

Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет
Факультет митної справи, матеріалів, технологій та гостинності
Кафедра харчових технологій та хімії

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»

ПРОЄКТ ЦЕХУ З ВИРОБНИЦТВА
БОРОШНА ПШЕНИЧНОГО

спеціальність 181 «Харчові технології»

освітня програма «Харчові технології»

Виконав: здобувач вищої освіти
групи ХТ-41
Походзей Катерина Олегівна

(підпис)

Керівник:
к.с.-г.н., доцент
Голячук Сергій Євгенович

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«___»_____2026 р.

к.т.н., доцент

Гарант освітньої програми:

Тараймович Ірина Володимирівна

(підпис)

Луцьк – 2026 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет митної справи, матеріалів та технологій

Кафедра харчових технологій та хімії

Ступінь вищої освіти: бакалавр

Галузь знань: 18 Виробництво та технології

Спеціальність: 181 Харчові технології

Освітня програма: Харчові технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ХТХ,

д.т.н., професор

_____ І.М. Дударев

06 січня 2026 р.

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Походзей Катерині Олегівні

1. Тема кваліфікаційної роботи: Проект цеху з виробництва борошна пшеничного.
Керівник роботи: к.с.-г.н., доцент Голячук Сергій Євгенович
затверджені наказом вищого навчального закладу від 20 грудня 2025 р. № 956/01-07.
2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи: 16 червня 2026 р.
3. Вихідні дані до роботи: розробити проект цеху з виробництва борошна пшеничного для мешканців регіону з населенням 240 тис осіб, якщо: річна норма споживання борошна пшеничного – 75 кг/особу; поправочний коефіцієнт для норми споживання продукції – 0,8; у регіоні є виробництво борошна пшеничного – 220 т/рік; у регіон завозиться борошно пшеничне з інших регіонів у кількості 280 т/рік; прогнозована кількість борошна пшеничного, що буде вивезена в інші регіони, – 200 т/рік; кількість робочих днів на рік – 260 днів; коефіцієнт використання потужності виробництва – 0,9.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити): дослідити асортимент борошна пшеничного в Україні та світі; подати характеристику сировини; розрахувати потребу населення в продукції цеху; розробити технологічну схему виробництва борошна пшеничного, описати технологію виробництва; розрахувати витрату сировини та матеріалів; визначити поживну та енергетичну цінність продукції; скласти машино-апаратну схему виробництва та вибрати технологічне обладнання в лінію; обчислити площі приміщень виробничого та побутового призначення цеху; розробити план цеху з розташуванням обладнання; скласти схеми технохімічного та мікробіологічного контролю виробництва; розробити заходи контролю якості та безпечності продукції відповідно до вимог НАССР; розглянути питання екологізації виробництва та організації охорони праці на ньому.
5. Перелік графічного матеріалу (2 аркуші формату А1): машинно-апаратна схема виробництва борошна пшеничного; план цеху з розташуванням технологічного обладнання.

6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис | |
|---------------|---|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Нормоконтроль | Сидорук Т.Є., асистент кафедри ХТХ | | |

7. Дата видачі завдання: 06 січня 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|---|--|----------|
| 1 | Ознайомлення з матеріалами за темою кваліфікаційної роботи з різних джерел інформації. Аналіз асортименту борошна пшеничного. Визначення мети та завдань роботи | 06.01.26-15.01.26 10.02.26-25.02.26 | |
| 2 | Аналіз характеристик сировини для виробництва продукції цеху. Розрахунок потреб населення в продукції цеху | 26.02.26-15.03.26 | |
| 3 | Розроблення технологічної схеми виробництва продукції, опис технології виробництва продукції | 16.03.26-26.03.26 | |
| 4 | Проведення технологічних розрахунків | 27.03.26-15.04.26 | |
| 5 | Складання машино-апаратної схеми виробництва продукції та вибір технологічного обладнання в лінію | 16.04.26-01.05.26 | |
| 6 | Розрахунок площ цеху різного призначення та розроблення плану цеху з розташуванням обладнання | 02.05.26-16.05.26 | |
| 7 | Складання схем технохімічного та мікробіологічного контролю виробництва. Розроблення заходів контролю якості та безпеки продукції відповідно до вимог НАССР | 17.05.26-27.05.26 | |
| 8 | Розгляд питань екологізації виробництва та організації охорони праці на ньому. Формулювання загальних висновків | 28.05.26-05.06.26 | |
| 9 | Оформлення пояснювальної записки та виконання креслень | 06.06.26-16.06.26 | |
| 10 | Нормоконтроль кваліфікаційної роботи | 17.06.26-20.06.26 | |
| 11 | Перевірка кваліфікаційної роботи на наявність ознак плагіату, рецензування | 17.06.26-20.06.26 | |

Здобувач вищої освіти _____ (Походзей К.О.)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ (Голячук С.Є.)

АНОТАЦІЯ

Походзей К.О. Проєкт цеху з виробництва борошна пшеничного.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Харчові технології» спеціальності 181 Харчові технології. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2026.

Кваліфікаційна робота бакалавра містить вступ, 5 розділів, загальні висновки, список використаних джерел та додатки.

У кваліфікаційній роботі висунуті вимоги до якості сировини та готового продукту, джерелом яких є офіційна нормативна документація, а саме ДСТУ, ГСТУ та ГОСТ, що є дійсним на даний момент в Україні. Розроблена технологічна схема виробництва пшеничного борошна, відповідно до якої виконувався опис технології виробництва. Проведені розрахунки втрат сировини під час зберігання, а також складання помольної партії.

Здійснено підбір і розрахунок необхідної кількості технологічного обладнання, яке зображено у машинно-апаратурній схемі. Створено схематичний план розташування обладнання на підприємстві.

Описано способи технохімічного і мікробіологічного контролю на підприємстві. Детально розписано про впровадження системи НАССР та розроблено план ОПП.

Проаналізовано екологічну ситуацію на пшеничних млинах і знайдено шляхи мінімізації негативного впливу на екологію. Запропоновано способи зменшення шкідливих факторів, які можуть загрожувати персоналу під час робочої зміни.

Ключові слова: борошно, зерно, технологія, помел.

| | | | | | | | | |
|------------------|-------------|----------------------|---------------|-------------|--|---|-------------|----------------|
| | | | | | <i>ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ</i> | | | |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | <i>Проєкт цеху з виробництва борошна пшеничного Пояснювальна записка</i> | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Аркушів</i> |
| <i>Розробив</i> | | <i>Походзей К.О.</i> | | | | | | |
| <i>Перевірів</i> | | <i>Голячук С.Є.</i> | | | | | 3 | 68 |
| <i>Реценз</i> | | | | | | <i>ЛНТУ, ФММТГ, каф. ХТХ, гр. ХТ-41</i> | | |
| <i>Н. Контр.</i> | | <i>Сидорук Т.Є.</i> | | | | | | |
| <i>Затвердив</i> | | <i>Дударев І.М.</i> | | | | | | |

ANNOTATION

Pokhodzei K.O. Project of a Wheat Flour Production Plant

Bachelor's Qualification Thesis of the Educational Program "Food Technologies", Specialty 181 "Food Technologies". Lutsk National Technical University. Lutsk, 2026.

The bachelor's qualification thesis consists of an introduction, five chapters, general conclusions, a list of references, and appendices.

The thesis defines the quality requirements for raw materials and finished products based on official regulatory documentation currently valid in Ukraine, namely DSTU, GSTU, and GOST standards. A technological scheme for wheat flour production was developed, according to which the production technology was described. Calculations of raw material losses during storage were carried out, as well as the formulation of milling batches using three different methods.

The required technological equipment was selected and calculated, and presented in the process flow diagram. A schematic layout of equipment placement within the production facility was developed.

Methods of technochemical and microbiological control at the enterprise were described. The implementation of the HACCP system was explained in detail, and a HACCP plan was developed.

The environmental situation at wheat flour mills was analyzed, and measures to minimize the negative environmental impact were proposed. Methods for reducing harmful factors that may pose risks to personnel during work shifts were also suggested.

Keywords: flour, grain, technology, milling.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 4 |

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ВСТУП | 7 |
| 1 СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОБНИЦТВА ПШЕНИЧНОГО БОРОШНА..... | 9 |
| 1.1 Асортимент і характеристика борошна пшеничного | 9 |
| 1.2 Характеристика сировини для виробництва борошна пшеничного | 12 |
| 1.3 Розрахунок потреби населення в борошні пшеничному | 15 |
| 1.4 Мета та завдання роботи | 16 |
| 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА | 18 |
| 2.1 Технологія виробництва пшеничного борошна..... | 18 |
| 2.2 Технологічні розрахунки..... | 22 |
| 2.3 Машинно-апаратна схема виробництва борошна пшеничного | 31 |
| 2.4 Вибір технологічного обладнання..... | 33 |
| 2.5 Висновки до розділу 2 | 37 |
| 3 БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА | 38 |
| 3.1 Розрахунок площ виробничих та складських приміщень виробництва борошна пшеничного..... | 38 |
| 3.2 Розробка плану виробництва борошна пшеничного з розташуванням технологічного обладнання..... | 40 |
| 3.3 Висновки до розділу 3 | 42 |
| 4 ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ЯКІСНОГО ТА БЕЗПЕЧНОГО ХАРЧОВОГО ПРОДУКТУ | 43 |
| 4.1 Технохімічний та мікробіологічний контроль | 43 |
| 4.2 Контроль якості та безпечності борошна пшеничного відповідно до вимог НАССР | 44 |
| 4.3 Висновки до розділу 4 | 48 |
| 5 ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ..... | 49 |
| 5.1 Екологізація виробництва | 49 |
| 5.2 Організація охорони праці на виробництві пшеничного борошна..... | 52 |
| 5.3 Висновки до розділу 5 | 53 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 5 |

| | |
|---------------------------------|----|
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ | 54 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 55 |
| ДОДАТКИ..... | 59 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 6 |

ВСТУП

Одним із найпопулярніших продуктів в Україні та світі є хліб. Він, як символ життя та родючості зустрічається у літературі та фольклорі. Хліб завжди був найціннішою стравою. Але для того, щоб люди у цілому світі могли споживати даний продукт потрібне борошно. Саме воно є основною сировиною для хлібобулочних виробів.

У сучасному світі є мільйони рецептів, де використовується пшеничне борошно, з нього готують які основні страви, так і закуски чи десерти та багато чого іншого. Саме від властивостей, показників якості і безпечності даного продукту залежить стан кінцевої страви. Якісне борошно – це основа для виробництва такої ж якісної продукції. Саме тому технологи та науковці в цілому світі постійно шукають способи, щоб удосконалити технологію виробництва борошна. Починаючи від зберігання в бункерах на складах чи силосах зерна, його очищення і до помелу, розсіювання та зберігання вже готового борошна у будь-який спосіб.

Асортимент пшеничного борошна не великий, він залежить від виду сировини, а саме використовувалась тверда чи м'яка пшениця або суміш для виготовлення продукту і як саме розмелювалось борошно, скільки ступенів помелу і просіювання пройшло. Але не зважаючи на незначний асортимент пшеничне борошно віками не втрачає популярність, адже ні один продукт не здатен замінити його властивостей.

Людство віками жило на класичному борошні, цей смак закладений в ДНК людства, тому відмовитись від даного продукту у сучасному світі не можливо. Хоча зараз з'явилося дуже багато аналогів, які не містять глютену, але класичний смак хлібобулочних виробів із пшеничного борошна не здатен замінити ні один аналог.

Дана робота має на меті виконати проектування цеху з виробництва борошна пшеничного, розробити рецептуру та провести прорахунки, які необхідні для виготовлення борошна. Прописати організацію виробництва

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 7 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

продукту та зробити підбір обладнання. Для написання кваліфікаційної роботи будуть використовуватись різні наукові джерела, а також буде задіяний штучний інтелект. ШІ використовуватиметься виключно для пошуку нормативної інформації та уточнення окремих теоретичних положень.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 8 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

1 СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОБНИЦТВА ПШЕНИЧНОГО БОРОШНА

1.1 Асортимент і характеристика борошна пшеничного

Пшеничне борошно відповідно до ГСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне. Технічні умови» за сортами поділяється на: вищий, перший, другий та обойне [1].

Пшеничне сортове борошно виробляють з м'якої пшениці або з доданням не більше 20 % твердої. При сортовому помелі борошно вищого, першого і другого сортів формують шляхом змішування десятків різноякісних потоків борошна з різних систем технологічного процесу, що мають різний набір показників якості, які залежать, в свою чергу, від показників якості зерна, що переробляється, структури технологічного процесу, режимів роботи систем подрібненні і просіювання. Так як борошно певного сорту або виду, що відпускається споживачу, повинне мати обмежувальні показники якості відповідно до вимог стандартів, тому в технології передбачено змішування різноякісних потоків борошна в певному співвідношенні до гомогенного стану, в результаті чого утворюється сорт або вид борошна [2].

Борошно вищого сорту складається переважно із внутрішніх шарів ендосперму, який тонко подрібнюють до розмірів частинок 30-40 мкм. Борошно першого сорту містить менш однорідні частинки за розміром, які тонко подрібненні до крупності 40-60 мкм. Для його виробництва використовують весь ендосперм і 2-3 % (від маси борошна) подрібнених оболонки і алейронового шару. Борошно другого сорту складається із неоднорідних за розміром подрібнених частинок ендосперму і периферійних частин зерна (8-10 % від маси борошна), що робить його темнішим, ніж борошно першого сорту. Крупність другосортного борошна

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 9 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

– від 30 до 200 мкм.

Борошно вищого сорту майже не містить висівок. Колір білий із слабким кремовим відтінком. Перший сорт - має білий колір з жовтим відтінком. Також із цього борошна відмивається більше клейковини, через те, що воно містить менше крохмалю і більше білків. Колір другосортного борошна білий з жовтим або сірим відтінком, в ньому містяться частинки оболонки зерна.

При обойному односортному помелі одержують обойне борошно. Технологія виробництва обойного борошна полягає у подрібненні всього зерна, тому таке борошно містить як і ендосперм, так і периферійні частинки. Борошно неоднорідне, крупністю від 30 до 600 мкм. Це борошно має білий з жовтуватим або сіруватим відтінком колір. За хімічним складом воно близьке до хімічного складу зерна [3].

Окремо можна виділити цільнозернове борошно, яке прирівнюється до обойного через схожу технологію виробництва та відповідність якісним показникам.

Технологія виробництва пшеничного цільнозернового борошна включає в себе подрібнення зерна пшениці руйнуванням його анатомічних частин та утворенням різних за розміром фракцій: дрібні частинки, які складаються з дрібних і пошкоджених зерен крохмалю, проміжного білка; крупніші – це більш крупні зерна крохмалю, окремі фрагменти клітин ендосперму і ще більші частинки (комплекси клітин), частини оболонки. Під час переробки зерна у цільнозмелене борошно необхідно домогтися однорідності помелу, тобто забезпечити однакову ступінь здрібнення як центральних, так й периферійних часток зернівки. Між крупністю помелу та хімічним складом борошна існує тісний зв'язок, отже крупність борошна безпосередньо впливає на його хлібопекарські властивості. За вимогами ГСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне. Технічні умови» [1] крупність борошна пшеничного обойного контролюється залишком на ситі № 067 (не

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 10 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

більше 2 %) та проходом сита № 38 (не менше 35 %) [4].

Завдяки тому, що у цільнозерновому борошні містяться майже всі його периферійні частинки (насінна оболонка, алейроновий шар і зовнішні шари ендосперму), воно має вищий вміст білків і жирів та менший вміст вуглеводів [5]. Харчова (поживна) та енергетична цінність пшеничного борошна наведена в додатках (Таблиця А.1).

Борошно цільнозернове пшеничне обойне і жорнове за кольором мають відповідати показникам якості для борошна пшеничного обойного, але жорнове борошно візуально відрізняється більш крупними частинками і більш темним кольором. Борошно цільнозернове сіяне за зовнішнім виглядом подібне до борошна пшеничного другого сорту [5].

Виділяють органолептичні і фізико-хімічні показники якості. Серед органолептичних: запах, колір, хруст, смак, зараженість шкідниками. Фізико-хімічні: клейковина, вологість, зольність (білість), крупність помелу, число падіння та інші [6]. Показники якості пшеничного борошна відповідно до ГСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне. Технічні умови» [1] наведені в додатках (Таблиця А.2).

Пакування та маркування борошна відбувається відповідно до ГСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне. Технічні умови» [1]. Пакування борошна дозволяється у тканинні мішки згідно з ДСТУ EN 768:2005 «Мішки для транспортування продовольства. Мішки з бавовняної тканини з вкладкою», або в паперові мішки згідно з ДСТУ 7796:2015 «Мішки паперові. Технічні умови» з мішками-вкладишами згідно з ДСТУ EN 1086:2005 «Мішки для транспортування продовольства Рекомендації щодо вибору типу мішка та вкладки залежно від продукції, що підлягає пакуванню» [7, 8, 9].

Мішки для пакування повинні бути цілими, міцними, чистими, сухими, не зараженими шкідниками і не повинні мати сторонніх запахів [1].

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 11 |

1.2 Характеристика сировини для виробництва борошна пшеничного

Сировиною для виробництва борошна пшеничного є зерно пшениці.

Цінність пшениці, у порівнянні з зерном інших культур, полягає у тому, що її білки – в основному гліadini і глютеніни, під час набрякання в воді утворюють своєрідний білковий комплекс - клейковину, якість якої характеризується пружністю і розтяжністю Ці властивості клейковини під час замішування тіста із борошна, яке було виготовлене з пшениці, сприяють створенню пружної сітки, що додає йому зв'язність, утримує вуглекислий газ, який виділяється у процесі бродіння, а також забезпечує більший об'єм хліба і мілкопористу структуру його м'якуша. Чим більше клейковини міститься в зерні пшениці та чим краща збалансованість її фізичних властивостей – великої пружності й достатньої розтяжності, тим більшим виходить об'єм хліба і краща пористість його м'якуша [10].

Культуру пшениці поділяють за видами. Основними критеріями поділу є вміст білка і клейковини в зерні, відповідно пшеницю поділяють на м'яку та тверду.

М'яка пшениця поділяється на три групи за силою борошна. Зерна такого виду утворюють тісто із хорошою еластичністю, високою стійкістю, здатністю витримувати тривале бродіння. М'яка пшениця використовується для виробництва борошна високої якості.

Тверда пшениця містить більше білка і клейковини, ніж м'яка, що забезпечує пружність тіста.

Відповідно до ДСТУ 3768:2019 «Пшениця. Технічні вимоги», зерно м'якої пшениці поділяють на чотири класи, залежно від показників якості, а зерно твердої пшениці на п'ять класів. Вимоги до якості кожного класу пшениці надано у додатках (Таблиця А.3 і Таблиця А.4) [11].

Також пшеницю розрізняють за терміном вирощування, а саме: озима

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 12 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

пшениця висівається восени і формує урожай наступного літа; яра пшениця – висівається навесні та має коротший термін вегетації [12].

Одним із найважливіших показників якості пшениці є склоподібність. Цей показник характеризує внутрішню будову зерна. Зробивши поперечний розріз зерна розрізняють три фракції: склоподібне, напівсклоподібне, борошнисте зерно [13].

Зерно з більшою склоподібністю характеризується кращими технологічними властивостями. Даний показник має велике значення для процесу розмелу зерна. Від цього показника залежить режим і схеми розмелу, набір крупок і їх якість, відокремлювання висівок і розподіл часток борошна за величиною. Склоподібне зерно пшениці краще розмелюється і дає більше крупи поліпшеної якості [13].

Борошнисте зерно має рихлоборошнисту структуру та білий колір. Його структура залежить від кількості, складу, властивостей розміру і розташування крохмальних гранул і білкових речовин, а також міцністю зв'язків між білками і крохмалем [14].

До фізичних властивостей зерна відноситься натура або об'ємна маса. Цей термін означає масу зерна в 1 л обсягу. Натура залежить від декількох показників: форми, щільності, крупності зерна, стану його поверхні, вирівняності та ступеню наявності зернівок, їхньої вологості і вмісту домішок [14].

Зерно пшениці має свою певну будову (рис 1.1). Пшениця складається із плодової оболонки, яка здійснює захисну функцію і покриває зернину зовні. Вона складається з чотирьох шарів напівпрозорих кліток. Організмом людини плодів оболонки не засвоюються.

Оболонка зерна складається з трьох шарів і вона займає 6-8% від всієї маси зернини. Цей вид оболонки містить більше мінеральних, азотистих речовин в яких менше клітковини. Саме пігментний шар цієї оболонки надає зерну його відповідного кольору.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 13 |

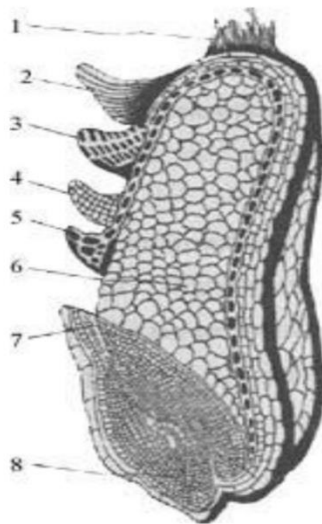


Рисунок 1.1 – Поздовжній розріз зерна пшениці: 1 – чубчик, 2-4 плодови і насінні оболонки; 5 – алейроновий шар; 6 – ендосперм; 7 – щиток; 8 – зародок

Джерело: укладено автором з використанням даних [14].

Плодова і зернова оболонки погіршують товарний вид борошна, його консистенцію, харчову цінність, тому при виробництві борошна їх відокремлюють.

Ендосперм (борошнисте ядро) – це внутрішня частина зерна, яка займає 80-82% його маси. Вона є найціннішою частиною зерна для виробництва борошна, через те, що саме в ендоспермі містяться усі цінні продукти, а саме крохмаль, білки, менше цукру, жиру, вітамінів і дуже мало мінеральних речовин.

Ще одна частина зерна – це зародок, який займає 3% всієї маси. Він багатий на білки, цукри, ферменти та вітаміни. Також у зародку містяться жири, які у процесі зберігання прогріваються, що викликає псування борошна, тому при переробці зародок видаляють.

Алейроновий шар (зовнішній) складає 4-13,5% від маси зерна. Він примикає до зернової оболонки. Містить велику кількість цінних речовин, таких як білки, жири, цукри, вітаміни, але вони майже не засвоюються,

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 14 |

причиною цього є товсті оболонки з клітковини якими покриті клітини. Алейроновий шар разом із оболонками відокремлюють [14].

1.3 Розрахунок потреби населення в борошні пшеничному

Основною метою написання роботи є створення проєкту цеху з виробництва борошна пшеничного для мешканців регіону з населенням 240 тис осіб, якщо: річна норма споживання борошна пшеничного – 75 кг/особу; поправочний коефіцієнт для норми споживання продукції – 0,8; у регіоні є виробництво борошна пшеничного – 220 т/рік; у регіон завозиться борошно пшеничне з інших регіонів у кількості 280 т/рік; прогнозована кількість борошна пшеничного, що буде вивезена в інші регіони, – 200 т/рік; кількість робочих днів на рік – 260 днів; коефіцієнт використання потужності виробництва – 0,9 [15].

$$Q_{\text{д.}} = \frac{n_{\text{нас.}} \cdot N_{\text{сп.}} \cdot k_{\text{сп.}} - P_{\text{д.в.}} - m_{\text{вв.п.}} + m_{\text{вув.п.}}}{n_{\text{р.д.}} \cdot k_{\text{п.}}}, \quad (1.1)$$

де $Q_{\text{д}}$ - необхідна продуктивність цеху, кг/добу;

$n_{\text{нас.}}$ - чисельність населення, для якого призначена продукція цеху, осіб;

$N_{\text{сп.}}$ - середньорічна норма споживання продукту на одну особу, кг/особу;

$k_{\text{сп.}}$ - поправочний коефіцієнт для норми споживання продукту на одну особу;

$P_{\text{д.в.}}$ - річна потужність виробництв продукту на цій території, кг/рік;

$m_{\text{вв.п.}}$ - очікувана річна кількість продукту, що буде ввезена для цих самих споживачів із інших територій або країн, кг/рік;

$m_{\text{вув.п.}}$ - очікувана річна кількість продукту, що вивезена на інші

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 15 |

території, кг/рік;

$n_{p,d}$ – кількість робочих днів у календарному році

k_n – коефіцієнт використання потужності цеху.

$$Q_0 = \frac{240000 \cdot 75 \cdot 0,8 - 220000 - 280000 + 200000}{260 \cdot 0,9} = 60256 \text{ кг/добу}$$

1.4 Мета та завдання роботи

Метою кваліфікаційної роботи бакалавра є проектування цеху з виробництва борошна пшеничного, вивчення асортименту пшеничного борошна та його якісних показників, дослідження характеристики сировини, аналіз технології та розробка технологічних рішень з виробництва борошна пшеничного, розробка системи управління безпечністю на підприємстві з виробництва борошна, а також впровадження екологізації та охорони праці.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати асортимент та характеристику пшеничного борошна;
 - визначити сировину необхідну для виготовлення продукції
- дослідити її класифікацію та показники якості;
- провести обрахунки потреби населення в борошні пшеничному;
 - охарактеризувати технологію виробництва пшеничного борошна;
 - провести технологічні розрахунки втрати сировини під час зберігання та розрахувати помольну партію для виробництва пшеничного борошна;
 - провести вибір технологічного обладнання для виробництва пшеничного борошна;
 - розробити машинно-апаратурну схему виробництва;
 - розрахувати площі виробничих та складських приміщень;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 16 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

- розробити план цеху з розташуванням технологічного обладнання;
- провести технохімічний та мікробіологічний аналіз на підприємстві і проаналізувати особливості впровадження системи НАССР;
- визначити найбільш оптимальні шляхи екологізації виробництва та способи організації охорони праці на борошномельному підприємстві.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 17 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Технологія виробництва пшеничного борошна

Технологію виробництва борошна пшеничного можна зобразити схемою (рис 2.1):

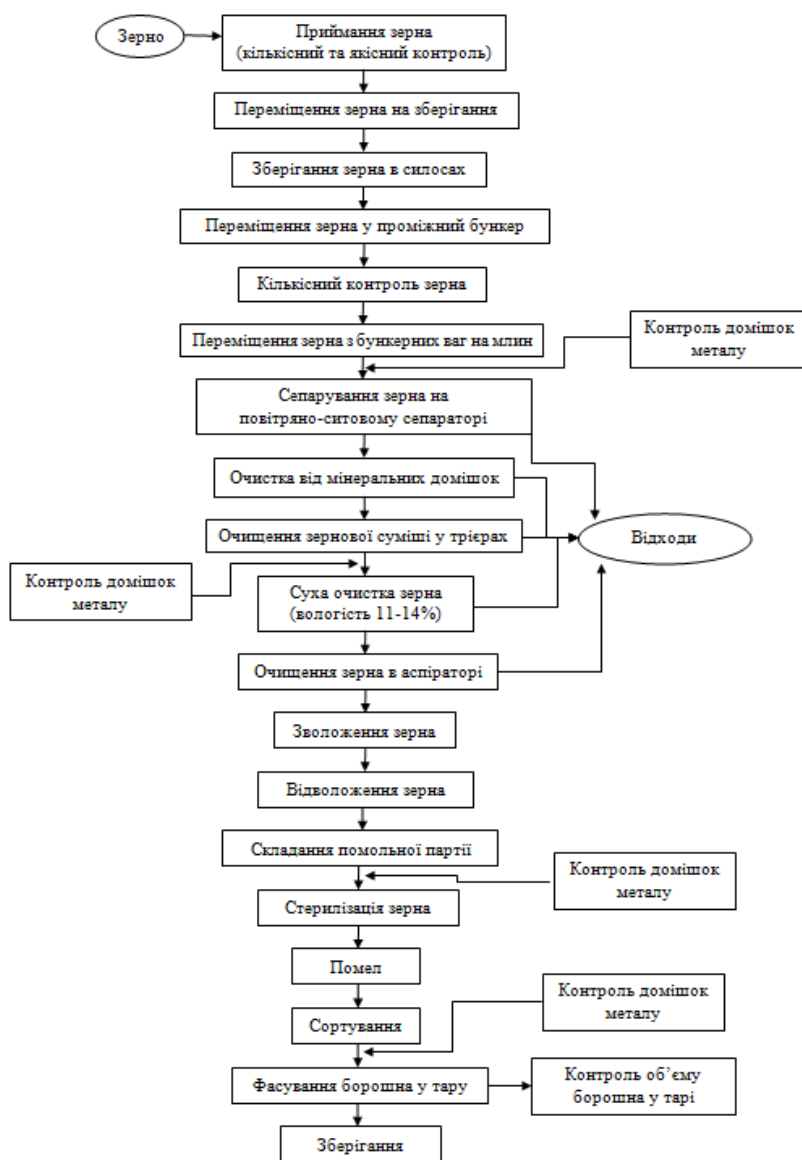


Рисунок 2.1 – Технологічна схема виробництва борошна пшеничного
Джерело: розроблено автором.

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

Першим етапом в технологічному процесі є приймання зерна. На цьому процесі відбувається кількісний та якісний контроль зерна. Якісна оцінка проводиться за такими показниками: органолептична, а саме запах і колір, зараженість шкідниками, склоподібність, вологість, вміст зернових та смітевих домішок, також контролюється натура зерна, відповідно до ДСТУ ГОСТ 10840:2019 «Зерно. Методи визначення натури» [16].

Якщо зерно відповідає встановленим характеристикам, то воно переміщується у завальну яму, а звідти на зберігання до силосів.

Силоси призначені для тривалого зберігання зерна із вологістю 8-14% [17].

Зерно пшениці з силосів поступає в бункерну вагу для контролю кількості сировини, що надходить на переробку у пшеничний млин.

Після зважування сировина переміщується на очистку, яка включає в себе контроль на металомагнітні домішки за допомогою магнітного сепаратора.

Зернова суміш після магнітного сепаратора потрапляє на наступні етапи очистки, що включають в себе: сепарування зерна на повітряно-ситовому сепараторі, виведення мінеральних домішок за допомогою каменевідбірника, сортування зерна та включень за довжиною трієрами, суху очистку поверхні зерна, зволоження зерна, відволоження зерна.

Сепарування зернової маси забезпечує підготовлення зерна до зберігання та подальшого використання як продовольчої сировини. Від ефективності сепарування зернової маси залежать якість зерна [18].

Сепарування видаляє з поверхні зерна відходи II категорії, а саме пил рослинного походження, частинки зерна, відходи III категорії – квіткову оболонку (полову), а також домішки, що відрізняються за аеродинамічними властивостями. Після закінчення даного процесу вологість сировини повинна становити 11-14%.

Мінеральні домішки, а саме каміння, грудки землі, частини скла

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 19 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

видаляються із сировини за допомогою каменевідбірника.

Для того, щоб відділити короткі і довгі домішки у зерні використовуються дискові та циліндричні трієри. Для видалення із зернової суміші кукуля і битих зернівок, що являють собою короткі домішки використовують трієр цикловий, а для вівсюга, вівса та ячменю, тобто довгих домішок використовують дискові трієри.

Наступним етапом є повторне очищення у магнітному сепараторі, для контролю металоманітних домішок, які могли потрапити до пшениці під час технологічного процесу.

Наступний процес – це суха очистка зерна, а саме очищення від мінерального та органічного пилу, мікроорганізмів, а також часткове видалення зародка, оболонки і чубка [19].

Закінчення процесу очищення зерна відбувається на аспіраторі, де проводиться холодне кондиціонування зерна.

Очищена зернова суміш направляється на тимчасове зберігання у силоси.

Наступним етапом є зволоження пшениці. Зерно та вода потрапляють в камеру змішування машини інтенсивного зволоження для рівномірного розподілу вологи по всій поверхні зернівки.

Для зміни технологічних властивостей зернової маси після зволоження застосовують відволоження зерна. Цей технологічний процес повинен тримати не менше 13 годин.

Після етапів очищення та підготовки сировини відбувається складання помольної партії – змішування зерна різних типів з різними якісними показниками, тобто створення зернових сумішей із певними технологічними характеристиками.

Підготовлене зерно проходить контроль металоманітної домішки та направляється на стерилізацію. Стерилізація зерна проводиться для знищення прихованої зараженості зерна шкідниками [19].

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 20 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Оптимальне видалення оболонки при підготовці пшениці – близько 1% плодкових оболонок до маси зерна. В результаті в борошні знижується вміст клітковини, зольність, поліпшуються білизна та хлібопекарські властивості борошна. Видалення верхніх шарів плодової оболонки знижує міцність зерна, що визначає зменшення витрат електроенергії на її подрібнення [20].

Зерно після підготовки та складання помольної партії направляється на розмелювання.

Розмелювання – це ступінь вилучення ендосперму при помелі зерна в оптимальних умовах, цей процес залежить від здатності клітин субалейронового шару подрібнюватися в борошно під дією робочих органів машин при збереженні цілісності алейронового шару оболонок [20].

Первинний помел використовується для подрібнення зерна на продукти розмелу різної фракції за допомогою I драної системи. Наступний етап - Первинний помел зерна на II драній системі - це розмел першого сходового продукту на продукти різної фракції. Розмел (III драна система) використовується для помелу плодової оболонки зерна.

Після кожного етапу розмелювання відбувається просіювання - сортування продуктів подрібнення за крупністю. При цьому одночасно відбувається і поділ за якістю, адже різні фракції крупності формуються з частинок, що утворюються з різних частин зерна. Але в одній і тій же фракції крупності присутні частинки різної якості [20].

Після помелу борошно направляється на очищення від металомангнітних домішок та фасування у тару. Під час розфасовування контролюється об'єм борошна у тарі. Цей процес відбувається за допомогою контролю часу при якому наповнюється тара і визначається продуктивність виробництва борошна. Готова продукція переміщається на подальше зберігання на склад до моменту реалізації.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 21 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

2.2 Технологічні розрахунки

Знаючи технологію виробництва пшеничного борошна потрібно провести технологічний розрахунок з метою подальшого встановлення кількості втрат зерна під час зберігання.

Для цього проводиться кількісно-якісний облік, який є основним засобом контролю роботи виробництва.

За окремими місяцями на складі приймалось і витрачалось зерно пшениці у кількості, яка подана в таблиця 2.1.

Таблиця 2.1 – Матеріальний баланс надходження, витрати та залишків зерна з урахуванням зміни якості

| Місяць | Прихід $G_{пр.і}$, кг | Вологість зерна W , % | Вміст смітної домішки при приході $C_{0\%}$ | Витрата зерна $G_{вит}$, кг | Вологість зерна по витраті W_1 , % | Вміст смітної домішки після витрати $C_{0\%}$ | Залишок на 1-е число наступ наст місяця $C_{0\%}$ |
|----------|---------------------------|----------------------------|--|---------------------------------|--|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Серпень | 101 380 | 15,2 | 1,0 | 22 800 | 15,0 | 0,9 | 78 580 |
| Вересень | 108 920 | 15,8 | 0,8 | 24 600 | 15,3 | 0,7 | 162 900 |
| Жовтень | 88 700 | 15,5 | 0,9 | 25 200 | 15,0 | 0,8 | 226 400 |
| Листопад | - | - | - | 24 300 | 14,8 | 0,7 | 202 100 |
| Грудень | - | - | - | 23 700 | 14,6 | 0,6 | 178 400 |
| Січень | - | - | - | 24 900 | 14,4 | 0,6 | 153 500 |
| Лютий | - | - | - | 23 800 | 14,3 | 0,5 | 129 700 |
| Березень | - | - | - | 24 200 | 14,2 | 0,5 | 105 500 |
| Квітень | - | - | - | 23 600 | 14,1 | 0,5 | 81 900 |
| Травень | - | - | - | 24 400 | 14,0 | 0,4 | 57 500 |
| Червень | - | - | - | 23 900 | 13,9 | 0,4 | 33 600 |
| Липень | - | - | - | 27 600 | 13,8 | 0,4 | 6 000 |
| Всього | 299 000 | - | - | 293 000 | - | - | 1416080 |

Джерело: укладено автором з використанням даних [21].

Визначаємо зміну маси зерна при зменшенні вологості та кількості сміттєвих домішок.

Для цього необхідно провести розрахунок середньозваженої вологості при приході сировини $W_{сер.зв.П}$ [22]:

$$W_{сер.зв.П} = \frac{P_{w.i}}{\sum G_{пр.i}} \quad (2.1)$$

де $P_{w.i}$ – загальна сума відсотко-кілограмів вологості сировини при приході, кг·%;

$\sum G_{пр.i}$ – загальний прихід сировини, кг.

Щоб визначити середньозважену вологість сировини при приході потрібно обчислити суму відсотко-кілограмів вологості для всіх партій [21]:

$$P_w = G_{пр.i} \cdot W \quad (2.2)$$

де $G_{пр.i}$ – кількість зерна, що надійшла в і-му місяці, кг;

W – вологість зерна при надходженні, %.

- Серпень: $P_{w.сер} = 101\,380 \cdot 15,2 = 1540976$ кг·%;

- Вересень: $P_{w.вер} = 108\,920 \cdot 15,8 = 1720936$ кг·%;

- Жовтень: $P_{w.жов} = 88\,700 \cdot 15,5 = 1374850$ кг·%.

В загальному суми відсотко-кілограмів вологості по приході сировини складуть:

$$P_w = \sum_{i=1}^k P_{w.i} = 1540976 + 1720936 + 1374850 = 4636762 \text{ кг·\%}$$

Отже, середньозважена вологість сировини при приході становить:

$$W_{сер.зв.П} = \frac{4636762}{299\,000} = 15,5\%$$

Визначаємо середньозважену вологість по витраті $W_{сер.зв.В}$ [22]:

$$W_{сер.зв.В} = \frac{P_{w.i}^{вит}}{\sum G_{вит}} \quad (2.3)$$

де $P_{w.i}^{вит}$ – загальна сума відсотко-кілограмів вологості сировини по витраті, кг·%;

$\sum G_{вит}$ – загальна витрата сировини, кг.

Щоб визначити середньозважену вологість сировини по витраті потрібно обчислити суму відсотко-кілограмів вологості при витратах у кожному місяці [21]:

$$P_w^{вит} = G_{вит} \cdot W_1 \quad (2.4)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 23 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

де G_{sum} – кількість зерна, що була витрачена в і-му місяці, кг;

W_1 – вологість зерна по витраті, %.

- Серпень: $P_w^{sum} = 22\,800 \cdot 15,0 = 342\,000$ кг·%;

- Вересень: $P_w^{sum} = 24\,600 \cdot 15,3 = 376\,380$ кг·%;

- Жовтень: $P_w^{sum} = 25\,200 \cdot 15,0 = 378\,000$ кг·%;

- Листопад: $P_w^{sum} = 24\,300 \cdot 14,8 = 359\,640$ кг·%;

- Грудень: $P_w^{sum} = 23\,700 \cdot 14,6 = 341\,280$ кг·%;

- Січень: $P_w^{sum} = 24\,900 \cdot 14,4 = 358\,560$ кг·%;

- Лютий: $P_w^{sum} = 23\,800 \cdot 14,3 = 340\,340$ кг·%;

- Березень: $P_w^{sum} = 24\,200 \cdot 14,2 = 243\,640$ кг·%;

- Квітень: $P_w^{sum} = 23\,600 \cdot 14,1 = 332\,760$ кг·%;

- Травень: $P_w^{sum} = 24\,400 \cdot 14,0 = 341\,600$ кг·%;

- Червень: $P_w^{sum} = 23\,900 \cdot 13,9 = 332\,210$ кг·%;

- Липень: $P_w^{sum} = 27\,600 \cdot 13,8 = 380\,880$ кг·%;

В загальному суми відсотко-кілограмів вологості по витратах у кожному місяці складуть:

$$P_w^{sum} = \sum_{i=1}^k P_{w.i}^{sum} = 342\,000 + 376\,380 + 378\,000 + 359\,640 + 341\,280 + 358\,560 + 340\,340 + 243\,640 + 332\,760 + 341\,600 + 332\,210 + 380\,880 = 4127290 \text{ кг}\cdot\%$$

Отже, середньозважена вологість сировини по втраті становить:

$$W_{сер.зв.В} = \frac{4127290}{293\,000} = 14,1\%$$

Визначаємо відсоток втрат в масі зерна за рахунок зменшення вологості зерна $M_{\dot{\omega}}$ [21]:

$$M_{\dot{\omega}} = 100 \cdot \frac{W_{сер.зв.П} - W_{сер.зв.В}}{100 - W_{сер.зв.В}} = 100 \cdot \frac{15,5 - 14,1}{100 - 14,1} = 1,63\% \quad (2.5)$$

де $W_{сер.зв.П}$ - середньозважена вологість сировини при приході, %;

$W_{сер.зв.В}$ - середньозважена вологість сировини по витраті, %;

Визначаємо втрату у масі зерна за рахунок зниження вологості M_1 [21]:

$$M_1 = \frac{\sum G_{пр.i} \cdot M_{\dot{\omega}}}{100} = \frac{299\,000 \cdot 1,63}{100} = 4873,7 \text{ кг} \quad (2.6)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 24 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Отже 4873,7 кг – втрата у масі зерна за рахунок зниження вологості зерна.

Визначаємо середньозважену домішку по приходу $C_{сер.зв.П}$ [21]:

$$C_{сер.зв.П} = \frac{P_{c.i}}{\sum G_{пр.i}} \quad (2.7)$$

де $P_{c.i}$ – загальна сума відсотко-кілограмів домішок сировини при приході, кг·%;

$\sum G_{пр.i}$ – загальний прихід сировини, кг.

Щоб визначити середньозважену домішку по приході потрібно обчислити суму відсотко-кілограмів домішки для всіх партій [21]:

$$P_c = G_{пр.i} \cdot C \quad (2.8)$$

Де $G_{пр.i}$ – кількість зерна, що надійшла в і-му місяці, кг;

C – вміст смітної домішки при приході, %.

- Серпень: $P_{с.сер} = 101\,380 \cdot 1,0 = 101\,380$ кг·%;

- Вересень: $P_{с.вер} = 108\,920 \cdot 0,8 = 87\,136$ кг·%;

- Жовтень: $P_{с.жов} = 88\,700 \cdot 0,9 = 79\,830$ кг·%.

В загальному суми відсотко-кілограмів домішки по приході сировини складуть:

$$P_c = \sum_{i=1}^k P_{c.i} = 101\,380 + 87\,136 + 79\,830 = 268\,346 \text{ кг·\%}$$

Отже, середньозважена домішка при приході становить:

$$C_{сер.зв.П} = \frac{268\,346}{299\,000} = 0,897 \approx 0,9\%$$

Визначаємо середньозважену домішку по витраті $C_{сер.зв.В}$ [21]:

$$C_{сер.зв.В} = \frac{P_{c.i}^{вит}}{\sum G_{вит}} \quad (2.9)$$

де $P_{c.i}^{вит}$ – загальна сума відсотко-кілограмів домішок сировини по витраті, кг·%;

$\sum G_{вит}$ – загальна витрата сировини, кг.

Щоб визначити середньозважену домішку сировини по витраті потрібно обчислити суму відсотко-кілограмів домішок при витратах у кожному місяці [21]:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 25 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$P_c^{sum} = G_{sum} \cdot W_1 \quad (2.10)$$

Де G_{sum} – кількість зерна, що була витрачена в і-му місяці, кг;

C_1 – вміст смітної домішки після витрати, %.

- Серпень: $P_c^{sum} = 22\,800 \cdot 0,9 = 20\,520$ кг·%;
- Вересень: $P_c^{sum} = 24\,600 \cdot 0,7 = 17\,220$ кг·%;
- Жовтень: $P_c^{sum} = 25\,200 \cdot 0,8 = 20\,160$ кг·%;
- Листопад: $P_c^{sum} = 24\,300 \cdot 0,7 = 17\,010$ кг·%;
- Грудень: $P_c^{sum} = 23\,700 \cdot 0,6 = 14\,220$ кг·%;
- Січень: $P_c^{sum} = 24\,900 \cdot 0,6 = 14\,880$ кг·%;
- Лютий: $P_c^{sum} = 23\,800 \cdot 0,5 = 11\,900$ кг·%;
- Березень: $P_c^{sum} = 24\,200 \cdot 0,5 = 14\,100$ кг·%;
- Квітень: $P_c^{sum} = 23\,600 \cdot 0,5 = 11\,800$ кг·%;
- Травень: $P_c^{sum} = 24\,400 \cdot 0,4 = 9\,760$ кг·%;
- Червень: $P_c^{sum} = 23\,900 \cdot 0,4 = 9\,560$ кг·%;
- Липень: $P_c^{sum} = 27\,600 \cdot 0,4 = 11\,040$ кг·%;

В загальному суми відсотко-кілограмів домішок по витратах у кожному місяці складуть:

$$P_c^{sum} = \sum_{i=1}^k P_{c.i}^{sum} = 20\,160 + 17\,010 + 14\,220 + 14\,880 + 11\,900 + 14\,100 + 11\,800 + 9\,760 + 9\,560 + 11\,040 = 134\,430 \text{ кг·\%}$$

Отже, середньозважена домішка сировини по втраті становить:

$$C_{сер.зв.В} = \frac{134\,430}{293\,000} = 0,458 \approx 0,46\%$$

Визначаємо відсоток втрат в масі зерна за рахунок зменшення смітної домішки M_c [21]:

$$M_c = (C_{сер.зв.П} - C_{сер.зв.В}) \cdot \frac{(C_{сер.зв.П} - C_{сер.зв.В}) \cdot (100 - M_{\omega})}{100 - C_{сер.зв.В}} \quad (2.11)$$

де $C_{сер.зв.П}$ - середньозважена вологість сировини при приході, %;

$C_{сер.зв.В}$ - середньозважена вологість сировини по витраті, %;

M_{ω} - відсоток втрат в масі зерна за рахунок зменшення вологості, %.

$$M_c = (0,9 - 0,46) \cdot \frac{(0,9 - 0,46) \cdot (100 - 1,63)}{100 - 0,46} = 0,19\%$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 26 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Визначаємо втрату у масі зерна за рахунок зниження домішки M_2 [21]:

$$M_2 = \frac{\sum G_{\text{пр.і}} \cdot M_c}{100} = \frac{299\,000 \cdot 0,19}{100} = 568,1 \text{ кг} \quad (2.12)$$

Отже 568,1 кг – втрата у масі зерна за рахунок зниження смітної домішки зерна.

Визначаємо загальні втрати M [22]:

$$M = M_1 + M_2 = 4873,7 + 568,1 = 5441,8 \text{ кг} \quad (2.13)$$

Одним із найважливіших етапів виробництва борошна пшеничного є складання помольної партії.

Для виробництва борошна було використано тверду і м'яку пшеницю. Склоподібність: твердої пшениці - 85%, м'якої - 55%. Вміст клейковини: твердої – 30%, м'якої - 24%. Склоподібність загальної суміші - 65%, вміст клейковини – 26%. Маса помольної партії - 100 т (або 100%).

Розрахунок помольної партії буде відбуватись такими способами: рішення рівнянь; складання зворотних пропорцій; побудова графіка.

Рішення рівнянь – це спосіб розрахунку помольної партії при якому використовують систему рівнянь. Визначаємо співвідношення компонентів у суміші, а саме вміст твердої пшениці $m_{\text{ТВ}}$ і вміст м'якої пшениці $m_{\text{М}}$ [22]:

$$m_{\text{ТВ}} = \frac{M(X-X_2)}{X_1 - X_2} = \frac{100(65 - 55)}{85 - 55} = 33,3\%, \quad (2.14)$$

$$m_{\text{М}} = M - m_{\text{ТВ}} = 100 - 33,3 = 66,7\% \quad (2.15)$$

де M – маса помольної партії зерна, кг;

X – склоподібність загальної суміші, %;

X_1 – склоподібність твердої пшениці, %;

X_2 – склоподібність м'якої пшениці, %.

Прийmemo $m_{\text{ТВ}} = 33\%$, $m_{\text{М}} = 67\%$, тоді маса кожного компонента становитиме: $m_{\text{ТВ}} = 33\text{т}$, $m_{\text{М}} = 67\text{т}$.

Перевіriamo правильність розрахунку визначенням середньозважених значень склоподібності C і вмісту клейковини K [22]:

$$C = \frac{m_{\text{ТВ}} \cdot X_1 + m_{\text{М}} \cdot X_2}{M} = \frac{33 \cdot 85 + 67 \cdot 55}{100} = 64,9 \approx 65\% \quad (2.16)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 27 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$K = \frac{m_{\text{ТВ}} \cdot Y_1 + m_{\text{М}} \cdot Y_2}{M} = \frac{33 \cdot 30 + 67 \cdot 24}{100} = 25,98 \approx 26\% \quad (2.17)$$

де Y_1 – вміст клейковини у твердій пшениці, %;

Y_2 – вміст клейковини у м'якій пшениці, %.

Отже, дана суміш зерна по склоподібності та вмісту клейковини відповідає висунутим вимогам і може бути рекомендована до переробки.

При розрахунку помольної партії способом складання зворотних пропорцій, кількість зерна кожного складника партії беруть у зворотній пропорції по відношенню до різниці між показниками складників і заданої середньозваженої величини даного показника помольної партії. У таблиці 2.3 наведено розрахунок помольної партії зерна.

Таблиця 2.3 – Розрахунок помольної партії

| Показник | Компонент суміші | | Потрібна партія |
|---|------------------|---------------|-----------------|
| | Тверда пшениця | М'яка пшениця | |
| Склоподібність, % | 85 | 55 | 65 |
| Відхилення склоподібності компонента від заданої | 85-65=20 | 65-55=10 | |
| Розрахункове співвідношення компонентів в партії (частин) | 10 | 20 | 10+20=30 |

Джерело: укладено автором з використанням даних [22].

Отже

$$m_{\text{ТВ}} = \frac{100 \cdot 10}{30} = 33,3 \approx 33\%,$$

$$m_{\text{М}} = \frac{100 \cdot 20}{30} = 66,6 \approx 67\%,$$

Правильність розрахунку визначаємо за середньозваженим значенням скловидності S і клейковини K для отримання помольної партії [22]:

$$S = \frac{33 \cdot 85 + 67 \cdot 55}{100} = 64,9 \approx 65\%$$

$$K = \frac{33 \cdot 30 + 67 \cdot 24}{100} = 25,98 \approx 26\%$$

Для розрахунку методом складання графіка схематично зображають

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 28 |

дві лінії, в їх точці перетину проставляють значення показника для суміші. Зліва у кожному кінці лінії розміщують значення відповідного показника компонента суміші. Знаходять різницю в значеннях показника компонента і суміші, і позначають її справа в кінці лінії. З'єднують горизонтальними лініями результати обчислень з вихідним значенням ознаки компонента. Сума правих чисел дає загальне число частин помольної партії, а кожне праве число – частку компонента [22].

Розрахунок помольної партії, яка складається з твердої в м'якої пшениці буде відбуватись за скловидністю та вмістом клейковини.

Розрахунок помольної партії зерна за скловидністю наведений на рисунку 2.2:

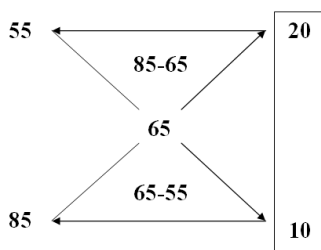


Рисунок 2.2 – Графічний спосіб складання помольної партії за показником скловидності

Джерело: укладено автором з використанням даних [22].

Усього 30 частин. На частку м'якої пшениці зі склоподібністю 55% припадає 20 частин, а на частку твердої пшениці зі склоподібністю 85% - 10 частин. Отже, вміст частин у партії складає:

- М'яка пшениця: $\frac{100 \cdot 20}{30} = 66,6 \approx 67\%$;

- Тверда пшениця: $\frac{100 \cdot 10}{30} = 33,3 \approx 33\%$.

Перевіряємо середньозважену склоподібність суміші:

$$C = \frac{33 \cdot 85 + 67 \cdot 55}{100} = 64,9 \approx 65\%$$

Розрахунок помольної партії зерна за вмістом клейковини наведений на рисунку 2.3.

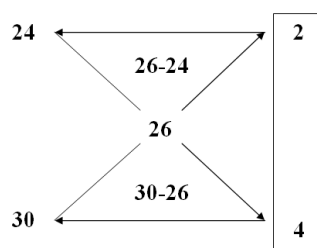


Рисунок 2.3 – Графічний спосіб складання помольної партії за вмістом клейковини

Джерело: укладено автором з використанням даних [22].

Усього 6 частин. На частку м'якої пшениці із вмістом клейковини 24% припадає 2 частини, а на частку твердої пшениці із вмістом клейковини 30% - 4 частин. Отже, вміст частин у партії складає:

- М'яка пшениця: $\frac{100 \cdot 2}{6} = 33,3 \approx 33\%$;

- Тверда пшениця: $\frac{100 \cdot 4}{6} = 66,6 \approx 67\%$.

Перевіряємо середньозважений вміст клейковини у суміші:

$$K = \frac{33 \cdot 30 + 67 \cdot 24}{100} = 25,98 \approx 26\%$$

Отже, проведення розрахунків помольної партії трьома способами дало 100% значення, що вміст м'якої пшениці становить 33%, тобто 33 т, а твердої пшениці – 67%, тобто 67 т.

2.3 Машинно-апаратурна схема виробництва борошна пшеничного

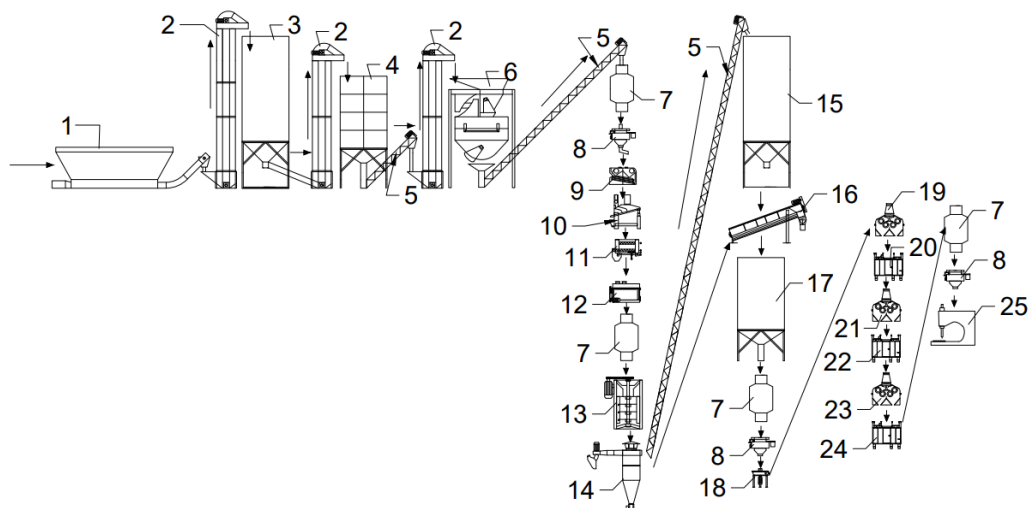


Рисунок 2.4 - Машинно-апаратурна схема виробництва борошна пшеничного: 1 – завальна яма; 2 – норія; 3, 15 – силоси; 4 – проміжний бункер; 5 – шнеки; 6 – бункерна вага; 7 - магнітний сепаратор; 8 – ваговий автоматичний дозатор; 9 – сепаратор повітряно-ситовий; 10 – каменевідбірник; 11 – трієр циліндричний; 12 – дисковий трієр; 13 – вертикальна оббивна машина; 14 – аспіратор; 16 – машина інтенсивного зволоження; 17 - бункер для відволоження зерна; 18 – ентолейтор; 19 – вальцеві верстати 1-го помелу; 20 – розсів 1-го помелу; 21 – вальцеві верстати 2-го помелу; 22 – розсів 2-го помелу; 23 – вальцеві верстати 3-го помелу; 24 – розсів 3-го помелу; 25 – мішкозшивальна машина.

Джерело: розроблено автором.

Після приймання, зерно переміщується до завальної ями 1, з неї за допомогою норій 2 потрапляє до силосів 3.

Зерно зберігається у силосах 3, в них відсутні термодатчики, які можуть контролювати умови середовища в середині силосів 3, тому до такого зберігання застосовуються додаткові заходи для зменшення ризику

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 31 |

утворення невідповідної сировини , а саме: періодичне переміщення зерна між силосами 3, додаткові лабораторні дослідження зерна.

Зерно пшениці з зон зберігання – силосів 3 за допомогою норій 2 поступає в проміжні бункери 4. Із них подається шнеками 5 на норію 2, яка завантажує бункерну вагу 6 для контролю кількості сировини, що надходить на переробку.

За допомогою шнека 5 сировина направляється на очищення. Спершу зерно проходить через магнітний сепаратор 7 для відділення металоманітних домішок і запобігання іскріння. Через ваговий автоматичний дозатор 8 пшениця проходить до повітряно-ситового сепаратора 9, де відбувається сепарування за геометричними показниками сировини – ширина і товщина, з відділеннями відходів II та III категорії, та за аеродинамічними показниками.

Після сепаратора сировина надходить до каменевідбірника 10, де видаляються мінеральні домішки. Ефективність очищення зернової суміші на даному обладнанні повинна становити 98-99%.

Після каменевідбірника 10 пшениця направляється до циліндричного трієра 11 для видалення коротких домішок – кукіль, биті зернівки, і до дискового трієра 12 для видалення довгих домішок - вівсюг, овес, ячмінь.

Від трієрів очищена пшениця потрапляє знову на металоманітний контроль до магнітного сепаратора 7.

Кінцевими етапами очищення зернової суміші є видалення домішок у вертикальній оббивній машині 13 і холодне кондиціювання у аспіраторі 14.

Очищене зерно шнеком 5 переміщається до силосів 15 на тимчасове зберігання до подальшої обробки або одразу направляється на наступний технологічний етап.

Подальший етап підготовки зерна – водотеплова обробка, яка здійснюється на машині для інтенсивного зволоження 16 і відволоження зерна у бункері для відволоженні 17.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 32 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Формування помольної партії зерна проводять після завершення основного етапу водотеплової обробки зерна за розробленою рецептурою помельної партії [19].

Дальше сировина знову проходить через магнітний сепаратор 7 і за допомогою вагового автоматичного дозатора 8 направляється на стерилізацію у ентолейтор 18, це машина ударної дії, тому перед нею сировина повинна пройти металомагнітний контроль для недопущення іскріння.

Наступним технологічним процесом є сортове розмелювання зерна на борошно. Спершу пшениця потрапляє на початковий етап помелу у вальцеві верстати 19, після першого розмелювання продукт просіюється у розсіві 20. Наступні два етап помелу повторюються – це розмелювання 21, 23 і просіювання 22, 24 після кожного помелу. Кінцевим етапом є сепарування борошна у магнітному сепараторі 7, для виявлення металомагнітних домішок. Готове і очищене борошно направляється через ваговий автоматичний дозатор 8 на фасування у мішки. Після розфасовування тара зшивається на мішко зшивальних машинах 25.

2.4 Вибір технологічного обладнання

Обладнання для виробництва борошна пшеничного повинне характеризуватись високим рівнем продуктивності та автоматизації, щоб забезпечити безперервне, менш ресурсозатратне виробництво, яке буде економічно вигідне. Для досягнення таких цілей проводиться технологічний розрахунок продуктивності основного технологічного обладнання, яке використовується для виробництва пшеничного борошна.

Найважливіший процес у виробництві борошна – це розмелювання зерна і його просіювання на різні сорти, тому саме продуктивність вальцевих верстатів і розсівів визначатимуть продуктивність усієї

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 33 |

технологічної лінії. Технологічна продуктивність вальцевих верстатів 1 дранної системи Q_1 [23]:

$$Q_1 = \frac{G - G_{em}}{t_{роб} + t_{\delta}} \frac{80341,3 - 1606,8}{24 + 2} = 3028,25 \text{ кг/год} \quad (2.18)$$

де G - маса сировини, що переробляється на обладнанні за час його роботи, кг;

G_{em} - маса сумарних втрат сировини, що переробляється на обладнанні за час його роботи, кг;

$t_{роб}$ - тривалість роботи обладнання, протягом якої перероблено продукт в кількості G , год;

t_{δ} - додаткові затрати часу на обслуговування обладнання, год.

Знаходимо дійсну продуктивність вальцевих верстатів для першого помелу $Q_{д1}$ [23]:

$$Q_{д1} = Q_1 \cdot \eta = 3028,25 \cdot 0,85 = 2574,01 \text{ кг/год} \quad (2.19)$$

де η - коефіцієнт використання обладнання, ($\eta=0,85$).

Розраховуємо кількість вальцевих верстатів необхідних для першого помелу $n_{п1}$ [23]:

$$n_{п1} = \frac{Q_{д1}}{Q_{в}} = \frac{2574,01}{1000} = 2,6 \approx 3 \quad (2.20)$$

де $Q_{в}$ - продуктивність одного вальцевого верстату, ($Q_{в} = 1000$ кг/год).

Отже, для етапу першого помелу зерна необхідно 3 вальцевих верстати.

Після кожного етапу розмелювання відбувається розсів. Розраховуємо продуктивні розсіву після першого помелу $Q_{роз1}$ [23]:

$$Q_{роз1} = Q_{д1} \cdot 1,1 = 2574,01 \cdot 1,1 = 2831,41 \text{ кг/год} \quad (2.21)$$

Розраховуємо кількість розсівів необхідних для першого розсіювання $n_{р1}$ [23]:

$$n_{р1} = \frac{Q_{роз1}}{Q_{р}} = \frac{2831,41}{1500} = 1,88 \approx 2 \quad (2.22)$$

де $Q_{р}$ - продуктивність одного розсіву, ($Q_{р} = 1500$ кг/год).

Отже, для етапу першого просіювання борошна необхідно 2 розсіви.

Після просіювання на наступний розмел надходить не вся продукція, а частина, через поділ на фракції, певний відсоток з яких відводиться як побічний продукт, тому допускається менша продуктивність наступного розмелу порівняно із попередньою. Розраховуємо продуктивність для етапів другого розмелу Q_2 та другого розсіву $Q_{роз2}$ [23]:

$$Q_2 = Q_{роз1} \cdot a \cdot k = 2831,41 \cdot 0,7 \cdot 1,1 = 2180,2 \text{ кг/год}, \quad (2.23)$$

$$Q_{роз2} = Q_2 \cdot 1,1 = 2180,2 \cdot 1,1 = 2398,22 \text{ кг/год}. \quad (2.24)$$

де a - частка продукту, що йде на наступний технологічний процес, ($a=0,7$);

k – коефіцієнт запасу продуктивності, ($k=1,1$).

Аналогічно розраховуємо продуктивність для етапів третього розмелу Q_3 та третього розсіву $Q_{роз3}$ [23]:

$$Q_3 = Q_{роз2} \cdot a \cdot k = 2398,22 \cdot 0,7 \cdot 1,1 = 1846,6 \text{ кг/год}, \quad (2.25)$$

$$Q_{роз3} = Q_3 \cdot 1,1 = 1846,6 \cdot 1,1 = 2031,26 \text{ кг/год}. \quad (2.26)$$

Розраховуємо кількість вальцевих верстатів і розсівів необхідних для другого помелу $n_{п2}$ і другого розсіву $n_{р2}$ [23]:

$$n_{п2} = \frac{Q_2}{Q_B} = \frac{2180,2}{1000} = 2,2 \approx 2 \quad (2.27)$$

$$n_{р2} = \frac{Q_{роз2}}{Q_p} = \frac{2398,22}{1500} = 1,6 \approx 2 \quad (2.28)$$

Отже, для етапів другого розмелу і другого розсіву необхідно по дві одиниці кожного обладнання.

Проводимо розрахунок кількості вальцевих верстатів та розсівів для третього помелу $n_{п3}$ і третього розсіву $n_{р3}$ [23]:

$$n_{п3} = \frac{Q_3}{Q_B} = \frac{1846,6}{1000} = 1,8 \approx 2 \quad (2.29)$$

$$n_{р3} = \frac{Q_{роз3}}{Q_p} = \frac{2031,26}{1500} = 1,4 \approx 1 \quad (2.30)$$

Отже, для третього розмелу необхідно два вальцевих верстати, а для третього розсіву 1 розсів.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 35 |

Таблиця 2.4 – Дані про обране для технологічної лінії виробництва борошна пшеничного технічне обладнання

| Назва обладнання | Кількість одиниць обладнання, шт | Продуктивність, кг/год | Марка/тип обладнання | Габаритні розміри, мм | | | Площа, м ² |
|--------------------------------|----------------------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|--------|--------|-----------------------|
| | | | | Довжина (діаметр) | ширина | висота | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Завальна яма | 2 | - | KMZ Industries | 12100 | 4000 | - | 48,4 |
| Норія | 3 | 100000 | НЦ-100 | 16000 | 12000 | - | 2 |
| Силос для неочищеного зерна | 3 | - | KMZ Industries | 5470 | - | 6900 | 23,5 |
| Проміжний бункер | 2 | - | БЗ-10 | 2800 | - | 5500 | 6 |
| Шнек | 3 | - | ТСШ-200 | 2000 | - | - | 2 |
| Бункерна вага | 1 | До 50000 | ДН-1000 | 1500 | 1200 | 2500 | 2 |
| Магнітний сепаратор | 4 | До 50000 | У1-БММ | 800 | 600 | 500 | 0,5 |
| Ваговий автоматичний дозатор | 3 | До 7000 | ДВП-50 | 1500 | 840 | 1320 | 1,3 |
| Сепаратор повітряно-ситовий | 1 | 100000 | БСХ-100 | 2600 | 1800 | 2500 | 4,7 |
| Каменевідбірник | 1 | 100000 | РЗ-БКТ-100 | 2200 | 1700 | 1900 | 3,7 |
| Трієр циліндричний | 1 | 6000 | А9-УТК-6 | 3200 | 1200 | 1800 | 3,8 |
| Дисковий трієр | 1 | 9000 | А9-УТО | 2800 | 1600 | 2200 | 4,5 |
| Вертикальна оббивна машина | 1 | 6000 | РЗ-БМО-6 | 1450 | 1200 | 2500 | 1,7 |
| Аспіратор | 1 | 6000-12000 | РЗ-БАБ | 1800 | 1200 | 2600 | 2,2 |
| Силос для очищеного зерна | 2 | - | СМВУ-150 | 6000 | - | 9000 | 28,3 |
| Машина інтенсивного зволоження | 1 | До 10000 | А1-БШУ-1 | 1700 | 700 | 1400 | 1,2 |
| Бункер відволоження зерна | 3 | - | БВ-30 | 3500 | - | 8000 | 9,6 |
| Ентолейтор | 1 | 7000 | РЗ-БЕЗ | 1200 | 900 | 1400 | 1,1 |
| Вальцеві верстати 1-го помелу | 3 | 2574,01 | А1-БЗН | 1500 | 1400 | 1800 | 2,1 |
| Розсів 1-го помелу | 2 | 2831,41 | РЗ-БРБ | 2200 | 1800 | 2600 | 4 |

Продовження таблиці 2.4

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-------------------------------|---|---------|----------|------|------|------|-----|
| Вальцеві верстати 2-го помелу | 2 | 2180,2 | A1-БЗ-2Н | 1500 | 1350 | 1800 | 2 |
| Розсів 2-го помелу | 2 | 2398,22 | РЗ-БРБ | 2200 | 1800 | 2600 | 4,0 |
| Вальцеві верстати 3-го помелу | 2 | 1846,6 | A1-БЗ-2Н | 1500 | 1300 | 1800 | 2 |
| Розсів 3-го помелу | 1 | 2031,26 | РЗ-БРБ | 2200 | 1800 | 2600 | 4 |
| Мішкозашивальна машина | 1 | - | GR35-2 | 350 | 250 | 300 | 0,2 |

Джерело: розроблено автором.

2.5 Висновки до розділу 2

1. У даному розділі описано технологію виробництва борошна пшеничного, розроблена технологічна схема, в якій чітко зображено основні технологічні етапи переробки сировини в борошно.

2. Виконано розрахунок втрат пшениці під час зберігання, за рахунок зменшення вологості і сміттевої домішки, також розраховувалась помольна партія зерна, яка складається із двох компонентів – м'якої і твердої пшениці.

3. Розроблена машинно-апаратна схема, на якій зображено все технологічне обладнання, яке використовується для виробництва борошна пшеничного.

4. Був проведений вибір обладнання шляхом розрахунку його продуктивності. Розрахунок проводився для обладнання, яке використовується при помелі, а саме вальцеві верстати та розсів.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 37 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

3 БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок площ виробничих та складських приміщень виробництва борошна пшеничного

Для проектування виробництва борошна пшеничного потрібно прорахувати площі приміщень. Спершу визначимо, яка площа буде відведена на виробничо-технологічне відділення млина. Виробництва борошна пшеничного складається із шести поверхів. Прорахунок площ буде відбуватися для кожного поверха окремо, використавши формулу:

$$F_i = k \cdot f_i \quad (3.1)$$

де k – спеціальний коефіцієнт, що відповідає за врахування величини ширини тих проходів, які служитимуть для пересування людського та інших потоків на i -му поверсі;

f_i – розрахункова сума площ розміщення обладнання на i -му поверсі, без зауважень необхідної для його площі, m^2 . Дані, використані для розрахунку, містяться в табл. 2.4 ($f_6=10,2 m^2$; $f_5=16,9 m^2$; $f_4=30 m^2$; $f_3=17,2 m^2$; $f_2=20,5 m^2$; $f_1=1,5 m^2$)

$$F_6 = 8,8 \cdot 10,2 = 89,76 m^2;$$

$$F_5 = 8,8 \cdot 16,9 = 148,72 m^2;$$

$$F_4 = 8,8 \cdot 30 = 264 m^2;$$

$$F_3 = 8,8 \cdot 17,2 = 151,2 m^2;$$

$$F_2 = 8,8 \cdot 20,5 = 180,4 m^2;$$

$$F_1 = 8,8 \cdot 1,5 = 13,2 m^2;$$

Загальна площа виробничо-технологічного відділення розраховується як сума площ всіх поверхів:

$$\begin{aligned} F_{\text{заг}} &= \sum_{i=1}^k F_{\text{заг } i} = 89,76 + 148,72 + 264 + 151,2 + 180,4 + 13,2 = \\ &= 847,28 m^2 \end{aligned} \quad (3.2)$$

Оскільки пшеничний плин – це багатоповерхова споруда, то габарити

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 38 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

будівлі приймали за найбільш навантаженим поверхом, а саме 264 м².

Загальна площа млина:

$$F = F_4 \cdot 6 = 264 \cdot 6 = 1584 \text{ м}^2 \quad (3.3)$$

Отже, площа млина 1584 м², з яких 847,28 м² – це виробничо-технологічного відділення. Вся інша площа буде розподілена між приміщеннями для зберігання готової продукції, побутовими приміщеннями, а також приміщеннями, що не потребують проведення розрахунків.

Для прорахунку площ відведених на побутові приміщення, необхідно зауважити число робітників та встановлені норми для кожного з них (2 м²):

$$F_{\text{поб}} = 2 \cdot n = 2 \cdot 7 = 14 \text{ м}^2 \quad (3.4)$$

де n – число осіб, що є робітникам виробництва пшеничного борошна.

Візьмемо до уваги, що побутові приміщення повинні мати зону для гігієни персоналу та прийому їжі. Враховуючи ці моменти, приймемо загальну площу для побутових приміщень у розмірі 50 м².

Розрахуємо площі складу готової продукції за формулою:

$$F_{\text{скл.г.п}} = \frac{G_{\text{зап}}}{q_{\text{ср}} \cdot k_{\text{п}}} = \frac{5000}{600 \cdot 0,5} = 16,67 \text{ м}^2 \quad (3.5)$$

де $G_{\text{зап}}$ - маса запасу борошна на складі;

$q_{\text{ср}}$ - встановлений показник для маси борошна, що буде розміщене в даному складі на 1 м² його площі;

$k_{\text{п}}$ – коефіцієнт, що враховує проходи.

Приймемо величину площі, відведеної для складу зберігання борошна пшеничного, у розмірі 20 м².

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 39 |

3.2 Розробка плану виробництва борошна пшеничного з розташуванням технологічного обладнання

Планування виробництва пшеничного борошна з розташуванням у ньому технологічного обладнання відбувається з метою створення логічної технологічної лінії. При цьому варто враховувати напрями рухів сировини, персоналу, проміжних продуктів, відхотів та готової продукції. Важливим моментом є необхідність забезпечення безпечних умов праці, дотримання санітарних вимог, мінімізація виникнення пожежі і зручність проведення технічного обслуговування обладнання.

Млин, що проектується є вертикальним виробництвом, що складається із шести поверхів. Така конструкція є енергозощадливою та найбільш ефективною при виробництві борошна. Технологічне обладнання розташоване в порядку проведення технологічних операцій.

Шостий і п'ятий поверхи призначені для очищення сировини, де встановлені сепаратори, трієри, каменевідбірник, аспіратор, оббивна машина. На четвертому поверсі відбувається водотеплова обробка зерна на машині інтенсивного зволоження, а також на даному поверсі передбачене розміщення бункерів для відволоження зерна.

На третьому поверсі відбувається стерилізація зерна, і розташовується обладнання для першого розмелу і розсіву. Другий поверх призначений для другого та третього помелу і розсівів продуктів розмелювання.

На першому поверсі знаходяться ділянки дощування, фасування борошна у мішки, склад готової продукції, побутові приміщення і лабораторія.

Машинно-апаратурна схема та план з розміщення обладнання наведено у додатках (рисунок Б.1, рисунок Б.2).

Під час планування млина було враховано санітарно-гігієнічні вимоги до потоковості, забезпечено вільний доступ до обладнання для його

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 40 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

очищення, огляду або ремонту.

Під час нанесення обладнання на план було враховано його габаритні розміри, призначення та розташування відносно інших машин і технологічних процесів.

Так як в попередньому пункті розділу були виконані відповідні розрахунки величин площ для частини приміщень, то винесемо їх разом з рештою в таблицю 3.1. При цьому для приміщень, які не потребували проведення розрахунків приймемо стандартні величини їх площ.

Таблиця 3.1 – Дані про розміщенні у виробництві борошна пшеничного приміщення і їх площі

| № з/п | Найменування приміщення | Тип показника | Площа виражена в м ² |
|-------|-------------------------------------|---------------|---------------------------------|
| 1 | Млин | розрахований | 1584 |
| 2 | Виробничо-технологічне відділення | розрахований | 847,28 |
| 3 | Побутове приміщення | розрахований | 50 |
| 4 | Склад готової продукції | розрахований | 16,67 |
| 5 | Склад матеріалів і тари | Згідно норм | 40 |
| 6 | Лабораторія | Згідно норм | 18 |
| 7 | Операторська | Згідно норм | 15 |
| 8 | Електрощитова | Згідно норм | 10 |
| 9 | Приміщення аспіраційного обладнання | Згідно норм | 18 |

Джерело: розроблено автором.

3.3 Висновки до розділу 3

1. В даному розділі було проведено розрахунок площ виробничо-технологічного відділення млина, складських і побутових приміщень, згідно із чинними нормами. Також прораховувались площі усього млина із запасом для проведення технічних робіт, пересування персоналу тощо.

2. Розроблено план виробництва із розміщенням обладнання, позначенням приміщень та площ.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 42 |

4 ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ЯКІСНОГО ТА БЕЗПЕЧНОГО ХАРЧОВОГО ПРОДУКТУ

4.1 Технохімічний та мікробіологічний контроль

Головною метою кожного виробництва є виготовлення безпечного і якісного продукту, який буде забезпечувати потреби споживачів. Саме тому виробники проводять технохімічний та мікробіологічний контроль, що дозволяє перевірити чи відповідає продукція встановленим вимогам.

Перевірка борошна на відповідність показникам безпечності та якості відбувається відповідно до ГСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне. Технічні умови» [1].

Для виготовлення безпечного і якісного продукту контроль повинен відбуватись на всіх етапах технологічного процесу – починаючи від приймання сировини і до зберігання, і перевезення готового розфасованого пшеничного борошна.

Аналіз сировини відбувається при прийманні її на підприємство. Зерно контролюється за такими показниками як: натура, скловидність, вологість, зернова домішка, смітна домішка, масова частка білка у перерахунку на суху речовину, масова частка сирової клейковини, якість клейковини, число падіння, запах, зараженість шкідниками.

Дослідження цих показників може відбуватись різними способами, тобто деякі контролюються під час прийому сировини, інші – після приймання продукту на виробництво. Аналіз проводиться як і власними силами, для цього передбачено лабораторію, так і зовнішніми органами, а саме зовнішньою незалежною акредитованою лабораторією.

Від відповідності пшениці встановленим вимогам залежить подальша якість борошна. Проведення контролю зерна відбувається відповідно до нормативної документації [11,16].

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 43 |

Під час переробки сировини і виробництва борошна необхідно контролювати кожен технологічний етап для того, щоб забезпечити виробництво продукції відповідної якості. Цей процес може відбуватись за допомогою встановлення датчиків на обладнанні, які аналізують режим роботи. А також технологія виробництва борошна пшеничного включає в себе ретельне очищення продукту від рідних домішок та забруднень.

Готове борошно проходить контроль за фізико-хімічними та мікробіологічними показниками у лабораторії. Розфасована продукція аналізується на відповідність пакування, важливо, щоб упаковка була ціла і відповідала вимогам, етикетка – читабельна, і оформлена відповідно до законодавства [24].

4.2 Контроль якості та безпеки борошна пшеничного відповідно до вимог НАССР

В сучасних умовах виробництва харчових продуктів велика увага приділяється безпеці продукції. На теперішній час найефективнішим інструментом забезпечення виробництва продукції, яка не несе ризиків для споживачів є система НАССР. Цей процес відбувається шляхом аналізу ризиків та виявлення небезпечних чинників, а також контролю критичних точок. Відповідно до Закону України «Про основні принципи та вимоги до безпеки та якості харчових продуктів» № 771/97-ВР, система НАССР є обов'язковою для всіх операторів ринку харчових продуктів відповідно до законодавства України [25].

Однак, система НАССР має певні недоліки, які включають потребу додаткових технічних, людських та матеріальних ресурсів, що можуть спровокувати подорожчання продукції, додаткових організаційних зусиль та ресурсів, можлива зміна виробничої організації та логістичних шляхів [26].

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 44 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України від 01.10.2012 № 590 [27] виділено 13 обов'язкових програм-передумов. Вони описують загальні умови на виробництві, встановлюють вимоги та правила, які не допускають утворення небезпечних факторів. При виконанні вимог програм-передумов, більшість небезпечних факторів не може виникнути і тоді зменшується кількість ККТ, адже додатковий контроль просто не потрібний.

Програми-передумови контролюють такі процеси як: планування приміщень; стан території, приміщень, обладнання, калібрування; стан інженерних комунікацій; безпечність води, а також інших матеріалів, що контактують з харчовими продуктами; процедура прибирання; гігієна персоналу; поводження з відходами; боротьба зі шкідниками; зберігання та використання токсичних сполук; контроль постачальників та закупівля; зберігання і транспортування; контроль технологічних процесів; маркування продуктів та інформування споживачів

Вимоги, що описуються в цих 13 документах унеможливають перехресне забруднення – забруднення безпечного продукту біологічним, фізичним або хімічним чинником. В програмах-передумовах описуються різні процеси, що дозволяють забезпечити виробництво безпечного продукту на всіх етапах технологічних процесів без додаткового контролю.

Підтвердженням того, що вимоги системи НАССР, які описані в програмах-передумовах, виконуються є записи в журналах, чек-листах та інших документах, де ставляться підписи відповідальних за цей процес осіб.

Врахувавши впроваджені програми-передумови проводиться аналіз тих ризиків, які неможливо проконтролювати чи мінімізувати під час виробництва, тому для них встановлюється додатковий контроль.

До біологічних ризиків віднесено можливість патогенних мікроорганізмів розмножуватись та поширюватись. Це може виникнути через присутність таких мікроорганізмів у сировині або через недотримання

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 45 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

правил гігієни персоналом.

Хімічні небезпеки можуть виникнути через забруднення продукції мийними та дезінфекційними засоби, пестицидам, отрутою для шкідників тощо. Цей ризик виникає через недостатню компетентність персоналу в правилах поводження із хімікатами.

До фізичних небезпечних чинників віднесено ризик потрапляння сторонніх предметів до борошна. Сторонніми предметами можуть бути металічна стружка.

Харчовий продукт вважається небезпечним, якщо в ньому міститься щонайменше одна небезпечна речовина. Забруднення може відбутись під час виробництва, реалізації, пакуванні, зберіганні, транспортуванні продукції, тобто на всіх етапах технологічного процесу [28].

Для того, щоб провести аналіз небезпечних факторів потрібно розробити методику визначення ймовірності виникнення небезпечного фактора та серйозності його впливу на здоров'я споживача. На основі методики провести оцінювання ризиків. Для кожного показника встановлено трирівневу шкалу, що дозволяє об'єктивно оцінити потенційний ризик.

Рівень ризику визначається шляхом множення значення ймовірності на серйозність. Таким чином це дозволяє кількісно оцінити небезпеку кожного фактора та визначити необхідність впровадження контрольних заходів.

Шкала оцінювання ймовірності виникнення небезпечних факторів та серйозність їх впливу представлена у Додатках (таблиця В.1 та В.2).

Ризики з високим рівнем обов'язково повинні контролюватись, і у випадку відсутності заходів для їх усунення – визначались як контрольні критичні точки. Матрицю оцінювання ризику наведено у додатках (таблиця В.3).

Аналіз небезпечних факторів представлено у додатках (таблиця В.4).

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 46 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Аналіз проводиться для кожного етапу технологічного процесу, що зображено на рисунку 2.1 – Технологічна схема виробництва борошна пшеничного.

Для кожного ідентифікованого небезпечного фактора за Деревом рішень, яке наведено у додатках (рисунок В.1), проводився аналіз можливості його контролю, усунення або зниження до прийняттого рівня на наступних етапах виробництва. Критичною контрольною точкою є етап, на якому ризик має високий рівень, відсутні подальші етапи, які можуть усунути небезпеку і є чіткі критичні межі та методи контролю. У всіх інших випадках ризик не потребує додаткових заходів контролю.

У результаті проведеного аналізу було визначено такі ККТ: контроль домішок металу у останньому магнітному сепараторі.

Металомагнітна домішка може потрапити в продукт на будь-якому етапі виробництва через зношеність обладнання, вона несе серйозні ризики для споживачів, це як і харчові отруєння, так і пошкодження травної системи. Але через відсутність наступних етапів очищення і контролю домішок після магнітного сепарування, що знаходиться на технологічному етапі № 19 було встановлено, що саме цей етап у технологічному процесі виробництва борошна є контрольною критичною точкою.

На основі визначених критичних контрольних точок було розроблено план НАССР, який включає встановлення критичних меж, процедур моніторингу, коригувальних дій та системи документування.

На основі параметрів технологічного процесу та нормативних вимог були визначені критичні межі.

Моніторинг ККТ включає в себе періодичний контроль параметрів процесу відповідальними особами із фіксацією результатів.

Фіксація результатів, документування та ведення записів необхідні, для того щоб контролювати технологічні процеси. Фіксація даних є доказом того, що система НАССР впроваджена [29].

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 47 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

У випадку відхилення від критичних меж розроблено коригувальні дії, спрямовані на усунення причин невідповідності та недопущення потрапляння небезпечного продукту до споживача. До них належать ремонт та очищення обладнання, навчання персоналу, збільшення частоти контролю металомагнітної домішки, встановлення додаткових магнітних установок, додаткове очищення зерна.

Розроблений план НАССР зображений у додатках (таблиця В.5).

4.3 Висновки до розділу 4

1. У даному розділі було проведення обґрунтування необхідності технохімічного контролю на виробництві, його впровадження на всіх етапах і описано способи його впровадження.

2. У другому пункті було описано значення системи НАССР на борошномельному виробництві. Створені школи оцінювання ймовірності і серйозності небезпечних факторів, а також матриця оцінювання ризику. Дані додатки були застосовані для проведення аналізу небезпечних факторів. За результатами аналізу і за допомогою дерева рішень було встановлено ККТ і розроблено план НАССР.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 48 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

5 ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Екологізація виробництва

На кожному з етапів виробництва борошна пшеничного виникають фактори, що можуть впливати як на навколишнє середовище, так і на умови праці персоналу. Основними видами такого впливу є пилові викиди та викиди парникових газів, утворення відходів, стічні води, шумове навантаження, а також значне споживання енергоресурсів. У процесі переробки пшениці на борошно утворюється значний обсяг побічних продуктів і відходів. Їх прийнято класифікувати залежно від вмісту зерна. До першої категорії належать відходи із вмістом зерна 10–30% та білий пил оббивних машин. Друга категорія включає відходи з вмістом зерна 2–10% і сірий пил. Третя категорія – це відходи, у яких частка зерна не перевищує 2%, а також аспіраційний і оббивний (чорний) пил. Відходи перших двох категорій можуть використовуватися як кормова сировина, тоді як відходи третьої категорії для цього непридатні. Контроль їх кількості та складу є обов'язковим елементом виробничого процесу [30].

Під час експлуатації млинів та зерносушарок, виконання супутніх операцій відбувається пиловиділення. У навколишнє середовище надходить «пил зерновий», який має органічний та алергенний характер. Органічні частки у складі пилу зумовлюють його вибухонебезпечність.

Наступним фактором впливу борошномельних підприємств, який формується при зберіганні, сушінні, кондиціюванні зерна та його подальшому помелі в результаті значного споживання електричної енергії – вуглецевий слід. До підвищених енерговитрат, а отже і зростання викидів парникових газів, призводить застаріле та енергетично неефективне обладнання більшості борошномельних підприємств в країні. В Україні оновлення борошномельної галузі відбувається досить повільно порівняно

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 49 |

з європейською практикою впровадження енергоощадних технологій. Причиною є обмежені фінансові ресурси та воєнні ризики. Як результат, підприємства залишаються енергоємними, що не лише збільшує вуглецевий слід, а й робить їх залежними від змін цін на енергоносії. У складних умовах блекуатів іноді змушено використовуються менш екологічні джерела енергії.

Частина технологічних процесів породжують стоки з підвищеним вмістом органічних речовин та зважених твердих частинок. Мова йде про миття обладнання, охолодження, видалення залишків продукту тощо.. Потрапляння неочищених стоків у місцеві водні об'єкти та ґрунти впливає на якість води та біорізноманіття.

Відходи борошномельного виробництва можуть створювати проблеми при неналежному управлінні (загнивання органіки, шкідники, запахи). Невпорядковане складування і зберігання відходів підвищує ризики забруднення ґрунтів, поширення шкідників та виникнення біогазових емісій [31].

Ключовий напрям зниження негативного впливу виробництва борошна є боротьба з пиловиділенням, для чого застосовують аспіраційні та фільтраційні системи, що дозволяють зменшити локальні та більш масштабні викиди пилу.

Відходи борошномельного виробництва можуть бути цінним ресурсом. Частина відходів придатна для повторного використання, наприклад у вигляді кормів, біопалива або добрив. В Україні ситуація з утилізацією таких відходів нерівномірна: великі підприємства зазвичай знаходять способи використання побічних продуктів, тоді як малі часто не мають для цього достатніх можливостей.

Висівки є основним побічним продуктом помелу. У світовій практиці їх широко застосовують як кормову добавку, компонент комбікормів або сировину для виробництва біопалива і добрив. В Україні існують приклади

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 50 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

ефективного використання висівок, однак такі підходи поширені нерівномірно: великі підприємства активно їх використовують, тоді як малі – часто просто накопичують або утилізують без системи.

Кормовий зернопродукт, пшеничні висівки, мучка кормова, пшеничний зародок і житні висівки раніше майже повністю використовувалися як корм. Нині ситуація дещо змінилася: до 15% пшеничних висівок застосовується у хлібопеченні та як дієтичний продукт. Також вони використовуються для виробництва харчових продуктів (дієтичних висівок і зародкових пластівців).

Для ефективного функціонування виробництво повинне прагнути не лише постійного збагачення, а й розвитку. Постійний розвиток можливий при правильному розставленні пріоритетів та цілей. Цілі сталого розвитку на борошномельному виробництві невід’ємна частина, адже вони забезпечують раціональну роботу виробництва, а це можна віднести до цілі № 12 – Відповідальне споживання та виробництво. Саме ця ціль показує наскільки підприємство працює ефективно. Адже млини одні із небагатьох виробництв харчової промисловості де відходи використовуються для інших технологічних процесів як сировина або йдуть в реалізацію як готова продукція, а це свідчить про безвідходне виробництво і максимально раціональне використання сировини і проміжних продуктів.

Ціль №9 – Промисловість, інновації та інфраструктура теж має велике значення для млинів. В сучасному світі млини це надзвичайно потужні підприємства, де використовується найновітніше обладнання і крім того, промисловість постійно оновлюється, створюються нові способи та види помелу, очистки зерна, складання рецептур.

Завдяки провадженню системи НАССР виконується ціль №3 міцне здоров’я та добробут. На млинах забезпечується виробництво безпечного та якісного продукту, який не шкодить життю чи здоров’ю споживачів.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 51 |

5.2 Організація охорони праці на виробництві пшеничного борошна

Небезпека борошняного і зернового пилу проявляється у негативному впливі на довкілля та умови праці. Потрапляючи у повітря пилові аерозолі знижують його якість, при тривалому контакті можуть викликати захворювання органів дихання та алергічні реакції як у працівників, так і у людей, що проживають поруч із підприємством.

З точки зору впливу на організм людини пил, що утворюється на зернопереробних підприємствах, відноситься до 4 класу небезпеки (малонебезпечний). Незважаючи на це, його вміст у повітрі необхідно регулярно контролювати.

Для зменшення впливу пилу на працівників необхідно використовувати засоби індивідуального захисту (респіратори та спеціальний одяг). Стандартний комплект спецодягу для працівників зернопереробних підприємств включає бавовняний костюм із пилонапроникної тканини, захисний шолом, кирзові чоботи, комбіновані рукавиці, нарукавники, непромокальний фартух і респіратор. У холодний період при роботі в неопалюваних приміщеннях додатково використовують утеплену бавовняну куртку та штани.

Додатковим фактором впливу на виробниче середовище є шум, який виникає під час роботи обладнання та руху вантажного транспорту. Це може призводити до підвищеного шумового навантаження як у виробничих приміщеннях, так і на прилеглих територіях і може порушувати вимоги Державних санітарних норм виробничої загальної та локальної вібрації ДСН 3.3.6.039-99 і Санітарних норм виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 3.3.6.037-99 [32, 33].

Для зменшення впливу вібрації та шуму обладнання, яке працює з перевищенням нормативних значень (електродвигуни, вентилятори тощо),

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 52 |

рекомендується встановлювати його на окремих шумоізолюючих фундаментах або підставках, ізольованих від підлоги та конструкцій будівлі. Додатково застосовують звукопоглинальні матеріали для зменшення відбиття шуму від стін, стель і поверхонь обладнання.

У процесі експлуатації обладнання важливо не допускати його роботи вхолосту – такий режим може призводити до утворення вибухонебезпечних пилоповітряних сумішей, що значно підвищує ризики аварійних ситуацій.

Серйозну небезпеку також становить статична електрика. Вона накопичується на металевих елементах обладнання під час переміщення та подрібнення зернопродуктів. У результаті можуть виникати електричні поля з напругою до 50000 В. З цієї причини все обладнання, включаючи аспіраційні та пневмотранспортні системи, обов'язково має бути заземлене.

Додатковим профілактичним заходом є підтримання оптимальної вологості повітря у виробничих приміщеннях. Тому поряд із контролем запиленості необхідно регулярно перевіряти вологість повітря і, за можливості, забезпечувати його зволоження [30].

5.3 Висновки до розділу 5

1. У першому пункті було визначено фактори, що впливають на екологічний стан виробництва борошна, а також запропоновано способи усунення цих факторів або зменшення ризику до мінімального рівня. Були представлені цілі сталого розвитку, які практично можна застосувати на виробництві.

2. У другому пункті описано фактори, що завдають найбільшої шкоди персоналу, запропоновано методи охорони праці, щоб забезпечити відповідно умови праці на підприємстві.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 53 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Завданням кваліфікаційної роботи було розроблення проекту цеху з виробництва борошна пшеничного. Під час написання роботи завдання виконано в повній мірі.

2. У першому розділі описано асортимент продукції, представлено якісні показники борошна, охарактеризовано сировину, її види та будову. Прораховано річну продуктивність млина.

3. У другому розділі описано технологію виробництва борошна пшеничного, а також розроблено технологічну схему. Проведено розрахунки втрат сировини під час зберігання і розрахунок помольної партії, що є важливим етапом при виробництві борошна, який проводиться перед помелом. Підібрано основне технологічне обладнання шляхом розрахунків його потужності та кількості. На основі цих розрахунків створена машинно-апаратна схема виробництва борошна пшеничного.

4. У третьому розділі виконано розрахунки площ виробництва, а саме всього млина та окремо кожного приміщення, крім тих, що не потребують розрахунків і кожного поверху. На основі цих даних був створений план виробництва з розміщенням обладнання і експлікацією для нього.

5. Під час написання четвертого розділу було описано методи технохімічного і мікробіологічного контролю, який відбувається під час виробництва продукції. Проведено аналіз небезпечних факторів при виробництві борошна пшеничного і створений план НАССР.

6. П'ятий розділ описує негативний вплив від виробництва на навколишнє середовище і персонал та способи мінімізації або уникнення цього. Також приділено увагу охороні праці на млині та описано заходи, які необхідні для безпечної роботи персоналу.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 54 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ГСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне. Технічні умови. [Чинний від 2000-20-017]. Вид. офіц. Київ : Міністерство агропромислового комплексу України, 1999. 12 с.

2. Жигунов Д.О., Ковальова В.П., Мороз А. І. Визначення показників якості борошна з різних систем технологічного процесу при сортовому помелі пшениці // Зернові продукти і комбікорми. 2017. № 3. С. 30–31.

3. Види і сорти борошна. URL: //baker-group.net/bread-and-bakery-products/technology-of-bread-and-bakery-products/types-and-varieties-of-flour.html?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 20.04.2026).

4. Жигунов Д.О., Волошенко О.С., Хренжий Н.В., Марченко Д.Ф. Питання якості цільнозмеленого борошна з зерна пшениці та жита // Збірник тез доповідей Одеса, 2022. С. 10.

5. Михонік Л. А., Черкас О. І, Ситниченко Т. О., Лебеденко Т. Є., Хомич Г. П. Дослідження технологічних властивостей різних видів пшеничного цільнозернового борошна // Наукові праці НУХТ. 2024. Т. 30, № 4.

6. Корженівська А. О., Даниленко С. Г. Дослідження технологічних властивостей житнього та пшеничного борошна // Здоров'я людини і нації. 2024. № 2. С. 16–24. DOI: 10.31548/humanhealth.2.2024.16.

7. ДСТУ EN 768:2005 Мішки для транспортування продовольства. Мішки з бавовняної тканини з вкладкою. [Чинний від 2007-08-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2006.

8. ДСТУ 7796:2015 Мішки паперові. Технічні умови. [Чинний від 2016-04-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 14 с.

9. ДСТУ EN 1086:2005 Мішки для транспортування продовольства. Рекомендації щодо вибору типу мішка та вкладки залежно від продукції, що підлягає пакуванню. [Чинний від 2008-01-01]. Вид. офіц. Київ :

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 55 |

Держспоживстандарт України, 2006.

10. Орехівський В.Д., Кривенко А.І., Почколіна С.В. Якість зерна пшениці озимої за різних систем основного обробітку ґрунту у сівозмінах південного степу України // Наукові доповіді НУБіП України. 2021. № 6 (94).

11. ДСТУ 3768:2019 Пшениця. Технічні умови. [Чинний від 2019-06-10]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 19 с.

12. Основні сорти та різновиди пшениці веб-сайт. URL: <https://blog.glendeal.com/ua/blog/osnovni-sorty-ta-riznovydy-pshenyczi/> (дата звернення: 21.04.2026).

13. Кучинський Д.В., Насіковський В.А. Відмінності розмелу зерна пшениці різного за консистенцією // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Київ, 2025.

14. Гніцевич В.А., Никифоров Р.П., Слащева. Харчові технології. Технологія продуктів рослинного походження: навч. посібник. Кривий Ріг : ДонНУЕТ, 2021. 267с.

15. Дударев І.М., Панасюк С.Г. (уклад.). Кваліфікаційна робота бакалавра : методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Харчові технології» галузі знань 18 Виробництво та технології спеціальності 181 Харчові технології денної та заочної форм навчання. Луцьк : ЛНТУ, 2026. 37 с.

16. ДСТУ ГОСТ 10840:2019 (ГОСТ 10840–2017, IDT) Зерно. Методи визначення природи. [Чинний від 2019-06-10]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 11 с.

17. Склад чи силос: переваги і недоліки різних типів зерносховищ. веб-сайт. URL: <https://www.cherk-consumer.gov.ua/hromadianam/upravlinnia-fitosanitarnoibezpeky/novyny-upravlinnia-fitosanitarnoi-bezpeky/3691-sklad-chi-silos-perevagi-inedoliki-riznikh-tipiv-zernoskhovishch> (дата звернення

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 56 |

27.04.2026).

18. Ольховський В.О., Дударев І.М. Способи сепарування та сепаратори зернової маси // Сільськогосподарські машини. 2021. Вип. 47. С. 102–112. DOI: 10.36910/acm.vi47.655.

19. Перегуда М.А., Харченко Є.І. Технологія борошномельного виробництва : конспект лекцій для студ. напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія» спец. «Технологія зберігання та переробки зерна» всіх форм навчання. Київ : НУХТ, 2011. 80 с.

20. Трибрат Р.О., Самойленко М.О. Методичні рекомендації для виконання практичних робіт здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Харчові технології» спеціальності 181 «Харчові технології» денної форми здобуття вищої освіти. Миколаїв, 2023. 64 с.

21. Налобіна О.О. Методичні вказівки до практичних занять з навчальної дисципліни «Технологія вирощування та переробки сільськогосподарської продукції» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня освіти за спеціальністю 208 «Агроінженерія» денної та заочної форм навчання. Рівне : НУВГП, 2019. 61 с.

22. Дядяк І.Д., Котляр О.В. Методичні вказівки виконання лабораторних робіт студентами агрономічного факультету спеціальності 8.09010101 «Агрономія» ОКР «Магістр» з навчальної дисципліни «Технологія переробки зерна». Миколаїв : МНАУ, 2013. 108 с.

23. Дударев І.М. Технологічні розрахунки : методичні вказівки до практичних занять для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освітньої програми «Харчові технології» галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво спеціальності G13 Харчові технології денної та заочної форм навчання. Луцьк : ЛНТУ, 2026. 174 с.

24. Закон України № 2639-VIII «Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів» // Відомості Верховної Ради України. 2019. № 7. Ст. 41.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 57 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

25. Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» № 771/97-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 02.05.2026).

26. Брикова Т.М. Система HACCP при виробництві напівфабрикатів // Товари і ринки. 2024. № 2. С. 93–109.

27. Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 01.10.2012 № 590 «Про затвердження Вимог щодо розробки, впровадження та застосування постійно діючих процедур, заснованих на принципах системи управління безпечністю харчових продуктів (HACCP)». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1704-12#Text> (дата звернення: 02.05.2026).

28. Awuchi C.G. HACCP, Quality, and Food Safety Management in Food and Agricultural Systems. London : IntechOpen, 2023. 326 p.

29. Andini C.P. Application of HACCP in Wheat Flour Milling Process in PT. XYZ // Journal of Applied Food Technology. 2024. Vol. 11, № 2. P. 45–53.

30. Крошко Г.Д. та ін. Правила організації і ведення технологічного процесу на борошномельних заводах. Київ: МінАПК України ; Київський інститут хлібопродуктів, 2008. 145 с.

31. Герасимчук О.П. Екологічні аспекти борошномельної галузі в Україні // Збірник наукових праць Уманського університету. 2025. Вип. 107, ч. 1. С. 304–313. DOI: 10.32782/2415-8240-2025-107-1-304-313.

32. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. [Чинний від 1999-12-01]. Київ : Міністерство охорони здоров'я України, 1999. 29 с.

33. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. [Чинний від 1999-12-01]. Київ : Міністерство охорони здоров'я України, 1999. 34 с.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 58 |

ДОДАТКИ

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 59 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Харчова (поживна) та енергетична цінність пшеничного цільнозернового борошна

| Показник, на 100 г продукту | Борошно пшеничне вищого сорту | Борошно пшеничне цільнозернове | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|---------|-------|
| | | Обойне | Жорнове | Сіяне |
| Білки, г | 10,3 | 11,5 | 13,8 | 11,5 |
| Жири, г. | 1,1 | 2,2 | 1,7 | 2,2 |
| Вуглеводи, г | 70,0 | 55,8 | 59,3 | 55,8 |
| Енергетична цінність (калорійність), ккал | 334,0 | 296,0 | 284,0 | 298,0 |

Таблиця А.2 – Показники якості борошна пшеничного

| Назва показника | Характеристика і норма для борошна сортів | | | |
|--|---|-------------------------------------|--------------------------------------|---|
| | вищого | першого | другого | обойного |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Колір | Білий або білий із жовтим відтінком | Білий або білий із жовтим відтінком | Білий з жовтим або сірим і відтінком | Білий з жовтим або сірим відтінком з помітними частинками оболонки |
| Запах | Властивим пшеничному борошну, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий | | | |
| Смак | Властивий пшеничному борошну, без сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий | | | |
| Вміст мінеральної домішки | При розжовуванні борошна не повинно відчуватись хрускоту | | | |
| Вологість, %, не більше | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 |
| Зольність у перерахунку на суху речовину, %, не більше | 0,55 | 0,75 | 1,25 | Не менше ніж на 0,07% нижче і зольності зерна до очищення, але не більше 2.0% |
| Білість, умовних одиниць приладу РЗ-БПЛ | 54 і більше | 36,0-53,0 | 12,0-35,0 | Не обмежується |

Продовження таблиці А.2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---------------------------------------|--|------|
| Крупність помелу, %: - залишок наситі із шовкової тканини, не більше | 5 тканина №43 або №49/52 ПА | 2 тканина № 35 або №33/36 ПА | 2 тканина № 27 або №27 ПА- 120 | - |
| Клейковина сира, кількість, % не менше | 24,0 | 25,0 | 21,0 | 18,0 |
| - якість | Не нижче 2-ої групи | | | |
| Число падіння, с, не менше | 160 | 160 | 160 | 105 |
| Зараженість і забрудненість шкідниками хлібних запасів | Не допускається | | | |

Таблиця А.3 – Показники якості зерна м'якої пшениці

| Показник | Характеристика та норма для м'якої пшениці за класами | | | |
|--|---|------|-------------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Натура, г/л, не менше ніж | 775 | 750 | 730 | Не обмежено |
| Склоподібність, %, не менше ніж | 50 | 40 | Не обмежено | Не обмежено |
| Вологість, %, не більше ніж | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 |
| Зернова домішка, %, не більше ніж | 5,0 | 8,0 | 8,0 | 15,0 |
| Сміттева домішка, %, не більше ніж | 1,0 | 2,0 | 2,0 | 3,0 |
| Сажкове зерно, %, не більше ніж | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 10,0 |
| Масова частка білка, у перерахунку на суху речовину, %, не менше ніж | 14,0 | 12,5 | 11,0 | Не обмежено |
| Масова частка сирої клейковини, %, не менше ніж | 28,0 | 23,0 | 18,0 | Не обмежено |

Продовження таблиці А.3

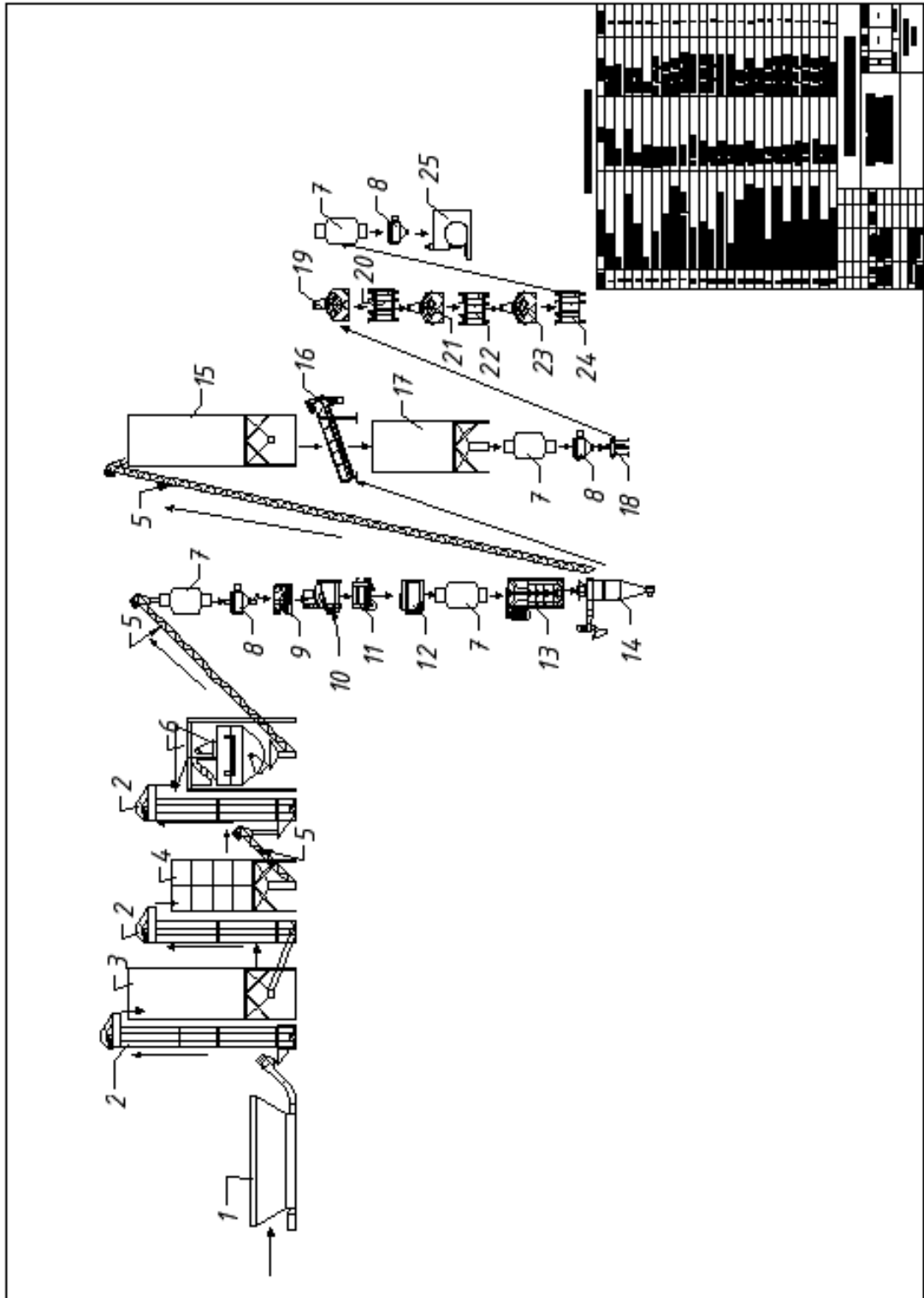
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|--------|--------|--------|-------------|
| Якість клейковини: одиниць приладу ВДК | 45-100 | 45-100 | 45-100 | Не обмежено |
| Число падіння, с, не менше ніж | 220 | 220 | 180 | Не обмежено |

Таблиця А.4 – Показники якості зерна твердої пшениці

| Показник | Характеристика та норма для м'якої пшениці за класами | | | | |
|--|---|------|------|------|-------------|
| | 1-й | 2-й | 3-й | 4-й | 5-й |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Зерна м'якої пшениці, %, не більше ніж | 4 | 4 | 8 | 10 | Не обмежено |
| Натура, г/л, не менше ніж | 750 | 750 | 730 | 710 | Не обмежено |
| Склоподібність, %, не менше ніж | 70 | 60 | 50 | 40 | Не обмежено |
| Зернова домішка, %, не більше ніж | 5,0 | 8,0 | 8,0 | 10,0 | 15,0 |
| Смітцева домішка, %, не більше ніж | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 5,0 | 5,0 |
| Сажкове зерно, %, не більше ніж | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 10,0 |
| Масова частка білка, у перерахунку на суху речовину, %, не менше ніж | 14,0 | 13,0 | 12,0 | 11,0 | Не обмежено |
| Число падіння, с, не менше ніж | 220 | 220 | 150 | 100 | Не обмежено |

ДОДАТОК Б

Рисунок Б.1 – Машино-апаратурна схема виробництва борошна пшеничного



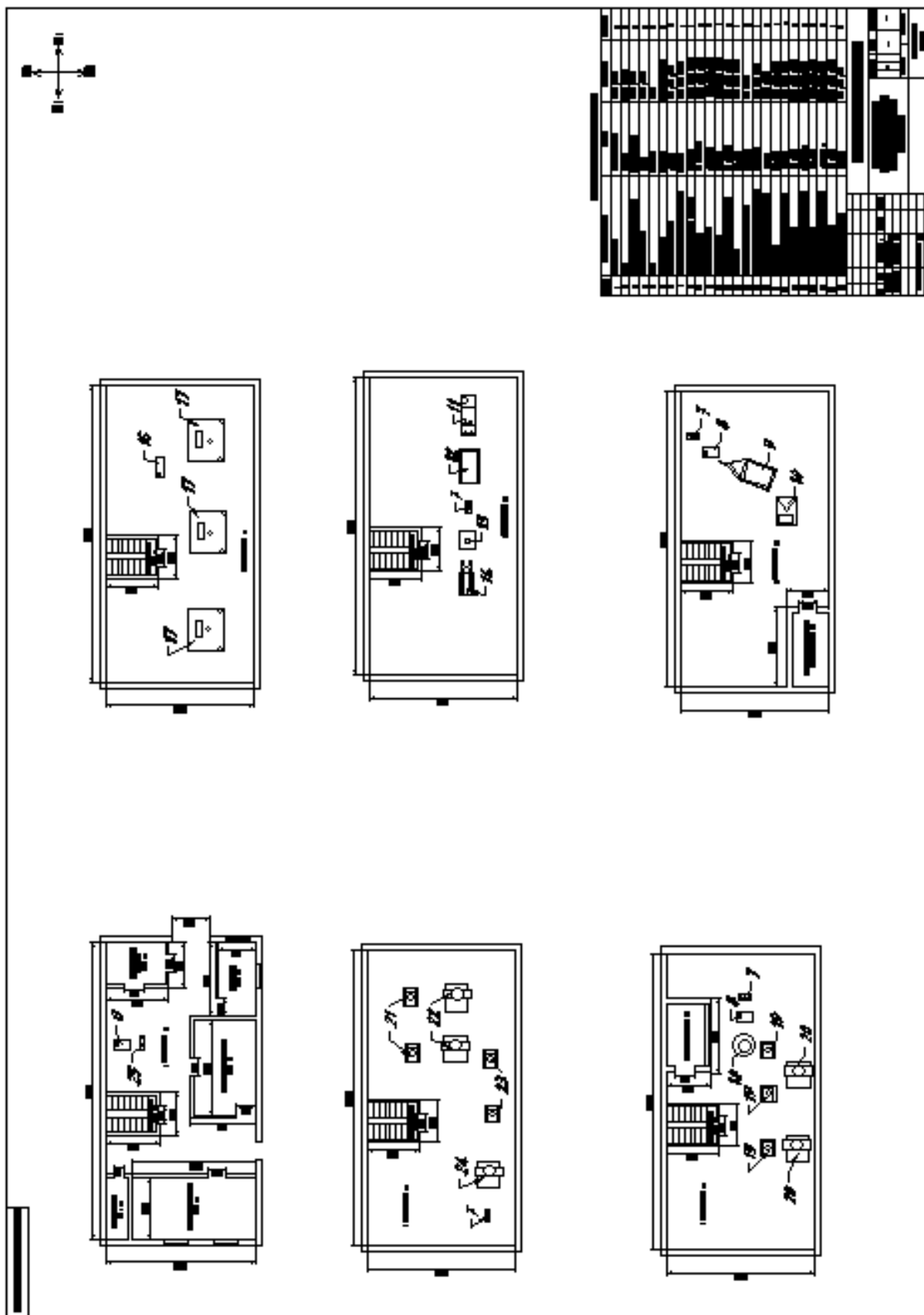
| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |
| | | | | |

ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ

Арк.

63

Рисунок Б.2 – План розміщення обладнання



| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |

ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ

Арк.

64

ДОДАТОК В

Таблиця В.1 – Шкала оцінювання ймовірності виникнення небезпечного фактора

| Ймовірність | Бал | Частота події |
|-------------|-----|---|
| Низька | 1 | Кількість подій менше 3 за 12 місяців |
| Середня | 2 | Кількість подій від 3 до 10 за 12 місяців |
| Висока | 3 | Кількість подій 10 і більше за 12 місяців |

Таблиця В.2 – Шкала оцінювання серйозності наслідків

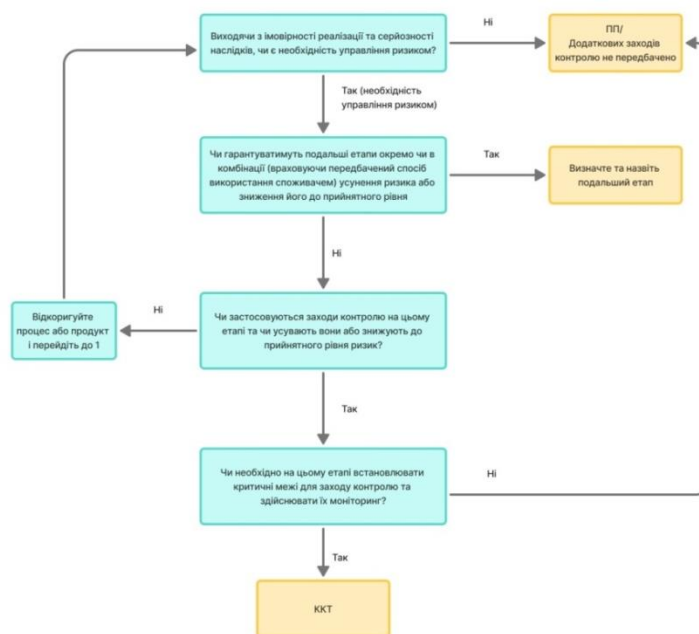
| Рівень серйозності | Низький | Середній | Високий |
|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| Бал | 1 | 2 | 3 |
| Серйозність наслідків | Не впливає суттєво на здоров'я | Може викликати легкі порушення | Серйозна загроза здоров'ю або життю |

Таблиця В.3 – Матриця оцінювання ризику

| Ймовірність \ Серйозність | Низька (1) | Середня (2) | Висока (3) |
|---------------------------|------------|-------------|------------|
| Низька (1) | 1 | 2 | 3 |
| Середня (2) | 2 | 4 | 6 |
| Висока (3) | 3 | 6 | 9 |

| Клас ризику | Величина ризику | Необхідність встановлення дій з управління ризиком/ заходів контролю |
|-------------|-----------------|--|
| 3 | 6-9 | Високий ризик - обов'язково необхідно контролювати. |
| 2 | 3-4 | Середній ризик - за рішенням групи НАССР. |
| 1 | 1-2 | Низький ризик - необхідність відсутня. |

Рисунок В.1 – Дерево рішень



Таблиця В.4 – Аналіз небезпечних факторів технологічного процесу виробництва борошна пшеничного

| Етап процесу | Тип небезпечного фактора | Ймовірність | Серйозність | Ризик | ККТ/ контрольний захід (КЗ) |
|---|---|-------------|-------------|-------|--------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. Приймання зерна (кількісний та якісний контроль) | - | - | - | - | - |
| 2. Переміщення зерна на зберігання | Фізичний: Шкідники, які можуть потрапити у завальну яму | 1 | 1 | 1 | - |
| 3 Зберігання зерна в силосах | Біологічний: Недотримання умов зберігання зерна в силосах | 1 | 1 | 1 | - |
| 4. Переміщення зерна з бункерних ваг на млин | - | - | - | - | - |

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |
|------|------|----------|--------|------|

ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ

Арк.

66

Продовження таблиці В.4

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|--|---|---|---|---|
| 5. Контроль металомангітних домішок | Фізичний: Забруднене зерно, зношення елементів технологічного обладнання | 3 | 3 | 9 | Контроль металомангітних домішок етап № 9 |
| 6. Сепарування зерна на повітряно-ситовому сепараторі | - | - | - | - | - |
| 7. Очистка від мінеральних домішок | - | - | - | - | - |
| 8. Очищення зернової суміші у трієрах | - | - | - | - | - |
| 9. Контроль металомангітних домішок | Фізичний: Забруднене зерно, зношення елементів технологічного обладнання | 3 | 3 | 9 | Контроль металомангітних домішок етап № 15 |
| 10. Суха очистка зерна (вологість 11-14%) | - | - | - | - | - |
| 11. Очищення зерна в аспіраторі | - | - | - | - | - |
| 12. Зволоження зерна | - | - | - | - | - |
| 13. Відволоження зерна | - | - | - | - | - |
| 14. Складання помольної партії | - | - | - | - | - |
| 15. Контроль металомангітних домішок | Фізичний: Забруднене зерно, зношення елементів технологічного обладнання | 2 | 3 | 6 | КЗ: Контроль металомангітних домішок етап № 19 |
| 16. Стерилізація зерна | - | - | - | - | - |
| 17. Помел | - | - | - | - | - |
| 18. Сортування | Фізичний: Несвоєчасна заміна сит | 1 | 1 | 1 | - |
| 19. Контроль металомангітних домішок | Фізичний: Забруднене зерно, зношення елементів технологічного обладнання | 2 | 3 | 6 | ККТ №1 |
| 20. Фасування борошна у тару | Фізичний: Злам голки | 2 | 1 | 2 | - |

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

ХТ.ЦБП.00.00.0000 ПЗ

Арк.

67

Продовження таблиці В.4

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----------------|---|---|---|---|---|
| 21. Зберігання | Біологічний: Недотримання умов зберігання борошна | 1 | 1 | 1 | - |

Таблиця В.5 – План НАССР

| ККТ, небезпечний фактор | Критичні межі | Процедура моніторингу | Коригувальні дії | Документація |
|--|---|---|--|---------------------------------------|
| ККТ № 1 19. Контроль металомагнітних домішок Фізичний: металомагнітна домішка. | Магнітна домішка не більше 3 мг на кілограм | 1.1 Контроль металомагнітної домішки у магнітному сепараторі 1.2 Періодичність: 1 раз на зміну. | 1.1 Ремонт або очистка магнітного сепаратора. 1.2 Проведення навчання персоналу. 1.3 Встановлення додаткових магнітних установок 1.4 Додаткове очищення зерна | Журнал обліку металомагнітної домішки |