватості продуктів і потоків повітря, які виходять із каналів, що утворені сходинками каскаду, відситимуть легкі домішки у циклон, там вони осідатимуть за рахунок втрат швидкості в повітряному потоці;

3) очищені продукти опускаються до рівня встановленого в аспіраторі вивантажувального патрубку, у якому уловлюватимуться можливі металеві домішки, та зсипатимуться в приймальну ємність.

3.3.5. Засоби механізації виконуваних робіт

До засобів механізації робіт при виробництві борошна та інших матеріалів в переробній галузі для підприємств відноситься устаткування, спрямоване на переміщення продукції та сировини по приміщеннях та виробничих установках.

Використання засобів механізації в виробничих процесах з виробництва борошна має свою головну перевагу, яка полягає в скороченні витрат ручної праці та автоматизації виконуваних процесів. Останнє може бути реалізованим з використанням різного роду устаткування та засобів автоматизації (датчиків рівня, контролю, тиску, положення, швидкості, маси, обертання і т.п.).

Основними засобами механізації є зерномети та транспортери. Схематично, їх функціонування в єдиному комплексі з виробництва борошна представлено на рисунку 3.9.

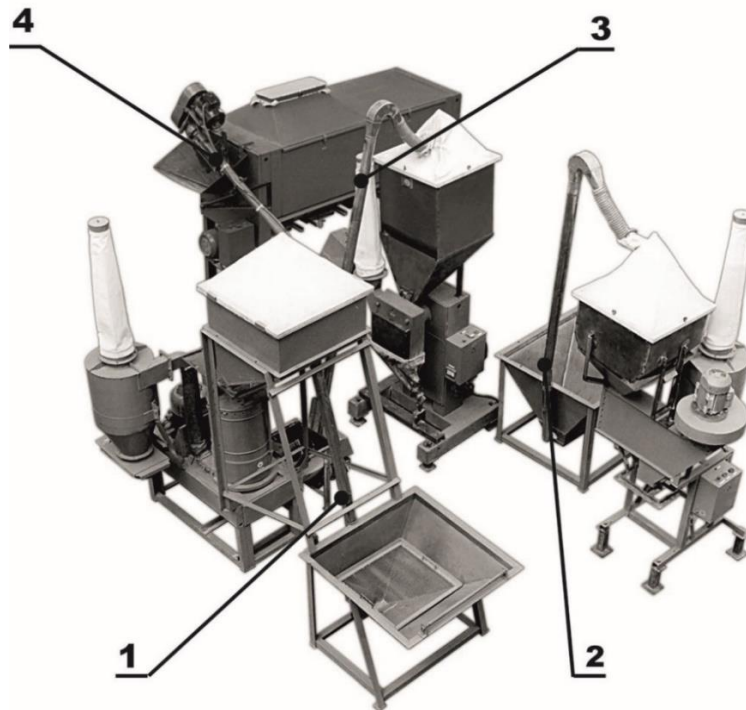


Рисунок 3.9. Засоби механізації в єдиному комплексі з виробництва борошна. 1 – 2 – зерномети роторні; 4 – транспортер спіральний

Серед інших елементів механізації можуть бути використаними інші додаткові елементи, зокрема тримачі, гофри, направляючі установки потоків та інше. Тобто, те устаткування, що покращує умови виконання робіт персоналом.

3.4. Параметри роботи комплексу на різних видах продукції

Комплекс з виробництва борошна, функцію якого розглянуто в даному дослідженні, може бути використаним і для виробництва іншої сировини. Тому, в даному випадку, доцільно представити параметри роботи системи на інших видах матеріалів.

Перелік одержуваної продукції

Культура	Продукція	Асортимент	Вихід, %
	борошно пшеничне хлібопекарське ДСТУ 26574-60	перший сорт, другий сорт, обойне	60 — 65
пшениця озима пшениця ярова	крупка пшенична ДСТУ 276-60	полтавська середня №2 полтавська середня №3 полтавська дрібна №4 «Артек»	65 — 75
	крупки з м'якої пшениці ТУ 46.22.002-94	шліфовані №1, №2 подрібнені №1, №2, №3	60 — 75
кукурудза	крупка кукурудзяна ДСТУ 6002-69 борошно кукурудзяне	кукурудзяна шліфована №2 кукурудзяна шліфована №3 кукурудзяна шліфована №4 кукурудзяна шліфована №5 дрібна	60 — 70

горох	горох цілий шліфований ДСТУ 6201-68	перший сорт, другий сорт	75 — 85
	горох колотий шліфований ДСТУ 6201-68	перший сорт, другий сорт	
просо	пшоно шліфоване ДСТУ 572-60	вищий сорт, перший сорт,	50 —
		другий сорт, третій сорт	60
жито	борошно житнє хлібопекарське ДСТУ 7045-90	обдирне, обойне	65 — 75
ячміннь	крупя ячмінна ДСТУ 5784-60	перлова №1, перлова №2	65 — 70
		ячна №1, ячна №2, ячна №3	60 — 70
рис	крупя рисова ДСТУ 6292-93	рис шліфований, рис подрібнений шліфований	60 — 65

Якщо вести аналіз по виробничим параметрам отриманого продукту на виході з виробничого комплексу, то доцільно побудувати дві діаграми. Зокрема, перша діаграма має враховувати обидва види борошна, що представлені вище в переліку одержуваної продукції. Друга діаграма має відображати показники виходу для усіх наявних продуктів в представленому вище переліку. Тому, побудована діаграма 1 відображена на рисунку 3.10.

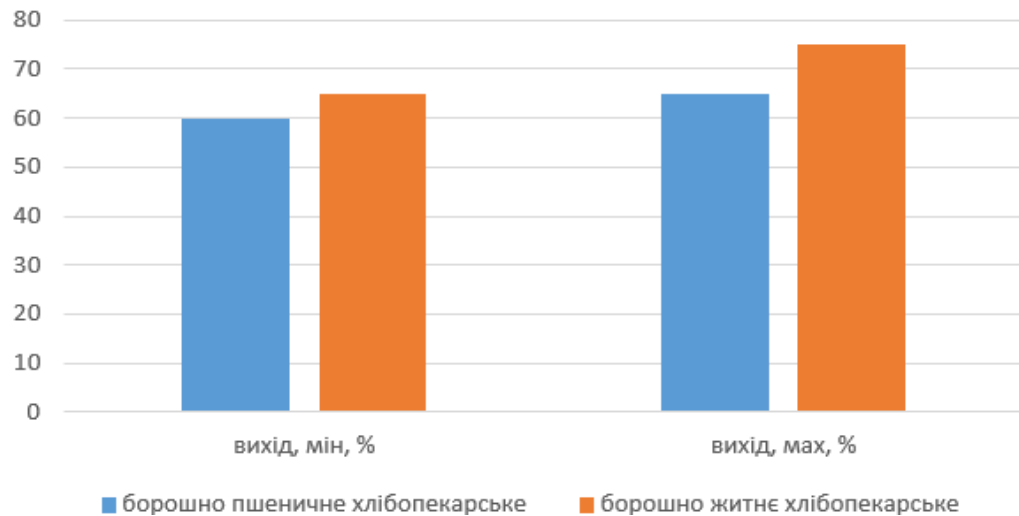


Рисунок 3.10. Відсоткова частка виходу борошна єдиного виробничого комплексу продукції

Діаграма 2 має відображати загальні статистичні дані для усіх видів отримуваної продукції для єдиного виробничого комплексу. Тому, побудовану діаграму представлено нижче, на рисунку 3.11.

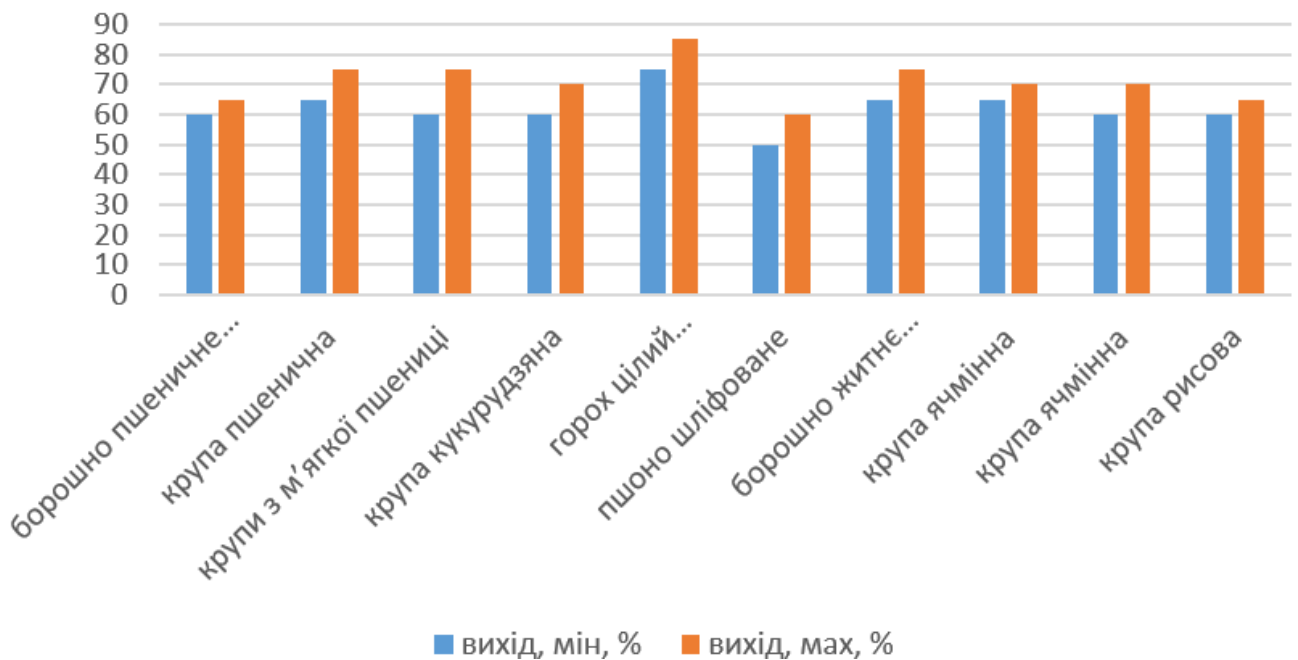


Рисунок 3.11. Відсоткова частка виходу різних продуктів єдиного виробничого комплексу продукції

3.5. Графік встановленої потужності структурних елементів комплексу з виробництва борошна

На основі аналізу особливостей системи з виробництва борошна доцільно представити графік встановленої потужності як загальної для усього електрообладнання, так і кожного елемента окремо в даному числовому показнику.

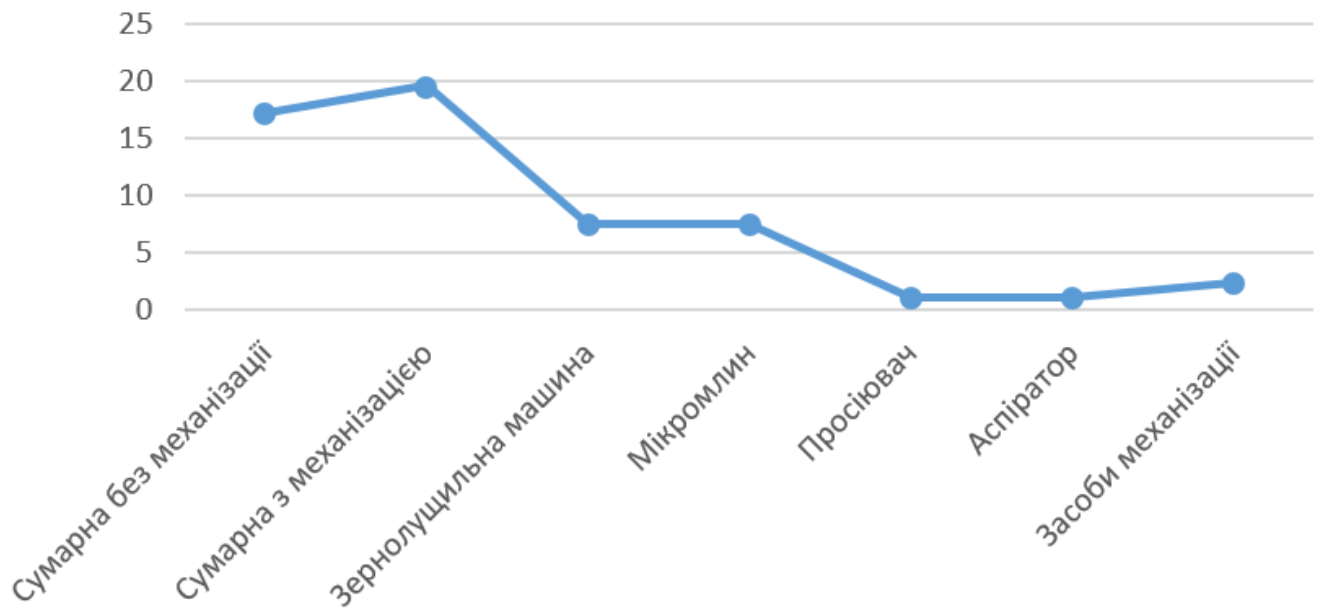
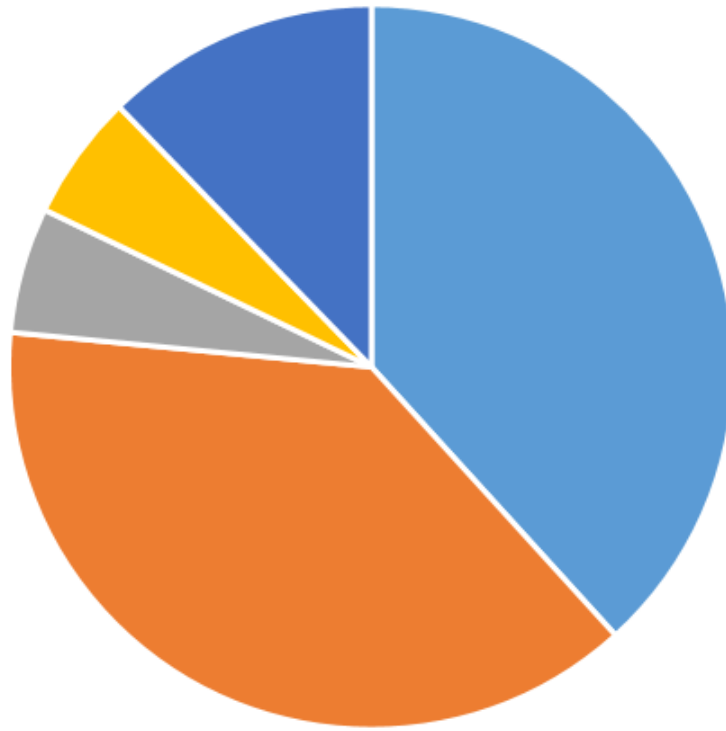


Рисунок 3.12. Графік потужності електрообладнання комплексу з виробництва борошна, кВт

Відсоткову частку встановленої потужності комплексу з виробництва борошна представлено на діаграмі рисунку 3.13.



- Зернолуцильна машина
- Мікромлин
- Просіювач
- Аспіратор
- Засоби механізації

Рисунок 3.13. Відсоткова частка структурних елементів комплексу з виробництва борошна в загальній системі

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Роботи, що проводяться із борошномельним обладнанням, завжди вимагають підвищеної уваги з точки зору безпеки виконання робіт та охорони праці на підприємстві.

В даній роботі актуальне питання дослідження параметрів комплексу для виробництва борошна представлено на прикладі готового комплексу для умов СТОВ «Дружба Нова» с. Вільшана Сумської області.

До факторів негативного впливу при роботі з таким устаткуванням відносяться:

- пил;
- забрудненість робочих поверхонь, у тому числі і території;
- вібрації;
- шум;
- електричний струм;
- обертові частини установок;
- забрудненість повітря.

У зв'язку з вище сказаним виникає твердження щодо негативного впливу на персонал від роботи з такими установками. Головним чином, це відображається на:

- органах слуху;
- органах чуття;
- дихальній системі;
- нервовій системі;
- фізичній та розумовій активності;
- втомі;
- непрацездатності.

Для зменшення такого впливу на персонал доцільним є впровадження заходів по зменшенню проявів негативних факторів. До способів зменшення таких факторів відносимо:

- регулярні прибирання території та установок;
- обслуговування установок та електроприводних частин;
- застосування систем вентилявання;
- оснащення персоналу засобами колективного та індивідуального захисту при роботі з електроустановками та пиленебезпечними установками;
- курси підвищення кваліфікації;
- проведення інструктажів з правил техніки безпеки та відповідного поводження з наявними на території пристроями та засобами очищення зерна, з якими контактує персонал;
- покращення графіку роботи персоналу шляхом зменшення робочого часу внаслідок збільшення змін роботи.



Рисунок 4.1. Роботи по виробництву борошна з використанням засобів індивідуального захисту

Повна автоматизація процесів на сьогодні, що провадиться в усіх сферах як сільського господарства, так і промисловості, має на меті не лише покращення умов роботи персоналу, а і покращення рівня безпеки при виконанні робіт. Тому, на прикладі рисунку 4.1 представлено реалізацію заходів з підвищення рівня безпеки при виробництві борошна.

З рисунку 4.1 видно, що реалізація таких заходів спрямована на використання:

- респіраторів;
- захисного одягу;
- окулярів;
- захисних рукавичок;
- електричного устаткування з диференційним захистом.

Як висновок до вище сказаного, можна вважати, що за запропонованих заходів є можливість зменшення негативного впливу і покращення умов праці персоналу.

РОЗДІЛ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ ТА ПОКАЗНИКИ

Представлений в даній комплекс для виробництва борошна для умов СТОВ «Дружба Нова» с. Вільшана Сумської області спрямований на розширення функціональних задач представленої установи.

Структура витрат K на монтаж та запуск комплексу для виробництва борошна ділиться на три основні елементи:

$$K = K_{об} + K_{бмр} + K_{ін}, \quad (1)$$

де: $K_{об}$ – капіталовкладення по закупівлі обладнання;

$K_{бмр}$ – капіталовкладення по підключенню;

$K_{ін}$ – інші капіталовкладення.

№	Матеріал	Кількість, од.	Ціна за од. виміру, грн	Ціна на матеріал, грн
1.	Зернолуцильна машина	1	111111	111111
2.	Мікромлин	1	25000	25000
3.	Просіювач	1	85000	85000
4.	Аспіратор	1	80000	80000
5.	Засоби механізації	1	25000	25000
Всього, грн				326111

Таблиця 5.1. Перелік на матеріали та обладнання

Знаходимо капіталовкладення:

$$K_{об} = \sum n, \text{ грн} \quad (2)$$

$$K_{об} = 111111 + 25000 + 85000 + 80000 + 25000 = 326111 \text{ грн}$$

Капіталовкладення для виконання будівельно-монтажних робіт $K_{\text{бмр}}$ включають витрати будівництва нових, розширення, реконструкції, а також технічного переозброєння будівель та споруд вибраного об'єкту та монтаж конструкцій та обладнання.

$$K_{\text{бмр}} = \frac{K_{\text{об}}}{5}, \text{ грн} \quad (3)$$

$$K_{\text{бмр}} = \frac{326111}{5} = 108703,6 \text{ грн}$$

Інші витрати $K_{\text{ін}}$ включають вартість:

- здійснення контролю по будівництву;
- підготовку персоналу об'єкту.

$$K_{\text{ін}} = \frac{K_{\text{об}}}{7} \cdot 100, \text{ грн} \quad (4)$$

$$K_{\text{ін}} = \frac{326111}{7} \cdot 100 = 46587 \text{ грн}$$

Загальна сума капіталовкладень:

$$K = 326111 + 108703,6 + 46587 = 481401,6 \text{ грн}$$

ВИСНОВКИ

Дослідження характеристик установок, які використовуються в сільському господарстві є важливим елементом в розвитку технологій для економічного зростання підприємств. В даній роботі представлено дослідження параметрів комплексу для виробництва борошна для умов використання в СТОВ «Дружба Нова» с. Вільшана Сумської області.

Здійснене дослідження мало на меті кілька характеристик, які реалізовано в:

- аналізі функціональних завдань для указанного агрохолдингу з виокремленням профільного для даного дослідження завдання;
- обґрунтуванні місця розташування підприємства територіально, у тому числі і з використанням знімків з відповідного програмного забезпечення;
- визначенні структури комплексу з виробництва борошна, що розраховано на відносно невеликі об'єми виробництва;
- охарактеризовано структуру та призначення кожного зі структурних елементів указанного комплексу з виробництва борошна та інших продуктів;
- визначено відсоткові характеристики для виробничого процесу та електротехнічні показники для кожного зі структурних елементів в загальній системі функціонування комплексу з виробництва борошна для умов СТОВ «Дружба Нова» с. Вільшана Сумської області.

Окремо необхідно виділити, що у ході виконання дослідження цілком охарактеризовано основну направленість роботи підприємства з точки зору його функціональних завдань, що викладені на офіційному сайті. В результаті цього підкреслено, що борошновиробнича газуль для даного холдингу є доповненням до основних завдань, за рахунок якої значним чином розширюється функціонал підприємства в умовах його існування.

Аналізуючи показники з сумарної встановленої потужності, встановлено, що в системі найбільш енергозатратними є:

- мікромлин;
- зернолуцильна машина.

Порівняно меншими за затратами на електричну енергію є такі структурні елементи як:

- аспіратор;
- просіювач.

Засоби механізації, в даному випадку охарактеризовано як доповнюючі структурні елементи комплексу з виробництва борошна. За рахунок їх використання значним чином покращуються умови праці для персоналу та скорочуються трудозатрати в цілому.

Таким чином, комплекс є ефективним технологічним рішенням з метою реалізації завдань з виробництва порівняно малих об'ємів борошна, перевагою використання чого в умовах СТОВ «Дружба Нова» є:

- часткова переробка власної продукції на підприємстві;
- залучення додаткових робочих місць;
- розвиток власної справи;
- екологічно чисте власне виробництво.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ПУЕ Правила улаштування електроустановок (перше переглянуте, перероблене, доповнене та адаптоване до умов України видання). 21.08.2017. Міністерство енергетики та вугільної промисловості України
2. НПАОП 40.1-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів (2029). Державний нормативний акт про охорону праці
3. Юрченко, О. Ю., & Барсукова, Г. В. (2024). Особливості вмикання електродвигунів на паралельну роботу при автоматизації процесів у сільському господарстві. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Механізація та автоматизація виробничих процесів, (3 (57), 79-85. <https://doi.org/10.32782/msnau.2024.3.10>
4. Gregory D. Williams, Kurt A. Rosentrater (2022). Chapter 7 - Design and engineering considerations for grain storage, handling, and processing facilities // Storage of Cereal Grains and Their Products (Fifth Edition). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812758-2.00026-X>
5. О.Ю. Юрченко, Г.В. Барсукова, А.В. Чепіжний, Г.А. Тимошенко // Монтаж електрообладнання і систем керування. Монтаж щитів керування електричними двигунами // Навчально-методичний посібник для здобувачів освіти 2, 1 с.т. курсів спеціальності: «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» інженерно-технологічного факультету денної та заочної форми навчання, СВО «бакалавр». – Суми: СНАУ, 2023. – 144 с.
6. ПУЕ Правила улаштування електроустановок (перше переглянуте, перероблене, доповнене та адаптоване до умов України видання). 21.08.2017. Міністерство енергетики та вугільної промисловості України
7. НПАОП 40.1-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів (2029). Державний нормативний акт про охорону праці

8. СНиП III-4-80* Правила виробництва і приймання робіт. Техніка безпеки в будівництві (НПАОП 45.2-7.02-80)
9. Ghanimi, S., Derraji, H., Mejhed, B.E., Rabtaoui, K., Kzaiber, F., Oussama, A., & Terouzi, W. (2025). Optimization of a flour production process from a low quality date variety. Next Research. <https://doi.org/10.1016/j.nexres.2025.100989>
10. Zhu, Y., Zhang, J., Hua, Y., Li, Y., Zhang, Y., Yu, X., Shen, R., & Yang, Y. (2025). The application potential of heat-moisture treated whole black highland barley flour in muffin production. LWT. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2025.118694>
11. Luangsakul, N., & Tai, N.V. (2025). Potential of modified rich-polyphenol red rice flour in production of healthy porridge for the elderly. Journal of Agriculture and Food Research. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.102314>
12. Saitov, V.E., Kurbanov, R., & Suvorov, A.N. (2016). Assessing the Adequacy of Mathematical Models of Light Impurity Fractionation in Sedimentary Chambers of Grain Cleaning Machines. Procedia Engineering, 150, 107-110. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.728>
13. Yang, L., Xiao, Y., Tan, Z., Wang, F., Lin, W., Zhang, W., Li, J., & Lu, K. (2025). A Lightweight Fine-grained Scheme for Distinguishing the Hotness of Warm Data to Reduce Segment Cleaning Overhead. Journal of Parallel and Distributed Computing. <https://doi.org/10.1016/j.jpdc.2025.105183>
14. Yang, L., zhang, X.L., Li, Y., Liya, L., & Shi, M. (2024). Modeling and control methods of a multi-parameter system for threshing and cleaning in grain combine harvesters. Comput. Electron. Agric., 225, 109251. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.109251>
15. ДСТУ EN 14958:2014 Обладнання для харчової промисловості. Машини для перероблення на борошно та крупку. Вимоги щодо безпечності та гігієни
16. ДСТУ EN 14958:2016 Устаткування для харчової промисловості. Машини для подрібнення й перероблення на борошно та крупку. Вимоги щодо безпеки та гігієни
17. ДСТУ 3768:2009 "Пшениця. Технічні умови"

18. ДСТУ 8791:2018 Борошно житнє хлібопекарське. Технічні умови
19. ДСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне
20. Машини для післязбиральної обробки зерна. Електронний ресурс. URL: <https://vukladach.pp.ua/MyWeb/manual/agroinjenerija/Agricultural%20machinery/8/8.1.htm>
21. Наказ № 258 від 25.07.2006 Про затвердження Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів (Додатки до Правил). Електронний ресурс. URL: https://zakononline.ua/documents/show/266635_506520
22. Обладнання для виробництва борошна. Електронний ресурс. URL: <https://olis.com.ua/oborudovanie/proizvodstvo-muky/>