ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до кваліфікаційної роботи
ступеня вищої освіти «Бакалавр»
на тему:

Модернізація технологічної лінії з виробництва вівсяної крупи

Виконав: здобувач вищої освіти 4 курсу,
групи ХТ-1-22 освітньо-професійної програми
«Харчові технології» зі спеціальності 181
«Харчові технології»

_____ Іван СЛАБАКОВ

Керівник: _____ Яна ГЕЗЬ

Дніпро 2026

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій
Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»
Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»
Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
_____Віталій КОШУЛЬКО
(підпис)
«01» травня 2026 р.

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

Слабакову Івану Сергійовичу

1. Тема роботи: «Модернізація технологічної лінії з виробництва вівсяної крупи».
Керівник роботи: Гезь Яна Василівна, старша викладачка, затверджені наказом закладу вищої освіти від «01» травня 2026 року № 875.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 08 червня 2026 року.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва вівсяних круп. 2. Наукова, нормативна, навчальна, технологічна, технічна та патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Загальна частина. 2 Технологічна частина. 3 Проєктна частина. 4 Впровадження елементів системи НАССР. 5 Охорона праці захист навколишнього середовища. 6 Техніко-економічне обґрунтування. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Мета і завдання досліджень. 2 Технологічна частина. 3 Проєктна частина. 4 Впровадження елементів системи НАССР. 5 Карта безпеки праці. 6 Техніко-економічне обґрунтування. Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-6	Старша викладачка Яна ГЕЗЬ	01.05.26	08.06.26

7. Дата видачі завдання 07 травня 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	01.05-04.05.26	виконано
2	Загальна частина	05.05-07.05.26	виконано
3	Технологічна частина	08.05-14.05.25	виконано
4	Проєктна частина	15.05-21.05.25	виконано
5	Впровадження елементів системи НАССР	22.05-31.05.26	виконано
6	Охорона праці захист навколишнього середовища	01.06-02.06.26	виконано
7	Техніко-економічне обґрунтування	02.06-03.06.26	виконано
8	Формулювання висновків по роботі та списку використаних джерел	04.06-05.06.26	виконано
9	Підготовка демонстраційного матеріалу	05.06-08.06.25	виконано

Здобувач вищої освіти _____ Іван СЛАБАКОВ
(підпис)

Керівник роботи _____ Яна ГЕЗЬ
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: **«Модернізація технологічної лінії з виробництва вівсяної крупи»**

Кваліфікаційна робота містить: 75 сторінок, 10 рисунків, 17 таблиць, 0 додатків, 25 літературних джерел.

Метою дипломної роботи є обґрунтування модернізації технологічної лінії з виробництва вівсяної крупи шляхом удосконалення окремих технологічних операцій, раціонального підбору обладнання, підвищення ефективності переробки зерна вівса, зменшення виробничих втрат і забезпечення стабільної якості готової продукції.

Об'єктом дослідження є технологічний процес виробництва вівсяної крупи на зернопереробному підприємстві.

Предметом дослідження є конструктивно-технологічні параметри та режими роботи обладнання технологічної лінії з виробництва вівсяної крупи.

Дипломна робота присвячена модернізації технологічної лінії з виробництва вівсяної крупи. У роботі розглянуто сучасний стан круп'яної промисловості України, значення вівсяної крупи у харчуванні населення та основні вимоги до якості зернової сировини і готової продукції. Проаналізовано існуючу технологічну схему виробництва, визначено її основні недоліки та обґрунтовано необхідність удосконалення окремих операцій.

Особливу увагу приділено підвищенню ефективності очищення, гідротермічної обробки, лущення, сортування та контролю якості зерна вівса.. Результати роботи можуть бути використані під час проєктування, реконструкції або технічного переоснащення підприємств круп'яної промисловості.

Ключові слова: ПРОЕКТ, КРУПА, РОЗРАХУНОК, ОБЛАДНАННЯ, МОДЕРНІЗАЦІЯ, СИРОВИНА, ОВЕС, СУШАРКА, ПРОПАРЮВАЧ.

ЗМІСТ

ВСТУП 7
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА 10
1.1 Аналіз ринку виробництва вівсяної крупи в Україні та перспективи його розвитку 10
1.2 Характеристика сировини для виробництва вівсяної крупи 15
Висновки за розділом 19
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА 20
2.1 Опис діючої технологічної лінії 20
2.2 Пропозиції щодо удосконалення технологічної лінії з виробництва вівсяної крупи 23
2.3 Опис модернізованої технологічної лінії 24
2.4 Характеристика готового продукту 29
Висновки за розділом 32
3 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА 34
3.1 Технологічний розрахунок 34
3.2 Коротка характеристика обраного обладнання 37
3.3 Перевірочний розрахунок технологічного обладнання лінії 40
3.4 Розрахунок виробничих площ і розміщення обладнання в основних приміщеннях цеху 45
Висновки за розділом 50
4 ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ НАССР 51
Висновки за розділом 52
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА 54
5.1 Розробка карти безпеки праці для оператора лінії з виробництва вівсяної крупи 54
5.2 Утилізація відходів круп'яного виробництва 56
Висновки за розділом 58
6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ 59

6.1 Вихідні дані для розрахунку 59
6.2 Розрахунок річного обсягу виробництва 60
6.3 Розрахунок виходу побічної продукції та відходів 60
6.4 Розрахунок капітальних вкладень у модернізацію 61
6.5 Розрахунок витрат на сировину 62
6.6 Розрахунок витрат на пакування 62
6.7 Розрахунок витрат на електроенергію 63
6.8 Розрахунок витрат на теплову енергію, воду та пару 64
6.9 Розрахунок витрат на оплату праці 64
6.10 Розрахунок амортизації та витрат на ремонт 64
6.11 Розрахунок накладних витрат 65
6.12 Розрахунок доходу від реалізації основної та побічної продукції 66
6.13 Розрахунок прибутку 67
6.14 Розрахунок собівартості одиниці продукції 68
6.15 Розрахунок рентабельності 68
6.16 Розрахунок строку окупності капітальних вкладень 69
Висновки за розділом 70
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ 71
БІБЛІОГРАФІЯ 73

ВСТУП

Сучасний стан круп'яної промисловості України характеризується одночасною наявністю значного виробничого потенціалу та низки проблем, пов'язаних із воєнними умовами, порушенням логістики, зменшенням платоспроможного попиту, подорожчанням енергоресурсів і нестабільністю сировинного ринку. За попередніми оцінками, у воєнний період виробництво круп'яної продукції в Україні скоротилося приблизно до 200 тис. т на рік, що пов'язано зі зменшенням обсягів переробки зерна, складністю доступу до ресурсів і обладнання, а також змінами у структурі споживання населення. Крім того, у 2025 році в Україні спостерігалося загальне скорочення виробництва сільськогосподарської продукції, зокрема продукції рослинництва, що також впливає на стабільність роботи зернопереробних підприємств .

Водночас ринок круп залишається важливим і соціально значущим, оскільки круп'яні вироби належать до базових харчових продуктів. У сучасних умовах зросла роль продукції з нижчою собівартістю та стабільним попитом, зокрема пшеничних, ячних, перлових і горохових круп. Через ускладнення імпортних поставок і підвищення цін на окремі імпортні продукти, такі як рис, булгур або кус-кус, частина споживачів переорієнтовується на доступніші вітчизняні крупи . Це створює додаткові можливості для українських виробників, однак водночас посилює конкуренцію між підприємствами.

За роки незалежності в Україні сформувалася значна кількість приватних підприємств, що займаються виробництвом борошна та круп. Проте збільшення кількості виробників не завжди супроводжувалося відповідним зростанням обсягів виробництва, оновленням асортименту та модернізацією технологічної бази. Частина підприємств працює на застарілому обладнанні, що призводить до підвищених енерговитрат, втрат сировини, нестабільної якості готової продукції та зниження конкурентоспроможності. Тому основною проблемою галузі сьогодні є не лише забезпечення сировиною, а й ефективна переробка зерна, зниження собівартості, підвищення виходу готової продукції та розширення ринків збуту.

Важливим чинником розвитку круп’яної промисловості є раціональне використання зернової сировини. У процесі виробництва необхідно максимально зберігати поживні властивості зерна, зменшувати кількість відходів, підвищувати вихід якісної крупи та забезпечувати стабільність технологічного процесу. Досягти цього можна шляхом удосконалення технологічних схем, використання сучасних машин для очищення, лущення, шліфування, калібрування й сортування зерна, а також впровадження автоматизованого контролю якості продукції.

Актуальним напрямом є також зниження питомих енерговитрат, оскільки вартість електроенергії та енергоносіїв істотно впливає на собівартість готової продукції. Для круп’яних підприємств особливого значення набуває вибір оптимальної продуктивності обладнання, скорочення кількості транспортних операцій, раціональне компонування технологічної лінії та використання енергоефективних приводів. У сучасних умовах конкурентні переваги матимуть ті підприємства, які зможуть поєднати високу якість продукції, економічність виробництва та гнучкість у формуванні асортименту.

Отже, удосконалення технологічних процесів у круп’яному виробництві є актуальним завданням для підприємств зернопереробної галузі. Модернізація обладнання, підвищення ефективності використання сировини, зменшення енерговитрат і розширення асортименту продукції дають змогу підвищити конкурентоспроможність виробництва, забезпечити стабільну якість готової продукції та краще задовольнити потреби споживчого ринку. Саме тому дослідження, спрямовані на вдосконалення технології та обладнання для виробництва круп, мають важливе практичне значення для розвитку харчової і переробної промисловості України.

Метою дипломної роботи є обґрунтування модернізації технологічної лінії з виробництва вівсяної крупи шляхом удосконалення окремих технологічних операцій, раціонального підбору обладнання, підвищення ефективності переробки зерна вівса, зменшення виробничих втрат і забезпечення стабільної якості готової продукції.

Об’єктом дослідження є технологічний процес виробництва вівсяної крупи на зернопереробному підприємстві.

Предметом дослідження є конструктивно-технологічні параметри та режими роботи обладнання технологічної лінії з виробництва вівсяної крупи.

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз ринку виробництва вівсяної крупи в Україні та перспективи його розвитку

Круп'яна промисловість України є важливою складовою харчової та зернопереробної галузі, оскільки забезпечує населення продукцією щоденного споживання з високою харчовою цінністю, тривалим терміном зберігання та доступною вартістю. Окреме місце у структурі круп'яного виробництва займає переробка вівса, з якого виготовляють вівсяну недроблену крупу, плющену крупу, вівсяні пластівці, толокно та інші продукти швидкого приготування.

Попит на вівсяну крупу та продукти її переробки формується під впливом кількох чинників: зростання інтересу споживачів до здорового харчування, поширення дієтичних продуктів, популяризації продуктів із високим вмістом харчових волокон, а також потреби у відносно недорогих і поживних харчових продуктах. Вівсяна крупа має стабільний попит у домогосподарствах, закладах громадського харчування, харчовій промисловості та системі державних закупівель.

Світовий ринок вівса демонструє поступове зростання. В Україні ситуація є дещо іншою. Незважаючи на сприятливі природно-кліматичні умови для вирощування вівса, протягом останніх років спостерігається скорочення посівних площ під цією культурою. У 2017 – 2023 роках зібрані площі вівса в Україні зменшилися зі 198 до 165 тис. га, тобто приблизно на 16,7 %. У 2022 році виробництво вівса становило 379 тис. т, що було на 19,1 % менше порівняно з попереднім роком. Основними причинами такого скорочення стали наслідки повномасштабної війни, порушення роботи аграрних підприємств, окупація частини територій, логістичні труднощі та зростання виробничих витрат. У 2023 році виробництво вівса відновилося до 427 тис. т.

У сезоні 2025 – 2026 років валовий збір вівса в Україні оцінюється приблизно у 360 тис. т, тоді як урожайність залишається відносно стабільною – близько 2,6 т/га. Це означає, що основною проблемою є не стільки зниження продуктивності культури, скільки скорочення площ її вирощування (рисунок 1.1).

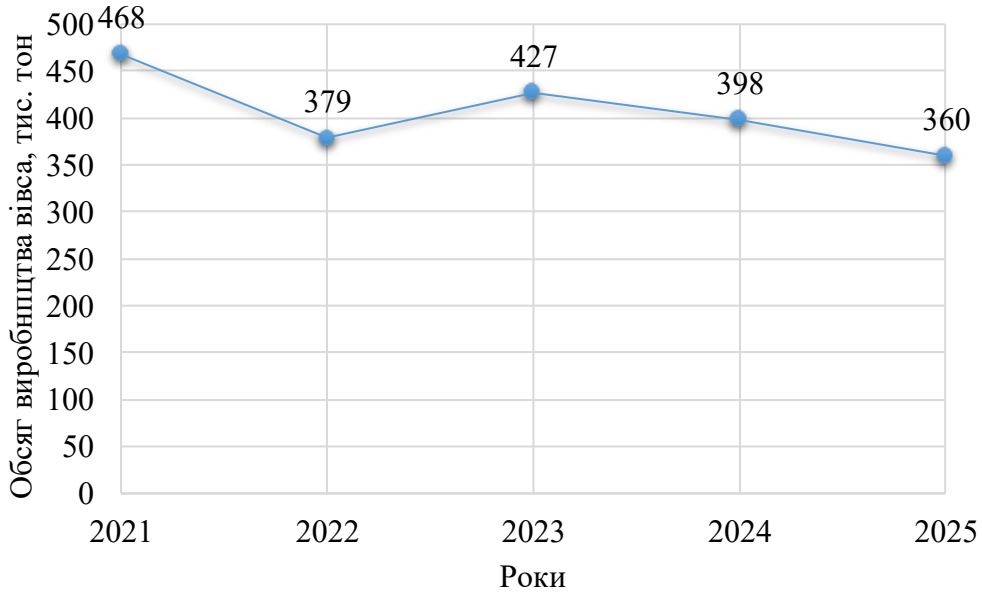


Рисунок 1.1 – Орієнтовна динаміка виробництва вівса в Україні, тис. т

З наведених даних видно, що виробництво вівса в Україні має нестабільний характер. Після суттєвого скорочення у 2022 році відбулося часткове відновлення у 2023 році, однак подальше скорочення посівних площ знову створює ризики для сировинного забезпечення підприємств, які спеціалізуються на виробництві вівсяної крупи та пластівців.

Важливою особливістю українського ринку вівса є те, що значна частина його виробництва зосереджена у господарствах населення. У 2023 році такі господарства забезпечили близько 280,3 тис. т вівса, або 65,6 % загального валового збору. Це свідчить про значну роль дрібних виробників, але водночас ускладнює формування стабільних промислових партій зерна однакової якості. Для підприємств круп'яної промисловості це є важливим фактором, оскільки якість вівсяної крупи безпосередньо залежить від вирівняності зерна, його вологості, плівчастості, вмісту ядра та кількості домішок.

Ринок круп в Україні у 2021–2025 роках зазнав суттєвих змін під впливом війни (таблиця 1.1). Аналітичні дослідження ринку круп відзначають проблеми з посівними площами вівса та гречки, які традиційно вирощуються в Сумській, Харківській і Чернігівській областях. Крім того, на ринок вплинули тимчасові зупинки окремих переробних підприємств, зміна логістичних маршрутів, подорожчання ресурсів і трансформація споживчого попиту.

Таблиця 1.1 – Основні фактори, що впливають на ринок вівсяної крупи в Україні

Група факторів	Вплив на ринок
Сировинні	Скорочення площ під вівсом зменшує доступність якісної сировини для переробки
Технологічні	Застаріле обладнання підвищує втрати зерна, енерговитрати та собівартість продукції
Економічні	Зростання вартості електроенергії, палива, пакувальних матеріалів і логістики збільшує собівартість крупи
Споживчі	Підвищення інтересу до здорового харчування підтримує попит на вівсяні продукти
Експортні	Зростання зовнішнього попиту на овес і продукти його переробки створює додаткові можливості для виробників
Воєнні ризики	Порушення логістики, нестабільність сировинного ринку та зниження купівельної спроможності населення стримують розвиток галузі

Разом із тим, сегмент вівсяної крупи має позитивні передумови для розвитку (рисунок 1.2). Вівсяна продукція належить до категорії товарів повсякденного попиту, а її споживання підтримується тенденцією до здорового харчування. Вівсяна крупа та пластівці містять білки, жири, складні вуглеводи, харчові волокна, мінеральні речовини та вітаміни. Завдяки цьому вони використовуються не лише в традиційному харчуванні, а й у виробництві дієтичних, дитячих, лікувально-профілактичних і швидких у приготуванні продуктів.

Окрему роль відіграє експортний напрям. У першій половині сезону 2025/2026 Україна відвантажила близько 40 тис. т вівса, що стало найвищим показником за останні десять років. Найбільший попит сформували Туреччина та Індія. Крім того, поступове відновлення виробництва й експорту вівсяних круп і пластівців повертає інтерес до української продукції з боку країн ЄС, Ізраїлю та окремих ринків Африки.



Рисунок 1.2 – Основні напрями збуту продукції переробки вівса

З економічної точки зору найбільш перспективним є не експорт необробленого зерна, а розвиток переробки з виробництвом продукції з доданою вартістю. До такої продукції належать вівсяна крупа, пластівці, швидкорозварювані продукти, суміші для сніданків, борошно та функціональні харчові інгредієнти. Виробництво саме таких продуктів дозволяє підприємству отримувати вищу маржинальність, краще використовувати сировину та зменшувати залежність від коливань цін на зерно.

Перспективи розвитку ринку вівсяної крупи в Україні пов’язані насамперед із підвищенням ефективності переробки (таблиця 1.2). Для підприємств круп’яної промисловості важливо забезпечити стабільну якість сировини, зменшити втрати під час очищення, лущення, шліфування та сортування, а також знизити енерговитрати. Особливого значення набуває модернізація технологічних ліній, оскільки саме технічний рівень обладнання визначає вихід готової продукції, її товарний вигляд, однорідність, безпечність і конкурентоспроможність.

Таблиця 1.2 – Перспективні напрями розвитку виробництва вівсяної крупи

Напрям розвитку	Очікуваний результат
Модернізація технологічної лінії	Підвищення виходу готової крупи, зменшення втрат і покращення якості продукції
Впровадження енергоефективного обладнання	Зниження питомих витрат електроенергії та собівартості продукції
Удосконалення очищення та калібрування зерна	Поліпшення стабільності лущення, зниження кількості дробленого ядра
Розширення асортименту	Виробництво плющеної крупи, пластівців, продуктів швидкого приготування
Розвиток пакованої продукції	Збільшення частки продукції для роздрібного ринку
Орієнтація на експорт	Вихід на ринки ЄС, Близького Сходу, Африки та інших регіонів
Впровадження системи HACCP	Підвищення безпечності продукції та довіри споживачів

В умовах сучасного ринку виробник має орієнтуватися не лише на обсяг виробництва, а й на якість, асортимент і зручність продукції для споживача. Тому доцільним є розвиток виробництва фасованої вівсяної крупи, крупи швидкого приготування, пластівців різного ступеня обробки, сумішей для сніданків і функціональних продуктів. Такі напрями дозволяють підвищити додану вартість продукції та зміцнити позиції підприємства на внутрішньому й зовнішньому ринках.

Отже, ринок виробництва вівсяної крупи в Україні має як проблеми, так і значний потенціал розвитку. Основними стримувальними чинниками є скорочення посівних площ вівса, нестабільність сировинної бази, воєнні ризики, зростання виробничих витрат і технологічна застарілість частини переробних підприємств. Водночас перспективи галузі визначаються стабільним попитом на крупи, популярністю продуктів здорового харчування, можливістю експорту продукції з доданою вартістю та впровадженням сучасних технологічних рішень. Саме тому модернізація технологічної лінії з виробництва вівсяної крупи є актуальним і економічно доцільним напрямом розвитку круп'яного виробництва.

1.2 Характеристика сировини для виробництва вівсяної крупи

Якість зерна вівса, що надходить на переробку в крупу, повинна відповідати вимогам чинної нормативної документації, зокрема ДСТУ 4963:2008 «Овес. Технічні умови» (таблиця 1.3). Цей стандарт установлює вимоги до зерна вівса, призначеного для продовольчих, кормових потреб, експортування, а також для окремих напрямів промислової переробки. Відповідно до стандарту, для продовольчих потреб, у тому числі для виробництва круп'яної продукції, використовують зерно вівса 1-го, 2-го і 3-го класів, тоді як овес 4-го класу призначений переважно для кормових потреб.

Під час приймання зерна особливу увагу приділяють його органолептичним, фізико-хімічним і технологічним показникам. До органолептичних показників належать колір, запах і загальний стан зернової маси. Зерно повинно бути здоровим, без ознак самозігрівання, теплового пошкодження під час сушіння, пліснявого, затхлого, солодового або будь-якого стороннього запаху. Колір має бути властивим здоровому зерну відповідного типу та підтипу. Наявність потемнілого зерна для продовольчої переробки є небажаною, оскільки це свідчить про погіршення його технологічних і споживчих властивостей.

До основних показників, які визначають лабораторними методами, належать вологість, натура, вміст ядра, кількість зернової та сміттєвої домішок, вміст

дрібних зерен, плівчастість, зараженість шкідниками, а також наявність шкідливих, мінеральних і металомагнітних домішок. У кожній партії вівса, що надходить на підприємство, згідно з вимогами стандарту визначають стан зерна, запах, колір, натуру, вологість, типовий склад, вміст зернової і сміттєвої домішок та зараженість шкідниками.

Для виробництва вівсяної крупи найбільш придатним є овес I типу, 1-го або 2-го підтипу, тобто зерно білого або жовтого кольору, крупне чи середнього розміру, добре виповнене, циліндричної, грушоподібної або видовженої форми. Саме таке зерно має кращі технологічні властивості, вищий вміст ядра та меншу частку квіткових плівок. Овес II типу, який характеризується тонким, довгим і вузьким зерном голчастої форми, є менш бажаним для круп'яного виробництва, оскільки містить менше ендосперму та має нижчий потенційний вихід готової продукції. ДСТУ 4963:2008 поділяє овес на типи і підтипи залежно від форми зерна та забарвлення квіткової плівки.

Важливим технологічним показником якості вівса є вміст ядра, оскільки саме він визначає потенційний вихід крупи після очищення, лущення, сортування та шліфування. Для виробництва крупи доцільно використовувати зерно з високим вмістом ядра, добре розвиненим ендоспермом і мінімальною кількістю щуплих, битих, пророслих та пошкоджених зерен. Згідно з ДСТУ 4963:2008, до основного зерна вівса відносять цілі та ушкоджені зерна, які за характером пошкоджень не належать до зернової або сміттєвої домішки. До зернової домішки належать биті, поїдені, давлені, щуплі, недозрілі, проростлі, частково або повністю обрушені зерна, а також окремі зерна інших культурних рослин.

Зерно, що направляється на виробництво вівсяної крупи, повинно бути вирівняним за крупністю. Наявність значної кількості дрібних, щуплих або подвійних зерен ускладнює процес очищення, калібрування і лущення, знижує рівномірність обробки та призводить до збільшення кількості відходів. Найціннішим для круп'яного виробництва є крупне, важке, виповнене зерно з добре сформованим ендоспермом. Таке зерно забезпечує вищий вихід крупи,

кращу її вирівняність, меншу кількість мучки та подрібнених частинок (таблиця 1.3).

Таблиця 1.3 – Основні вимоги до зерна вівса, що направляється на виробництво крупи

Показник	Вимоги до зерна вівса для круп'яного виробництва
Тип зерна	Переважно I тип
Підтип	1-й або 2-й підтип
Колір	Властивий здоровому зерну відповідного типу
Запах	Нормальний, без затхлого, пліснявого, солодового та стороннього запаху
Стан зерна	Здорове, без самозігрівання і теплового пошкодження
Вологість	Не вище нормативного значення, установленого ДСТУ 4963:2008
Натура	Має відповідати вимогам до продовольчого зерна відповідного класу
Вміст ядра	Не нижче нормативного рівня для зерна, призначеного для продовольчих потреб
Зернова домішка	У межах норм, установлених стандартом
Сміттєва домішка	У межах норм, установлених стандартом
Дрібне зерно	Мінімальна кількість, оскільки воно знижує вихід крупи
Зараженість шкідниками	Не допускається, крім випадків, передбачених нормативними вимогами
Шкідливі домішки	Не вище допустимих рівнів
Токсичні елементи, мікотоксини, пестициди, радіонукліди	Не повинні перевищувати встановлених гранично допустимих норм

Особливе значення має вологість зерна. Надмірна вологість ускладнює зберігання, підвищує ризик самозігрівання, розвитку мікрофлори та погіршення якості зернової маси. Занадто сухе зерно, навпаки, стає більш крихким, що може спричинити підвищене дроблення ядра під час лущення та шліфування. Тому перед переробкою вологість зерна повинна бути доведена до оптимального рівня, який

забезпечує стабільне проходження технологічного процесу і мінімальні втрати сировини.

Базовими технологічними показниками якості вівса для круп'яного виробництва є високий вміст чистого ядра, невелика частка лузги, мінімальна кількість дрібного зерна, низький вміст сміттєвої та зернової домішок, відсутність зараженості шкідниками і сторонніх запахів. Вміст шкідливих домішок, токсичних елементів, мікотоксинів, пестицидів і радіонуклідів не повинен перевищувати допустимих рівнів, установлених чинними санітарними нормами та нормативними документами.

Основною продукцією під час переробки вівса є крупа вівсяна недроблена, яка являє собою ядро вівса, звільнене від квіткових плівок, плодових і насіннєвих оболонок, а також частково від алейронового шару та зародка. Якість такої крупи значною мірою залежить від властивостей вихідної сировини, ефективності очищення, гідротермічної обробки, лущення, сортування та шліфування зерна.

Вівсяна крупа має високу харчову цінність, оскільки містить білки, жири, вуглеводи, харчові волокна, мінеральні речовини та вітаміни. Вона добре засвоюється організмом і широко використовується у повсякденному, дієтичному, дитячому та лікувально-профілактичному харчуванні. Завдяки вмісту харчових волокон і біологічно цінних компонентів продукти переробки вівса користуються стабільним попитом серед споживачів.

Крім вівсяної недробленої крупи, у процесі глибшої переробки з вівса отримують плющену крупу, пластівці різної товщини та якості, толокно, борошно й інші продукти швидкого приготування. Це дає змогу розширити асортимент готової продукції, підвищити ефективність використання зернової сировини та забезпечити більш повне задоволення потреб споживчого ринку. Тому дотримання вимог ДСТУ 4963:2008 до якості зерна вівса є важливою передумовою стабільної роботи технологічної лінії та отримання конкурентоспроможної круп'яної продукції.

Висновки за розділом

Встановлено, що виробництво вівсяної крупи є важливим напрямом розвитку круп'яної промисловості України, оскільки вівсяна продукція належить до продуктів стабільного попиту, має високу харчову цінність і широко використовується у повсякденному, дієтичному, дитячому та лікувально-профілактичному харчуванні. Переробка вівса дає змогу отримувати не лише недроблену крупу, а й плющену крупу, пластівці, толокно, борошно та продукти швидкого приготування, що розширює асортимент і підвищує економічну ефективність виробництва.

Визначено, що основними чинниками, які впливають на розвиток ринку вівсяної крупи, є скорочення посівних площ, нерівномірна якість сировини, зростання вартості енергоресурсів, логістичні труднощі та технологічна застарілість частини підприємств. Водночас позитивними передумовами розвитку є підвищення попиту на продукти здорового харчування, можливість виробництва продукції з доданою вартістю та перспективи експорту вівса і продуктів його переробки.

Установлено, що якість зерна вівса є визначальним фактором формування виходу та якості готової крупи. Для виробництва круп'яної продукції доцільно використовувати овес I типу, 1-го або 2-го підтипу, з високим вмістом ядра, доброю виповненістю зерна, низькою часткою домішок, нормативною вологістю та відсутністю зараженості шкідниками. Дотримання вимог ДСТУ 4963:2008 є необхідною умовою стабільної роботи технологічної лінії та отримання якісної продукції.

Обґрунтовано, що для підвищення конкурентоспроможності виробництва вівсяної крупи необхідними є модернізація технологічних ліній, удосконалення процесів очищення, калібрування, гідротермічної обробки, лущення та сортування зерна. Саме технічне переоснащення виробництва дозволить знизити втрати сировини, зменшити енерговитрати, підвищити вихід готової крупи, стабілізувати її якість і забезпечити ефективніше використання зерна вівса.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Опис діючої технологічної лінії

Попередньо очищене зерно вівса надходить до оперативних ємностей, місткість яких повинна забезпечувати не менше однієї доби безперервної роботи підприємства. У підготовчому відділенні здійснюють комплексну підготовку зерна до подальшої переробки: видаляють домішки, розділяють зернову масу на крупну та дрібну фракції, направляють їх у проміжні бункери, після чого кожну фракцію окремо піддають гідротермічній обробці (рисунок 2.1).

На початковому етапі підготовки зерно вівса очищають від випадкових грубих домішок за допомогою скальператорів. Після цього на першому сепараторному проході із зернової маси виділяють крупні, легкі та дрібні домішки. Крупна домішка може містити зерна інших культурних рослин, а також окремі крупні зерна вівса, тому такі відходи переважно відносять до I – II категорії. Дрібна домішка складається переважно з дрібних мінеральних включень і дрібного вівса, у зв'язку з чим її додатково просіюють на системі контролю відходів. Легкі домішки, крім соломистих частинок, можуть містити мінеральний пил, тому їх відносять до відходів III категорії.

Після першого сепараторного проходу основний потік зерна спрямовують на каменевідбірник. За умови правильного налаштування обладнання цей процес дає змогу майже повністю видалити мінеральні домішки, зокрема камінці, грудочки ґрунту, пісок та інші важкі включення, які можуть негативно впливати на якість готової продукції та спричиняти зношування робочих органів машин.

Для більш повного вилучення дрібного вівса основний потік зерна двічі послідовно сортують на розсівах. На першій системі проходом через сита з отворами 1,8×20 мм виділяють основну кількість дрібного вівса, який не має достатньої технологічної цінності та направляється на контроль відходів. Основна зернова маса після цього надходить на другу систему розсіву, де її поділяють на

крупну та дрібну фракції. Крупну фракцію отримують сходом із сит 2,2×20 мм, а дрібну – проходом через ці сита.

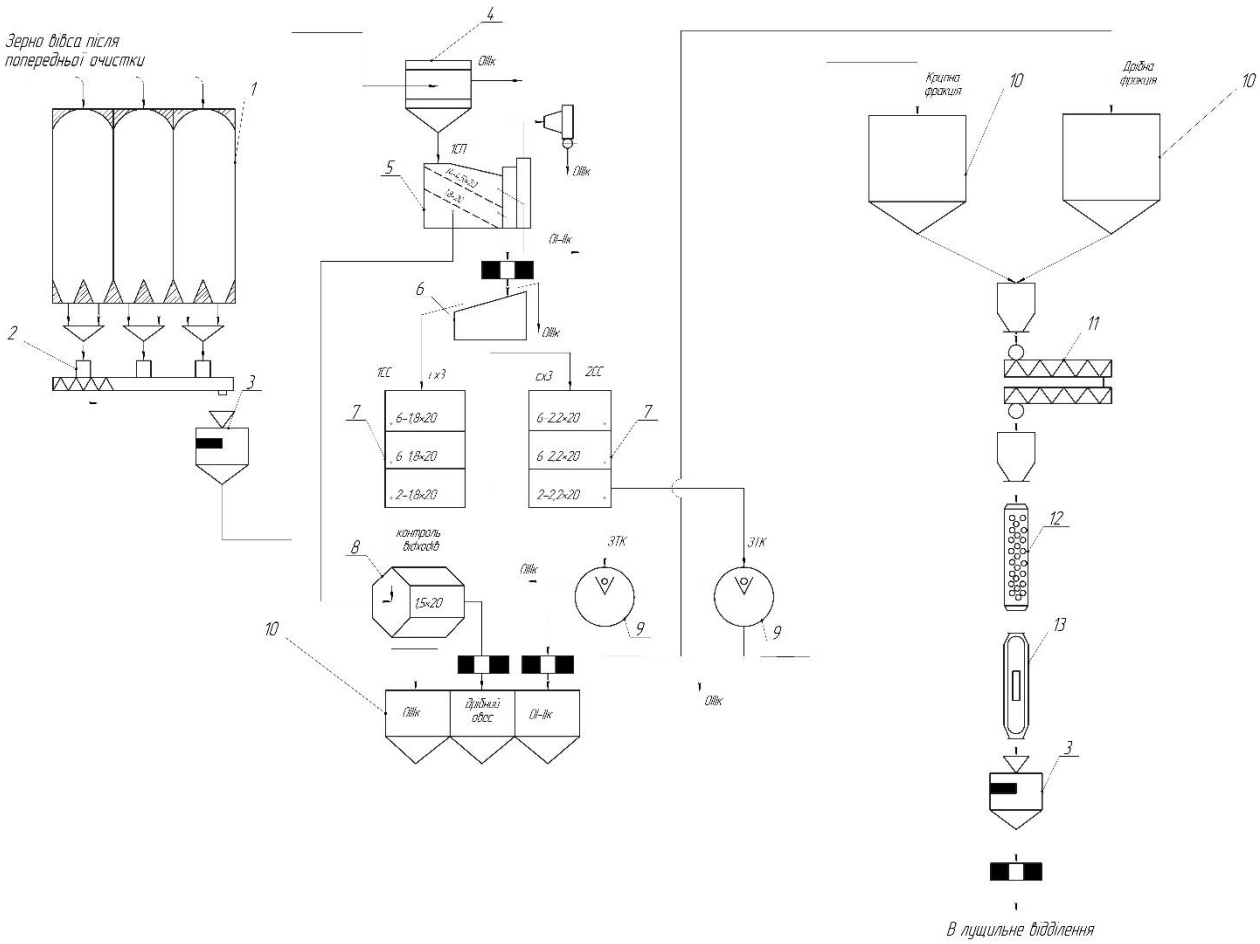


Рисунок 2.1 – Діюча технологічна схема підготовчого відділення лінії з виробництва вівсяної крупи

1 – бункери неочищеного зерна; 2 – дозатори зерна; 3 – ваги автоматичні; 4 – скальператор; 5 – сепаратор; 6 – каменевідбірник; 7 – розсів; 8 – бурат; 9 – куколевідбірник; 10 – проміжні ємкості; 11 – пропарювач; 12 – сушарка; 13 – охолоджувальна колонка.

Поділ вівса на фракції за крупністю має важливе технологічне значення, оскільки зерна різного розміру по-різному реагують на гідротермічну обробку, сушіння та лущення. Вирівняні за крупністю партії зерна забезпечують стабільніший режим обробки, зменшують кількість пересушених або недосушених зерен, поліпшують умови лущення та сприяють підвищенню виходу якісної крупи.

Після сортування крупну і дрібну фракції додатково очищають від коротких домішок на куколевідбірниках. Для цього застосовують робочі органи з різним діаметром чарунок: для дрібної фракції – 5,5 мм, для крупної – 6,0 мм. Така операція дає змогу ефективно видалити основну масу куколю, насіння бобових культур та інших коротких домішок, які за розмірами і формою відрізняються від зерна вівса. Після завершення очищення крупну та дрібну фракції направляють у проміжні бункери, де вони тимчасово зберігаються перед гідротермічною обробкою.

Гідротермічну обробку проводять окремо для крупної та дрібної фракцій. Такий підхід забезпечує більш рівномірне прогрівання і зволоження зерна, а також дає змогу підібрати оптимальні режими обробки залежно від розміру зернівок. Пропарювання здійснюють у горизонтальних пропарювачах безперервної дії за тиску пари 0,05 – 0,10 МПа. У процесі пропарювання зерно набуває кращих технологічних властивостей: оболонки стають більш крихкими після подальшого сушіння, ядро зміцнюється, знижується його подрібнюваність під час лущення, а також покращуються споживчі властивості готової крупи.

Після пропарювання зерно піддають сушінню до вологості, що залежить від способу подальшого лущення. Якщо лущення передбачається здійснювати в поставах, зерно висушують до вологості близько 10,0 %. Якщо ж лущення проводять в оббивальних машинах із наждаковим циліндром, оптимальна вологість зерна після сушіння повинна становити 13,5 – 14,0 %. Дотримання цих параметрів є необхідною умовою для забезпечення ефективного відокремлення оболонок і зменшення дроблення ядра.

Сушіння несортованого за крупністю зерна є менш ефективним, оскільки зернівки різного розміру висихають нерівномірно. Дрібне зерно за таких умов може пересушуватися, набувати коричневого забарвлення та втрачати якість, тоді як крупне зерно, навпаки, може залишатися недостатньо висушеним. Тому попередній поділ зерна на фракції є важливою передумовою стабільної роботи технологічної лінії та отримання високоякісної вівсяної крупи.

Вважається, що за загальної вологості зерна близько 10,0 % вологість його оболонок після підсушування повинна становити приблизно 4 – 6 %. За таких умов оболонки стають крихкими, легко руйнуються під час лущення і краще відокремлюються від ядра. Це сприяє підвищенню ефективності лущення, зменшенню кількості недолущених зерен і поліпшенню якості готового продукту.

Після завершення сушіння зерно необхідно охолодити. Для цього його пропускають через охолоджувальні колонки або пневмоаспіраційне обладнання з розімкнутим циклом повітря. Охолодження запобігає конденсації вологи, самозігріванню зерна та погіршенню його технологічних властивостей. Температура зерна після охолодження повинна перевищувати температуру повітря у виробничому приміщенні не більше ніж на 10 °С. Дотримання цієї вимоги забезпечує стабільність подальших операцій лущення, сортування та отримання крупи належної якості.

2.2 Пропозиції щодо удосконалення технологічної лінії з виробництва вівсяної крупи

За результатами аналізу чинної технологічної схеми виробництва вівсяної крупи встановлено, що одним із найбільш суттєвих обмежувальних чинників є послідовне проведення гідротермічної обробки крупної та дрібної фракцій зерна. Ця операція завершує підготовчий етап переробки і має визначальний вплив на подальше лущення, вихід крупи, кількість побічних продуктів та загальну якість готової продукції.

Недостатня продуктивність або нерівномірність гідротермічної обробки може призводити до погіршення технологічних властивостей зерна, збільшення частки битого ядра, утворення мучки, зниження товарного вигляду крупи та погіршення її споживчих характеристик. Оскільки крупна і дрібна фракції відрізняються розмірами, масою та інтенсивністю вологотеплового оброблення, їх почергова обробка на одному комплекті обладнання ускладнює підтримання оптимальних режимів і знижує загальну ефективність роботи лінії.

З метою усунення зазначеного недоліку пропонується модернізувати ділянку гідротермічної обробки шляхом встановлення сучасного обладнання фірми «Оліс», зокрема пропарювача ППШ-О та сушарки СХО. Доцільним є також впровадження паралельної технологічної лінії, що забезпечить одночасну обробку крупної та дрібної фракцій зерна вівса без необхідності постійного переналаштування обладнання.

Запропоноване технічне рішення дозволить забезпечити більш стабільні режими пропарювання, сушіння та охолодження для кожної фракції окремо. Це сприятиме рівномірнішому підготовленню зерна до лущення, кращому відокремленню оболонок, зменшенню пошкодження ядра та підвищенню виходу якісної вівсяної крупи. Крім того, паралельна обробка фракцій підвищить пропускну здатність підготовчого відділення, скоротить простої обладнання та позитивно вплине на економічні показники роботи підприємства.

Таким чином, модернізація ділянки гідротермічної обробки є обґрунтованим і технологічно доцільним заходом, спрямованим на підвищення ефективності виробництва, стабілізацію якості готової продукції, зменшення кількості мучки та битого зерна, а також покращення конкурентоспроможності підприємства на ринку круп’яної продукції.

2.3 Опис модернізованої технологічної лінії

У підготовчому відділенні здійснюється комплекс операцій, спрямованих на доведення зерна вівса до стану, придатного для подальшої переробки в крупу. На цьому етапі зернову масу очищають від сторонніх домішок, розділяють за крупністю на велику та дрібну фракції, після чого направляють у проміжні бункери. Надалі для кожної фракції окремо виконують гідротермічну обробку відповідно до прийнятої технологічної схеми (рисунок 2.2).

Початковою операцією підготовки є видалення грубих випадкових домішок, які можуть потрапляти в зернову масу під час збирання, транспортування або зберігання. Для цього застосовують скальператори, які забезпечують попереднє

очищення зерна від великих сторонніх включень. Після цього зерно подають на перший сепараторний прохід, де з нього виділяють крупні, легкі та дрібні домішки. Крупна домішка може містити зерна інших культурних рослин, а також окремі великі зерна вівса, тому такі відходи переважно відносять до I – II категорії.

Дрібна домішка, як правило, містить дрібні мінеральні включення, пилоподібні частинки та дрібний овес. У зв'язку з цим її направляють на додаткове просіювання в систему контролю відходів. Легкі домішки складаються переважно із соломистих частинок, лусочок, пилу та інших легких фракцій. Через наявність мінерального пилу такі домішки відносять до відходів III категорії.

Після проходження першого етапу сепарування основний потік зерна надходить на каменевідбірник. Це обладнання призначене для вилучення важких мінеральних домішок, які за розмірами можуть бути близькими до зерна, але відрізняються від нього за густиною. За правильного налаштування каменевідбірник забезпечує майже повне видалення камінців, піску, грудочок ґрунту та інших твердих домішок, що важливо для запобігання пошкодженню робочих органів машин і підвищення якості готової продукції.

Для більш повного відокремлення дрібного вівса основну зернову масу двічі послідовно сортують на розсівах. На першій системі через сита з отворами 1,8×20 мм відокремлюють значну частину дрібного вівса, який має низьку технологічну цінність і направляється на контроль відходів. Після цього основне зерно подають на другу систему розсіву, де відбувається його поділ на крупну та дрібну фракції. Крупна фракція формується сходом із сит 2,2×20 мм, а дрібна – проходом через ці сита.

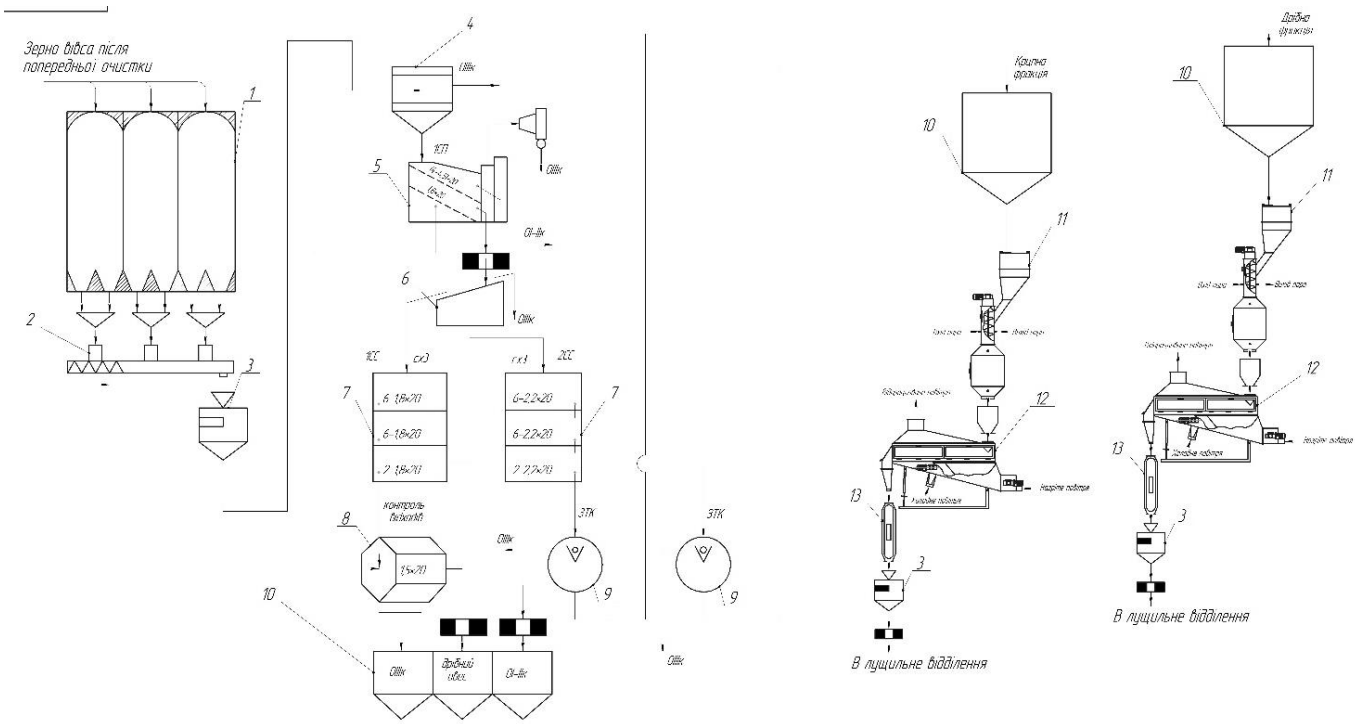


Рисунок 2.2 – Модернізована технологічна схема підготовчого відділення лінії з виробництва вівсяної крупи

1 – бункери неочищеного зерна; 2 – дозатори зерна; 3 – ваги автоматичні; 4 – скальператор; 5 – сепаратор; 6 – каменевідбірник; 7 – розсів А1-БРУ; 8 – бурат; 9 – куколевідбірник; 10 – проміжні ємкості; 11 – пропарювач; 12 – сушарка; 13 – охолоджувальна колонка.

Розділення зерна вівса за крупністю є важливою умовою стабільного перебігу подальших технологічних операцій. Великі та дрібні зернівки мають різну масу, розмір, товщину оболонок і неоднаково реагують на пропарювання, сушіння та лущення. Тому пофракційна підготовка дозволяє більш точно підбирати режими обробки, зменшувати втрати сировини, покращувати умови відокремлення оболонок і підвищувати вихід якісної крупи.

Після сортування обидві фракції додатково очищають від коротких домішок на куколевідбірниках. Для дрібної фракції застосовують чарунки діаметром 5,5 мм, а для крупної – 6,0 мм. Такий підбір робочих органів дає змогу ефективно видалити кукіль, насіння бобових культур та інші короткі домішки, які можуть негативно впливати на якість готової продукції. Після завершення очищення крупну та дрібну

фракції подають у проміжні бункери, з яких вони надходять на гідротермічну обробку.

У модернізованій технологічній схемі гідротермічна обробка крупної та дрібної фракцій проводиться одночасно, у паралельних потоках. Такий підхід дозволяє уникнути черговості оброблення, скоротити простої обладнання та забезпечити стабільні режими для кожної фракції окремо. Пропарювання зерна здійснюється у вертикальних пропарювачах безперервної дії ППШ-О за тиску пари 0,05 – 0,10 МПа. У процесі пропарювання відбувається прогрівання зерна, часткове зволоження оболонок і зміна структурно-механічних властивостей ядра, що позитивно впливає на подальше лущення.

Після пропарювання зерно піддають сушінню на сушарках СХО. Кінцева вологість зерна залежить від способу його подальшого лущення. Якщо лущення здійснюється в поставах, зерно висушують до вологості близько 10,0 %. У разі використання оббивальних машин із наждаковим циліндром оптимальна вологість після сушіння повинна становити 13,5 – 14,0 %. Дотримання цих параметрів має важливе значення, оскільки від вологості зерна залежить ефективність руйнування оболонок, ступінь пошкодження ядра та кількість утвореної мучки.

Перевагою пофракційної технології є можливість застосування диференційованих режимів сушіння для крупної та дрібної фракцій. Це дає змогу уникнути нерівномірного висушування зернової маси. Якщо сушити несортоване зерно, дрібні зернівки можуть пересушуватися, набувати темнішого або коричнюватого відтінку, тоді як великі зерна залишатимуться недостатньо висушеними. Така нерівномірність негативно впливає на процес лущення, товарний вигляд крупи та її споживчі властивості.

За загальної вологості зерна близько 10,0 % вологість оболонок після підсушування повинна становити приблизно 4 – 6 %. За таких умов оболонки стають крихкими, легше руйнуються під час лущення і краще відокремлюються від ядра. Це сприяє підвищенню ефективності лущення, зменшенню кількості недолущених зерен, битого ядра та мучки.

Після сушіння зерно обов'язково охолоджують. Для цього використовують охолоджувальні колонки або пневмоаспіраційне обладнання з розімкнутим циклом повітря. Охолодження необхідне для стабілізації температури зерна, запобігання конденсації вологи та збереження його технологічних властивостей перед лущенням. Температура зерна після охолодження повинна перевищувати температуру повітря у виробничому приміщенні не більше ніж на 10 °С.

Для виробництва вівсяної крупи використовують зерно, якість якого відповідає вимогам ДСТУ 4963:2008 «Овес. Технічні умови». Зерно повинно бути здоровим, без ознак самозігрівання, стороннього запаху, надмірної вологості, зараженості шкідниками та підвищеного вмісту домішок. У разі переробки зерна нормативної якості забезпечується базовий вихід готової продукції, який наведено на рисунку 2.3.

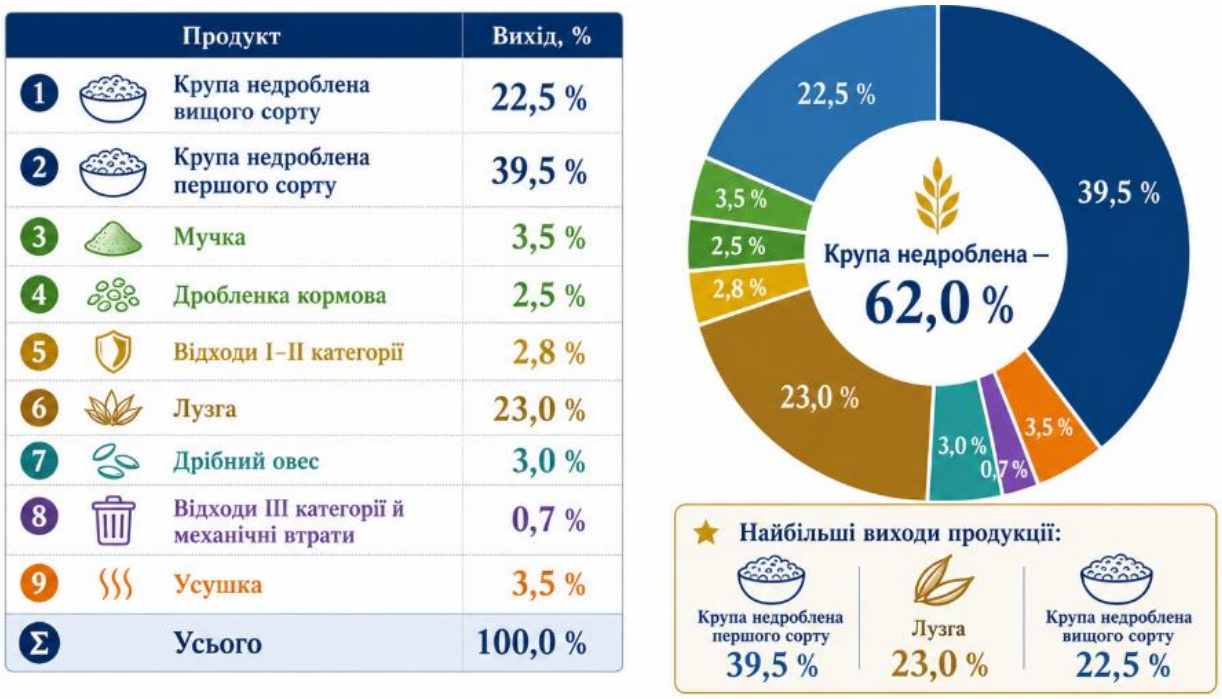


Рисунок 2.3 – Характеристика асортименту та норм виходу готової продукції з вівса, що відповідає базисним кондиціям

Вівсяна недроблена крупа всіх сортів повинна мати характерний сірувато-жовтий колір різних відтінків, запах, властивий пропареній вівсяній крупі, та специфічний слабовиражений гіркуватий присмак без сторонніх присмаків і

запахів. Основним показником якості готової продукції є вміст доброякісного ядра. Для крупи вищого ґатунку цей показник має становити не менше 99,0 %, а для першого ґатунку – не менше 98,5 %.

Крім того, у доброякісному ядрі нормується вміст колотих ядер. Їх кількість не повинна перевищувати 0,5 % для крупи вищого ґатунку, 1,0 % – для першого ґатунку та 2,0 % – для другого ґатунку. У готовій продукції також обмежується наявність недоброякісних зерен, сміттєвої домішки, мучки та металомагнітних включень. Зараженість крупи шкідниками хлібних запасів не допускається, оскільки це є обов'язковою вимогою до безпечності харчового продукту.

2.4 Характеристика готового продукту

Крупа вівсяна є готовим харчовим продуктом, який отримують у результаті переробки зерна вівса шляхом його очищення, гідротермічної обробки, лущення, шліфування, сортування та, за потреби, плющення. Відповідно до ДСТУ 7698:2015 «Крупи вівсяні. Технічні умови», цей стандарт поширюється на крупи вівсяні, призначені для продовольчих потреб і експортування.

Для виробництва вівсяних круп використовують зерно вівса, яке відповідає вимогам 1 – 3 класів згідно з ДСТУ 4963:2008 «Овес. Технічні умови». Для продуктів дитячого харчування використовують вівсяні неподрібнені крупи вищого ґатунку, виготовлені з вівса першого класу, вирощеного без застосування пестицидів.

Залежно від технології оброблення та якості готової продукції вівсяні крупи поділяють на два основні види: крупи вівсяні неподрібнені та крупи вівсяні плющені. Неподрібнені вівсяні крупи одержують із зерна вівса, яке пройшло ГТО, лущення та шліфування. Плющені крупи виготовляють шляхом плющення попередньо пропарених вівсяних неподрібнених круп. Обидва види продукції можуть вироблятися вищого, першого та другого ґатунків.

Вівсяна крупа як готовий продукт повинна мати зовнішній вигляд, властивий даному виду крупи: бути сипкою, однорідною за розміром і формою частинок, без

ознак злежування, пліснявіння, самозігрівання, наявності сторонніх включень і пошкоджень шкідниками. Ядра повинні бути достатньо очищеними від квіткових плівок, плодових і насіннєвих оболонок, мати характерний для вівсяної крупи вигляд і не містити домішок, що погіршують якість або безпечність продукту.

Органолептичні показники вівсяної крупи мають відповідати вимогам ДСТУ 7698:2015. Запах повинен бути властивим вівсяним пропареним крупам, без сторонніх запахів, не затхлим і не пліснявим. Смак має бути властивим вівсяним пропареним крупам, зі специфічним слабким гіркуватим присмаком, без сторонніх присмаків і не кислим. Колір готової продукції – сірувато-жовтий різних відтінків (таблиця 2.1).

Таблиця – Основні показники якості крупи вівсяної як готового продукту

Показник	Характеристика відповідно до вимог ДСТУ
Вид продукції	Крупи вівсяні неподрібнені або крупи вівсяні плющені
Призначення	Для продовольчих потреб і експортування
Ґатунок	Вищий, перший, другий
Зовнішній вигляд	Сипка маса, властива відповідному виду крупи, без сторонніх включень
Колір	Сірувато-жовтий різних відтінків
Запах	Властивий вівсяним пропареним крупам, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий
Смак	Властивий вівсяним пропареним крупам, зі специфічним слабким гіркуватим присмаком, без сторонніх присмаків, не кислий
Масова частка вологи	Не більше ніж 12,5 %
Зараженість шкідниками	Не дозволено
Металомагнітна домішка	Частинки до 0,3 мм і/або масою до 0,4 мг – не більше 3,0 мг/кг; частинки більшого розміру або маси – не дозволено
Безпечність	Вміст токсичних елементів, мікотоксинів, пестицидів і радіонуклідів не повинен перевищувати допустимих рівнів

Масова частка вологи у вівсяній крупі не повинна перевищувати 12,5 %. Дотримання цього показника має важливе технологічне й санітарне значення, оскільки підвищена вологість сприяє злежуванню крупи, розвитку мікрофлори, появі затхлого запаху та скороченню строку зберігання. Надмірно суха крупа, навпаки, може бути більш крихкою, що погіршує її товарний вигляд і збільшує кількість подрібнених частинок.

Зараженість вівсяної крупи шкідниками хлібних запасів не допускається. Це є однією з обов'язкових вимог до безпечності готового продукту. Також нормується вміст металомагнітної домішки: частинки розміром не більше 0,3 мм і/або масою до 0,4 мг допускаються в кількості не більше 3,0 мг на 1 кг крупи, тоді як частинки більшого розміру або маси не допускаються.

Вміст токсичних елементів, мікотоксинів, пестицидів і радіонуклідів у вівсяній крупі не повинен перевищувати допустимих рівнів, установлених чинними санітарними нормами та додатками до ДСТУ 7698:2015. Кожна партія вівсяних круп повинна супроводжуватися документами, що підтверджують якість і безпечність продукції, зокрема даними щодо вмісту пестицидів, токсичних елементів, мікотоксинів і радіонуклідів.

Пакування вівсяної крупи здійснюють у споживчу або транспортну тару. Крупи можуть фасувати у пакети масою нетто від 0,1 до 2 кг, а також у мішки масою від 5 до 50 кг. Пакети, пачки та мішки повинні бути цілими, чистими, сухими, без сторонніх запахів і не зараженими шкідниками. Маркування продукції наносять державною мовою із зазначенням назви продукту, виробника, маси нетто, дати виготовлення, строку придатності, умов зберігання, номера партії, харчової та енергетичної цінності, штрихового коду та позначення стандарту.

Гарантійний строк зберігання вівсяних круп становить 6 місяців з дати виготовлення за умови дотримання правил транспортування і зберігання. Після завершення гарантійного строку якість продукції може бути перевірена в акредитованій лабораторії, і за позитивних результатів її строк придатності може бути продовжений.

Отже, вівсяна крупа як готовий продукт повинна відповідати встановленим вимогам за органолептичними, фізико-хімічними, санітарно-гігієнічними та безпековими показниками. Дотримання вимог ДСТУ 7698:2015 забезпечує отримання якісної, безпечної, поживної та конкурентоспроможної продукції, придатної для реалізації на внутрішньому ринку та експортування.

Висновки за розділом

У розділі проаналізовано діючу технологічну лінію виробництва вівсяної крупи та встановлено, що підготовка зерна включає послідовні операції очищення, сортування, поділу на фракції, гідротермічної обробки, сушіння та охолодження. Особливе значення має попереднє розділення зерна на крупну і дрібну фракції, оскільки зернівки різного розміру по-різному реагують на пропарювання, сушіння та лущення.

Визначено, що основним недоліком діючої схеми є почергове проведення гідротермічної обробки крупної та дрібної фракцій. Така організація процесу знижує пропускну здатність підготовчого відділення, ускладнює підтримання оптимальних режимів обробки та може негативно впливати на якість подальшого лущення зерна.

Запропонована модернізація передбачає впровадження паралельної гідротермічної обробки крупної та дрібної фракцій із використанням пропарювача ППШ-О та сушарки СХО. Це дає змогу одночасно обробляти обидві фракції, зменшити простої обладнання, стабілізувати режими пропарювання, сушіння й охолодження та підвищити ефективність роботи лінії.

Обґрунтовано, що пофракційна обробка зерна дозволяє уникнути пересушування дрібних зернівок і недосушування крупних, що є важливою умовою збереження товарного вигляду та технологічних властивостей сировини. За вологості зерна близько 10,0 % оболонки стають крихкими, краще руйнуються під час лущення, що сприяє зменшенню кількості мучки, битого ядра та недолущених зерен.

Наведено характеристику готового продукту відповідно до ДСТУ 7698:2015. Вівсяна крупа повинна бути сипкою, мати сірувато-жовтий колір різних відтінків, властивий запах і слабкий гіркуватий присмак без сторонніх запахів і присмаків. Масова частка вологи не повинна перевищувати 12,5 %, зараженість шкідниками не допускається, а вміст металомагнітних домішок і небезпечних речовин має відповідати нормативним вимогам.

Отже, модернізація технологічної лінії з виробництва вівсяної крупи є технічно обґрунтованою, оскільки спрямована на підвищення стабільності технологічного процесу, покращення якості готової продукції, зменшення втрат сировини та підвищення конкурентоспроможності підприємства.

3 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА

3.1 Технологічний розрахунок

У зв’язку з тим, що під час модернізації технологічної лінії було змінено склад основного обладнання, доцільно виконати уточнений продуктовий розрахунок, а також провести перевірочний розрахунок технологічного устаткування. Це дасть змогу оцінити відповідність прийнятого обладнання заданій продуктивності лінії та встановити необхідну кількість сировини для забезпечення планового випуску готової продукції.

Згідно з прийнятими вихідними даними, загальний вихід вівсяної крупи становить 62 %, а змінний обсяг виробництва готової продукції – 1100 кг.

Для визначення необхідної кількості зерна вівса складаємо пропорцію:

1100 кг – 62 %

C кг – 100 %

$$C = \frac{1100 \cdot 100}{62} = 1774,2 \text{ кг}$$

де C – кількість сировини необхідна для виробництва крупи.

Вілповідно, для виробництва вівсяної крупи необхідно 1774,2 кг зерна вівса за зміну, а оскільки лінія працює в одну зміну то відповідно і 1774,2 кг/добу.

Річну потребу у сировині C_p, т/рік визначаємо за формулою: [6, 7]

$$C_p = \frac{C \cdot Д}{1000}, \tag{3.1}$$

де C – кількість сировини яку потрібно переробити протягом зміни, кг;

Д – кількість днів роботи підприємства протягом року, *Д* = 285.

$$C_p = \frac{1774,2 \cdot 285}{1000} = 505,6 \text{ т/рік}$$

Отримані розрахункові та нормативні дані представлені у таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Обсяг виробництва вівсяної крупи та необхідна кількість зернової сировини

№	Найменування продукції	Об'єм виробітку кг/зміну	Норма виходу,%	Потрібна кількість сировини	
				кг/зм	т/рік
1	Крупа вівсяна	1100	62,0	1774,2	505,6
	Всього	1100		1774,2	505,6

Відповідно до встановлених норм виходу продукції виконаємо розрахунок змінного виходу вівсяної крупи та побічних продуктів переробки зерна за такою формулою: [6, 7]

$$B_з = \frac{C \cdot N_в}{100} \quad , \tag{3.2}$$

де $B_З$ – вихід готової продукції за зміну, кг;

С – кількість зерна необхідна протягом зміни, кг;

$N_в$ – вихід продуктів переробки зерна, %.

Для крупи вівсяної маємо:

1. Всього крупи вівсяної:

$$B_з = \frac{1774,2 \cdot 62}{100} = 1100 \text{ кг}$$

2. Мучка:

$$B_{м} = \frac{1774,2 \cdot 3,5}{100} = 56,7 \text{ кг}$$

3. Дробленка кормова:

$$B_{д} = \frac{1774,2 \cdot 2,5}{100} = 44,4 \text{ кг}$$

4. Відходи I – II категорії:

$$B_{в} = \frac{1774,2 \cdot 2,8}{100} = 49,6 \text{ кг}$$

5. Лузга:

$$B_{л} = \frac{1774,2 \cdot 23}{100} = 408,1 \text{ кг}$$

6. Дрібний овес

$$B_{др} = \frac{1774,2 \cdot 3,0}{100} = 53,2 \text{ кг}$$

7. Відходи III категорії:

$$B_{в} = \frac{1774,2 \cdot 0,7}{100} = 12,4 \text{ кг}$$

8. Усушка:

$$B_в = \frac{1774,2 \cdot 3,5}{100} = 62,1 \text{ кг}$$

Результати проведених розрахунків представлено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Вихід основної та побічної продукції під час виробництва вівсяної крупи

Продукти переробки	Норма виходу, %	Вихід за зміну, кг
Крупу недроблена:	62,0	1100
Мучка	3,5	56,7
Дробленка кормова	2,5	44,4
Відходи I – II категорії	2,8	49,6
Лузга	23,0	408,1
Дрібний овес	3,0	53,2
Відходи III категорії й механічні втрати	0,7	12,4
Усушка	3,5	62,1
Усього:	100,0	1774,2

3.2 Коротка характеристика обраного обладнання

Пропарювач ППШ-О, зображений на рисунку 3.1, призначений для проведення гідротермічної обробки зерна вівса з метою поліпшення його технологічних властивостей перед подальшим лущенням.

Зернова суміш через приймальний патрубок самопливом надходить у робочу камеру пропарювача, де відбувається її рівномірне прогрівання, перемішування та взаємодія з водяною парою. Після завершення обробки продукт самопливом виводиться з апарата та направляється на наступну технологічну операцію. Для забезпечення стабільної подачі зерна пропарювач доцільно додатково укомплектувати приймальним бункером.

До основних переваг пропарювача ППШ-О належать можливість роботи в безперервному режимі, надійність експлуатації, простота конструкції, зручність обслуговування та стабільність проведення гідротермічної обробки. Основні технічні характеристики обладнання наведено в таблиці 3.3 [15].



Рисунок 3.1 – Загальний вигляд пропарювача ППШ-О

Таблиця 3.3 – Коротка технічна характеристика пропарювача ППШ-О

Продуктивність т/год.	до 3,0
Витрата пару, кг/год.	150 – 200
Потужність встановленого електродвигуна, кВт	2,2
Габаритні розміри. Довжина Ширина Висота	 730 700 1200
Маса, кг	170

Сушарка для вівсяних круп та зерна марки СХО (рисунок 3.2) призначена для термічної обробки круп та зерна, що продуваються повітрям. [15]



Рисунок 3.3 – Сушарка марки СХО, загальний вигляд

Вихідний продукт поступає в робочу зону сита через живильний патрубок з регулювальною засувкою. Термічна обробка виконується розрідженним повітрям при цьому повітря пропускається через продукт проти сили тяжіння приводячи його в псевдорозріджений стан. Продукт постійно рухається від точки приймання до точки відвантаження що виключає його перегрівання. Висушений продукт виводиться через випускний пристрій. Технічні параметри сушарок для вказані в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Технічна характеристика сушарки СХО

Марка	СХО
Площа сит, м²	0,5
Продуктивність, кг/год	600 – 800
Температура агенту сушіння, °С	90 – 120
Витрата агенту сушіння, м³/год	3500 – 4 00
Кут нахилу робочого сита, град.	2 – 7
Габаритні розміри, мм довжина ширина висота	 1890 480 1800
Маса, кг	240

3.3 Перевірочний розрахунок технологічного обладнання лінії

Продуктивність підготовчого відділення складає 2 т/добу.

Розрахункове значення місткості бункерів V_p (м^3) визначаємо за формулою:

$$V_p = \frac{C_n \cdot Q_{зад} \cdot \tau}{\gamma \cdot 24 \cdot 100 \cdot K_в} \quad , \tag{3.3}$$

де C_n – кількість зерна, відходів, готової продукції на даному етапі технологічного процесу, %;

$Q_{зад}$ – задана продуктивність підприємства, т/добу;

τ – час знаходження відповідного продукту в бункерах, год;

γ – натура зерна або об'ємна маса відповідного продукту, т/м^3, для вівса приймаємо γ = 0,70 т/м^3;

$K_в$ – коефіцієнт використання обсягу бункерів, який слід приймати в залежності від співвідношення вертикального «*h*» і горизонтального «*b*» розміру бункера.

Час перебування зерна в бункерах для неочищеного зерна приймаємо 30 год роботи технологічної лінії. [8]

Бункери для неочищеного зерна. Число бункерів знаходимо за формулою:

$$n = \frac{V_p}{V_б}, \tag{3.4}$$

де V_p – будівельна місткість бункерів, м^3;

$V_б$ – місткість одного бункера, м^3.

Відповідно до формули (3.2) число бункерів:

$$n = \frac{25}{8,6} = 2,9 \approx 3 \text{ бункера.}$$

Виходячи з проведених розрахунків, для забезпечення безперервної роботи технологічної лінії приймаємо 3 бункери для неочищеного зерна.

Наступним етапом є розрахунок бункерів, призначених для тимчасового зберігання відходів. У процесі підготовки зерна вівса до переробки утворюються відходи I, II та III категорій. Відходи I та II категорій підлягають обов'язковому контролю, оскільки можуть містити частину придатного зернового матеріалу, який доцільно додатково виділити та повернути у виробничий процес або використати як побічну продукцію.

Відходи III категорії, до яких належать чорний пил, легкі домішки, а також сходи з приймальних сит сепаратора, як правило, не підлягають додатковому контролю та зважуванню, оскільки мають низьку технологічну й кормову цінність.

Під час розрахунку лінії контролю відходів кількість відходів I та II категорій приймаємо на рівні 3 % від маси зерна, що надходить на переробку, а кількість відходів III категорії – 1 %. Об'ємну масу відходів приймаємо залежно від їх складу та фізичних властивостей: для відходів I та II категорій $\gamma = 0,35$ т/м^3; тоді як для відходів III категорії $\gamma = 0,4$ т/м^3 [12].

Місткість бункерів для тимчасового накопичення відходів у цеху визначають із розрахунку забезпечення їх зберігання протягом 3 – 5 діб. Такий запас дає змогу організувати безперервну роботу технологічної лінії, своєчасне накопичення відходів та їх подальше вивезення або передавання на повторне використання без зупинки виробничого процесу.

Розрахунок необхідної місткості бункера виконуємо за відповідною формулою. Для цього попередньо задаємо конструктивні розміри бункера, які забезпечують достатній об'єм для зберігання відходів і зручність його експлуатації. Розміри бункера приймаємо такими: $h = 2,0$ м, а $b = 1,5 \times 1,5$ м.

Виходячи з того, що $\frac{h}{b}=\frac{4,8}{1,5}=3,2$ $K_в$ приймаємо 0,85 [6]. Приймемо зберігання протягом трьох діб, тоді $\gamma=0,24\cdot 3=72$ год.

$$V_р=\frac{3\cdot 2\cdot 72}{0,35\cdot 24\cdot 100\cdot 0,85}=3,4 \text{ м}^3.$$

Місткість одного бункера $V_б$ (м^3) розраховуємо за формулою:

$$V_б=2\cdot 1,5\cdot 1,5=4,5 \text{ м}^3.$$

Число бункерів знаходимо за формулою:

$$n=\frac{3,4}{4,5}=0,7 \text{ бункера.}$$

Приймаємо кількість бункерів для відходів I, II та III категорії – 1 бункер для кожної категорії і відповідно один бункер для дрібного вівса.

Перевірочні розрахунки технологічного встаткування для відділення гідротермічної обробки приведемо залежно від заданої продуктивності лінії, кількісного балансу продуктів переробки, виду продукції, що переробляється, і норм навантажень на робочі органи.

Основними з розрахункових показників будуть кількість прийнятого обладнання, тривалість його роботи на протязі зміни, розрахункова продуктивність та коефіцієнт завантаження.

Розрахунок кількості прийнятого обладнання будемо проводити за наступною формулою:

$$n_м=\frac{q_{год}}{q_м}, \qquad (3.5)$$

де $q_м$ – годинна продуктивність машини (згідно технічної характеристики), кг/год.

- для пропарювача ППШ-О:

$$n_м = \frac{221,7}{500} = 0,44$$

Приймаємо одну машину.

- для сушарки СХО:

$$n_м = \frac{221,7}{500} = 0,44$$

Знаючи необхідну кількість машин та їх продуктивність (з технічної характеристики) ми можемо розрахувати час роботи технологічного устаткування за формулою:

$$t_р = \frac{m_{зм}}{q_м \cdot n_м}, \qquad (3.6)$$

де $t_р$ – час роботи, год;

$m_{зм}$ – кількість сировини, що переробляється за зміну (повинна відповідати змінній продуктивності), кг;

$q_м$ – змінна продуктивність машини, кг/зм;

$n_м$ – кількість машин або установок.

- для пропарювача ППШ-О:

$$t_р = \frac{1774,2}{4000 \cdot 1} = 0,44 \text{ год.}$$

- для сушарки СХО:

$$t_p = \frac{1774,2}{4000 \cdot 1} = 0,44 \quad \text{год.}$$

Наступним етапом розрахунку є визначення ступеня завантаження технологічного обладнання, що дає змогу оцінити ефективність його використання та відповідність прийнятих машин заданій продуктивності лінії.

Ступінь завантаження технологічного устаткування визначають по формулі:

$$K_{зав} = \frac{m_{зм}}{\left(q_м \cdot n_м \cdot квч \cdot t_{зм}\right)} \cdot 100\%, \qquad (3.7)$$

де $K_{зав}$ – ступінь завантаження технологічного устаткування;

$m_{зм}$ – кількість сировини, що переробляється, в зміну, кг;

$q_м$ – годинна продуктивність машини, кг/год;

$n_м$ – кількість машин певного виду;

$квч$ – коефіцієнт, що враховує використання часу зміни, 0,8;

$t_{зм}$ – тривалість зміни, год.

- для пропарювача ППШ-О:

$$K_{зав} = \frac{1774,2}{\left(500 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 7\right)} \cdot 100\% = 63\%$$

- для сушарки СХО:

$$K_{зав} = \frac{1774,2}{\left(500 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 7\right)} \cdot 100\% = 63\%$$

3.4 Розрахунок виробничих площ і розміщення обладнання в основних приміщеннях цеху

Компонування обладнання підготовчого відділення виконано з урахуванням послідовності технологічного процесу виробництва вівсяної крупи. У відділенні передбачено операції оперативного накопичення зерна, дозування, зважування, попереднього очищення, сепарування, видалення мінеральних домішок, сортування зерна за крупністю, контролю відходів, очищення фракцій від коротких домішок, проміжного накопичення та паралельної гідротермічної обробки крупної і дрібної фракцій. Така структура відповідає модернізованій технологічній схемі, у якій після поділу зерна на фракції гідротермічна обробка здійснюється окремими паралельними потоками.

Обладнання доцільно розміщувати за прямолінійно-потоковим принципом, тобто відповідно до напрямку руху зерна від приймання до передачі у лущильне відділення. Це дозволяє скоротити довжину транспортних комунікацій, зменшити кількість проміжних перевантажень, знизити втрати сировини та полегшити контроль за роботою кожної технологічної операції. Вхід зерна передбачено з боку ємностей для неочищеного зерна, а вихід підготовленої крупної та дрібної фракцій – у напрямку лущильного відділення.

Для підготовчого відділення прийнято виробниче приміщення прямокутної форми з габаритними розмірами:

$$L \cdot B = 36{,}0 \cdot 20{,}0 \text{ м} \tag{3.8}$$

де L – довжина приміщення, м;

B – ширина приміщення, м.

Площа виробничого приміщення становить:

$$F = L \cdot B, \tag{3.9}$$

$$F = 36,0 \cdot 20,0 = 720,0 \text{ м}^2$$

Отже, загальна площа підготовчого відділення становить 720 м².

Прийнята площа забезпечує розміщення основного технологічного обладнання, транспортних комунікацій, зон обслуговування, проходів для персоналу, ділянок контролю відходів, паралельної лінії гідротермічної обробки та необхідного резерву для ремонту й санітарного очищення обладнання.

Для попереднього обґрунтування площі приміщення визначено орієнтовну площу, яку займає основне технологічне обладнання (таблиця 3.5).

Таблиця 3.5 – Наявний перелік обладнання та його габаритні розміри

Поз.	Найменування обладнання	Кількість, шт.	Орієнтовні габарити, м	Площа, м²
1	Ємності для неочищеного зерна	4	1,2×1,2	5,76
2	Дозатор	1	1,0×0,8	0,80
3	Автоматичні ваги	1	1,5×1,0	1,50
4	Скальператор	1	2,2×1,2	2,64
5	Сепаратор	1	2,4×1,6	3,84
6	Каменевідбірник	1	2,0×1,2	2,40
7	Розсів А1-БРУ	2	2,3×1,5	6,90
8	Бурат контролю відходів	1	2,0×1,2	2,40
9	Куколевідбірник	2	2,2×1,0	4,40
10	Проміжні ємності	2	1,8×1,8	6,48
11	Пропарювач ППШ-О	2	1,6×1,4	4,48
12	Сушарка СХО	2	2,2×1,8	7,92
13	Охолоджувальна колонка	2	1,4×1,4	3,92
-	Транспортне, аспіраційне та допоміжне обладнання	-	-	25,00
	Разом	-	-	78,44

Розрахунок виконано за формулою:

$$F_{обл} = \sum (l_i \cdot b_i \cdot n_i), \qquad (3.10)$$

де $F_{обл}$ – сумарна площа, зайнята обладнанням, м²;

l_i – довжина одиниці обладнання, м;

b_i – ширина одиниці обладнання, м;

n_i – кількість одиниць обладнання, шт.

Сумарна орієнтовна площа, безпосередньо зайнята обладнанням, становить:

$$F_{обл} = 78,44 \text{ м}^2$$

Однак при компонуванні виробничого приміщення враховується не лише площа самих машин, а й проходи, зони обслуговування, місця для ремонту, санітарного очищення, аспіраційні й транспортні комунікації, а також розриви між обладнанням.

Коефіцієнт використання площі можна визначити за формулою:

$$K_{вик} = \frac{F_{обл}}{F}, \tag{3.11}$$

$$K_{вик} = \frac{78,44}{720,0} = 0,109$$

Отже, безпосередньо обладнання займає близько 10,9 % загальної площі приміщення. Решта площі використовується для проходів, зон обслуговування, транспортних зв'язків, санітарних розривів, проміжного накопичення, паралельних потоків гідротермічної обробки та можливого технічного переоснащення.

Такий розподіл площі є раціональним, оскільки забезпечує не тільки послідовне розміщення машин, а й зручний доступ до обладнання, можливість огляду, ремонту, санітарного очищення та контролю технологічного процесу (рисунок 3.4).

Висота підготовчого відділення повинна забезпечувати розміщення вертикального обладнання, бункерів, пропарювачів, сушарок, охолоджувальних

колонок, аспіраційних повітроводів, самопливних труб, норій або інших транспортних комунікацій. Особливо важливо врахувати, що у модернізованій схемі передбачено паралельну гідротермічну обробку крупної та дрібної фракцій, а для цього необхідне розміщення пропарювачів ППШ-О, сушарок СХО та охолоджувальних колонок.

Розрахункову висоту приміщення можна визначити за формулою:

$$H = h_{обл} + h_{ком} + h_{обсл} + h_{рез}\ , \qquad (3.12)$$

де H – прийнята висота виробничого приміщення, м;

$h_{обл}$ – максимальна висота технологічного обладнання, м;

$h_{ком}$ – висота, необхідна для розміщення транспортних і аспіраційних комунікацій, м;

$h_{обсл}$ – монтажний та обслуговуючий зазор, м;

$h_{рез}$ – конструктивний резерв висоти, м.

Для підготовчого відділення приймаємо: $h_{обл} = 5,2$ м; $h_{ком} = 0,8$ м; $h_{обсл} = 0,7$ м; $h_{рез} = 0,5$ м.

Тоді:

$$H = 5,2 + 0,8 + 0,7 + 0,5 = 7,2 \text{ м}$$

Отже, для підготовчого відділення доцільно прийняти висоту виробничого приміщення 7,2 м.

Прийняте компонування забезпечує логічну послідовність технологічного процесу: зерно спочатку надходить у ємності для неочищеного зерна, потім проходить дозування, зважування, очищення, сепарування, відбір мінеральних домішок, сортування, контроль відходів і очищення від коротких домішок. Після

цього крупна і дрібна фракції подаються у проміжні ємності та направляються на паралельну гідротермічну обробку.

Основною перевагою такого планувального рішення є поділ підготовчого відділення на функціональні зони. Це полегшує експлуатацію обладнання, зменшує перехрещення технологічних потоків, спрощує організацію аспірації та дозволяє ефективно контролювати якість зерна на кожному етапі. Паралельне розміщення двох ліній гідротермічної обробки забезпечує одночасне оброблення крупної та дрібної фракцій, що підвищує продуктивність і стабільність роботи підготовчого відділення.

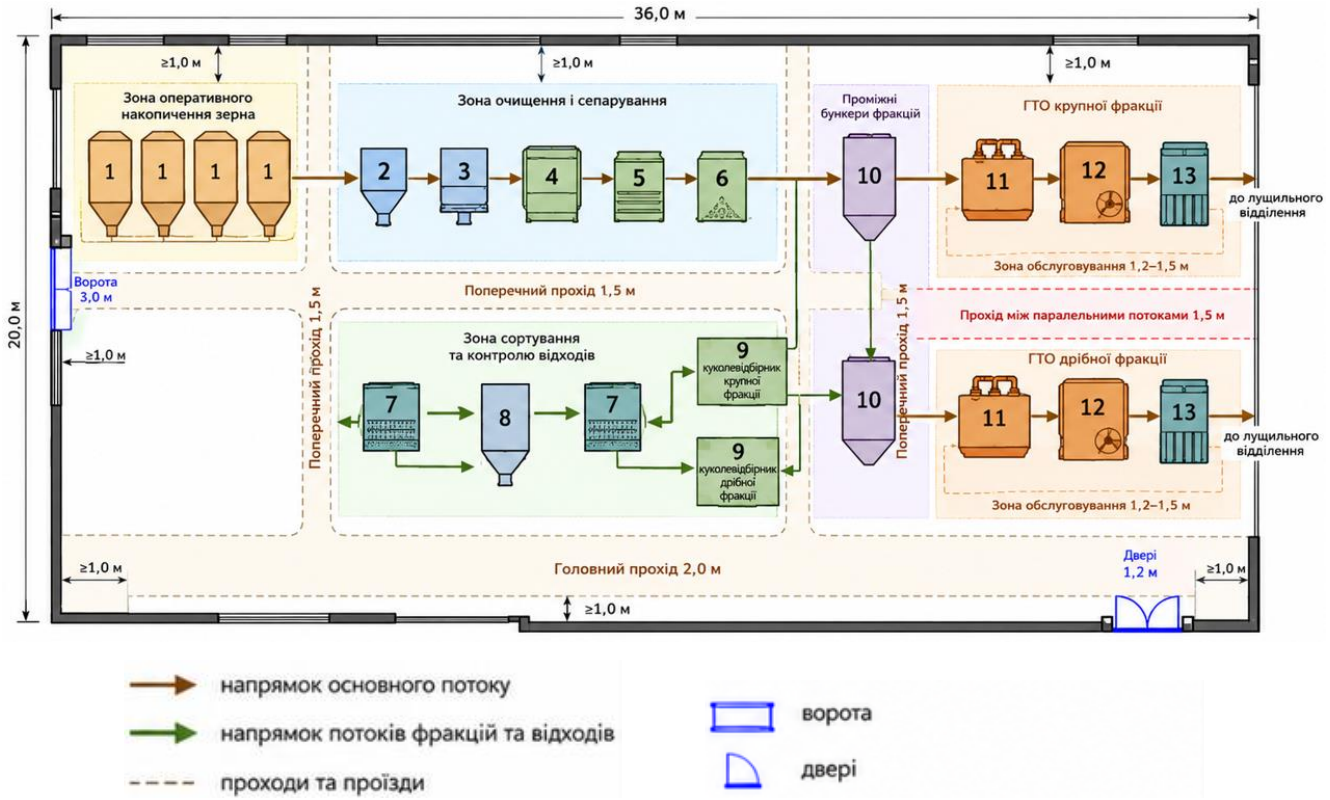


Рисунок 3.4 – План виробничого приміщення підготовчого відділення цеху з виробництва вівсяної крупи

1 – ємності для неочищеного зерна; 2 – дозатор; 3 – ваги автоматичні; 4 – скальператор; 5 – сепаратор; 6 – каменевідбірник; 7 – розсів А1-БРУ; 8 – бурат; 9 – трієр; 10 – проміжні ємності; 11 – пропарювач ППШ-О; 12 сушарка СХО; 13 – охолоджувальна колонка.

Таким чином, приміщення розміром 36,0×20,0 м і висотою 7,2 м є достатнім для розміщення обладнання підготовчого відділення, організації безпечних проходів, обслуговування машин, прокладання транспортних і аспіраційних комунікацій та забезпечення стабільної роботи модернізованої технологічної лінії з виробництва вівсяної крупи.

Висновки за розділом

Виконано уточнений продуктовий розрахунок технологічної лінії з виробництва вівсяної крупи. Встановлено, що за змінного обсягу виробництва 1100 кг готової продукції та виходу крупи 62 % необхідна кількість зерна вівса становить 1774,2 кг/зміну, або 505,6 т/рік за умови роботи підприємства 285 днів на рік.

Визначено структуру виходу продуктів переробки зерна вівса. Основна продукція – вівсяна крупа – становить 1100 кг/зміну, лузга – 408,1 кг/зміну, мучка – 56,7 кг/зміну, дробленка кормова – 44,4 кг/зміну, дрібний овес – 53,2 кг/зміну, відходи I – II категорії – 49,6 кг/зміну, відходи III категорії та механічні втрати – 12,4 кг/зміну, усушка – 62,1 кг/зміну.

Обґрунтовано вибір основного обладнання для модернізованої ділянки гідротермічної обробки. Пропарювач ППШ-О забезпечує безперервну гідротермічну обробку зерна, має продуктивність до 3,0 т/год і потужність електродвигуна 2,2 кВт. Сушарка СХО призначена для термічної обробки зерна у псевдорозрідженому шарі та має продуктивність 600 – 800 кг/год.

Виконано розрахунок виробничої площі та компонування обладнання. Для підготовчого відділення прийнято приміщення розміром 36,0×20,0 м, загальною площею 720 м². Орієнтовна площа, безпосередньо зайнята обладнанням, становить 78,44 м², висота приміщення – 7,2 м, а коефіцієнт використання площі – 0,109, що забезпечує достатній резерв для проходів, зон обслуговування, ремонту, санітарного очищення та транспортних комунікацій.

4 ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ НАССР

Система НАССР є інструментом запобігання небезпечним факторам, а не лише контролю готової продукції. Її впровадження дозволяє виявити потенційні біологічні, хімічні та фізичні небезпеки на кожному етапі технологічного процесу, визначити критичні точки контролю, установити допустимі межі параметрів, порядок моніторингу та коригувальні дії у разі відхилень.

У технології виробництва вівсяної крупи особливу увагу необхідно приділяти якості зерна вівса, видаленню мінеральних і металомагнітних домішок, попередженню зараженості шкідниками, контролю вологості після сушіння та недопущенню повторного забруднення продукту після гідротермічної обробки. У модернізованій технологічній схемі передбачено очищення зерна, поділ його на крупну та дрібну фракції, проміжне накопичення і паралельну гідротермічну обробку кожної фракції, що створює кращі умови для стабільного контролю якості й безпечності продукції.

На основі аналізу небезпечних факторів для виробництва вівсяної крупи доцільно виділити такі критичні контрольні точки або операційні програми-передумови, що мають найбільший вплив на безпечність готового продукту (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1 – Критичні контрольні точки виробництва вівсяної крупи

Позначення	Етап процесу	Небезпечний фактор
ККТ-1	Приймання зерна вівса	Мікотоксини, пестициди, токсичні елементи, зараженість шкідниками
ККТ-2	Сушіння після пропарювання	Підвищена вологість, ризик розвитку мікрофлори
ККТ-3	Контроль металомагнітних домішок перед пакуванням	Металеві включення
ККТ-4	Зберігання готової крупи	Зволоження, шкідники, вторинне забруднення

У даній технології особливо важливо контролювати вологість зерна після сушіння. У розглянутій схемі зазначено, що за подальшого лущення в поставах зерно висушують приблизно до 10,0 %, а за використання оббивальних машин із наждаковим циліндром – до 13,5 – 14,0 %. Дотримання цих режимів впливає не лише на якість лущення, а й на запобігання мікробіологічному псуванню продукту (таблиця 4.2).

Таблиця 4.2 – План контролю ККТ під час виробництва вівсяної крупи

ККТ	Що контролюється	Як контролюється	Періодичність
ККТ-1 Приймання зерна	Вологість, засміченість, зараженість, документи якості, показники безпечності	Органолептичний огляд, лабораторний аналіз, перевірка супровідних документів	Кожна партія
ККТ-2 Сушіння	Кінцева вологість зерна, рівномірність сушіння	Вологомір, контроль температури сушильного агента, відбір проб	Кожна партія або кожна зміна
ККТ-3 Металомагнітний контроль	Наявність металевих включень	Магнітні уловлювачі, металодетектор, контрольні тест-зразки	На початку зміни, під час роботи та після зупинок
ККТ-4 Зберігання готової продукції	Температура, відносна вологість, стан тари, наявність шкідників	Огляд складу, термометр, психрометр, контроль цілісності пакування	Щоденно

Висновки за розділом

Впровадження елементів системи НАССР під час виробництва вівсяної крупи дозволяє забезпечити системний контроль небезпечних факторів на всіх етапах технологічного процесу – від приймання зерна до зберігання готової продукції. Найбільш важливими етапами контролю є приймання сировини,

сушіння після гідротермічної обробки, видалення металомагнітних домішок і дотримання умов зберігання. Запропоновані заходи спрямовані на отримання безпечної, якісної та конкурентоспроможної вівсяної крупи, що відповідає вимогам нормативної документації та очікуванням споживачів.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1 Розробка карти безпеки праці для оператора лінії з виробництва вівсяної крупи

Впровадження картки безпеки праці для оператора лінії з виробництва вівсяної крупи є необхідним елементом організації безпечних умов праці у виробничому приміщенні. Технологічний процес передбачає роботу з обладнанням для очищення, сортування, гідротермічної обробки, сушіння та охолодження зерна, зокрема зі скальператором, сепаратором, каменевідбірником, розсійником А1-БРУ, куколевідбірником, пропарювачем ППШ-О, сушаркою СХО та охолоджувальною колонкою. Таке обладнання створює низку потенційних небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які повинні бути враховані під час організації роботи оператора.

Основними ризиками для працівника є травмування рухомими частинами машин, ураження електричним струмом, опіки парою або гарячими поверхнями, вплив зернового пилу, підвищений рівень шуму, ковзання на забрудненій підлозі, а також небезпека виникнення пилоповітряних сумішей у разі незадовільної роботи аспіраційної системи. Особливої уваги потребує ділянка гідротермічної обробки, де пропарювання зерна здійснюється у пропарювачах ППШ-О за тиску пари 0,05 – 0,10 МПа, а подальше сушіння проводиться на сушарках СХО.

Картка безпеки праці дозволяє систематизувати основні вимоги до безпечного виконання операцій, визначити засоби індивідуального захисту, порядок дій до початку роботи, під час роботи, після її завершення та у разі аварійної ситуації. Її використання сприяє зменшенню виробничого травматизму, підвищенню дисципліни персоналу, покращенню санітарного стану робочих місць і стабільній роботі технологічної лінії. Розроблена картка безпеки праці представлена на рисунку 5.1.



Рисунок 5.1 – Картка безпеки праці для операторів лінії з виробництва вівсяної крупи

5.2 Утилізація відходів круп’яного виробництва

У процесі виробництва вівсяної крупи поряд з основною продукцією утворюються побічні продукти та відходи: лузга, мучка, дробленка кормова, дрібний овес, відходи I – II категорії, відходи III категорії, мінеральні домішки, зерновий пил і пакувальні відходи. Раціональне використання цих матеріалів має важливе значення, оскільки дозволяє зменшити втрати сировини, знизити навантаження на довкілля та отримати додатковий економічний ефект для підприємства.

Найбільшу частку серед побічних продуктів переробки вівса становить лузга, яка може досягати близько 23 % від маси переробленого зерна. Крім того, утворюються мучка, дробленка кормова, дрібний овес і відходи очищення, які за умови відповідності санітарним вимогам можуть бути використані як кормова або технічна сировина.

Запропоновані шляхи утилізації (рисунок 5.2) дозволяють перейти від простого видалення відходів до їх раціонального використання. Найбільш цінні побічні продукти – мучка, дробленка кормова та дрібний овес – доцільно використовувати у комбікормовому виробництві. Лузгу, яка утворюється у значній кількості, раціонально спрямовувати на енергетичні або агротехнічні потреби. Відходи з низькою кормовою цінністю можуть використовуватися для компостування або виробництва біогазу.

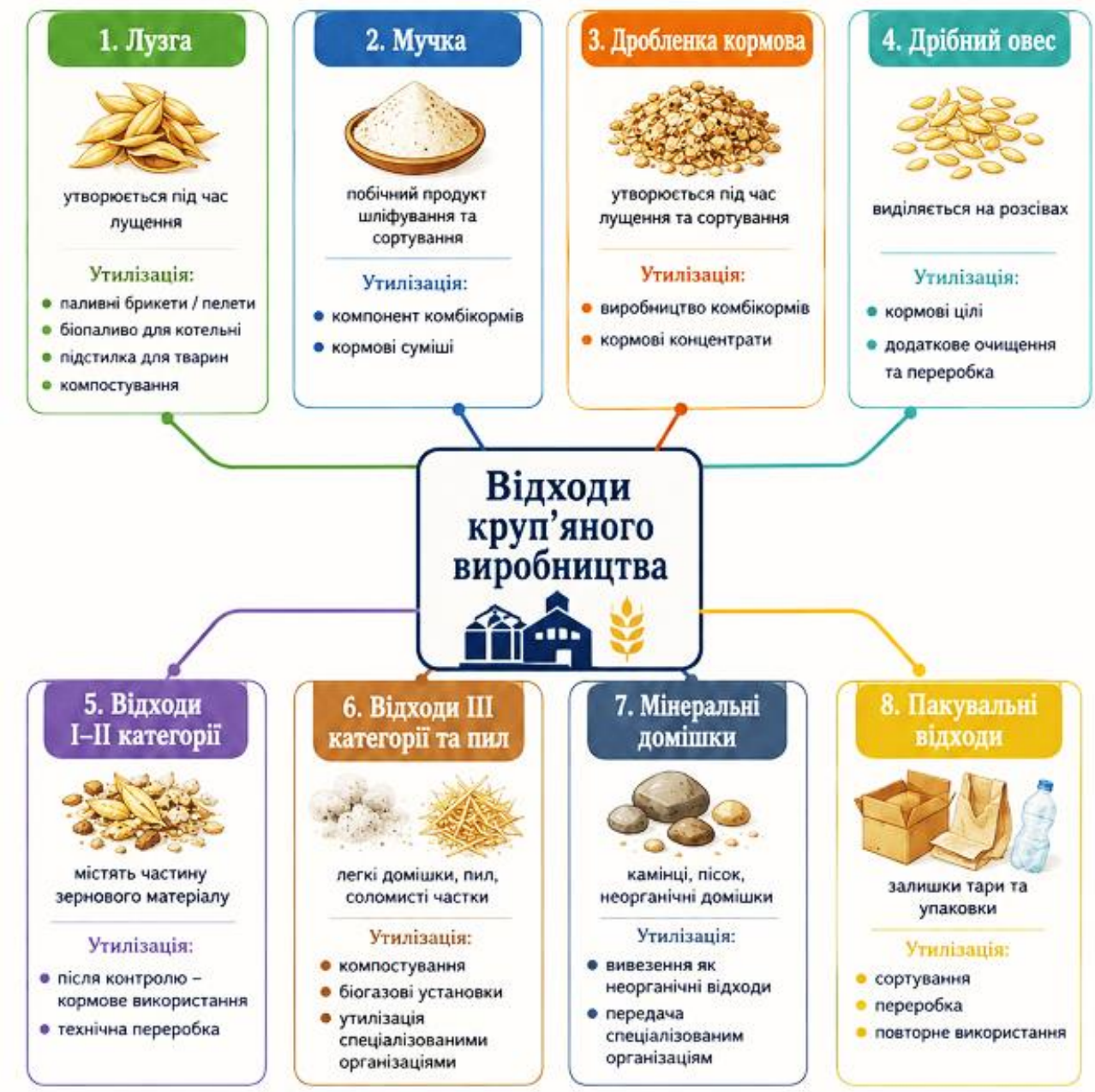


Рисунок 5.2 – Основні шляхи утилізації відходів круп'яного виробництва

Таким чином, комплексне використання відходів круп’яного виробництва забезпечує зменшення екологічного навантаження, скорочення витрат на їх вивезення, отримання додаткових ресурсів для підприємства та підвищення загальної ефективності виробництва вівсяної крупи.

Висновки за розділом

У розділі розглянуто основні питання охорони праці та захисту навколишнього середовища під час виробництва вівсяної крупи. Встановлено, що робота оператора технологічної лінії пов’язана з дією небезпечних і шкідливих факторів, зокрема рухомих частин обладнання, електричного струму, гарячої пари, нагрітих поверхонь, зернового пилу, шуму та можливого утворення пилоповітряних сумішей.

Розроблена картка безпеки праці для оператора лінії з виробництва вівсяної крупи систематизує вимоги до безпечної роботи з обладнанням, зокрема зі скальператором, сепаратором, каменевідбірником, розсійником А1-БРУ, куколевідбірником, пропарювачем ППШ-О, сушаркою СХО та охолоджувальною колонкою.

Запропоновані напрями утилізації відходів передбачають використання мучки, дробленки кормової та дрібного вівса у комбікормовому виробництві, спрямування лузги на енергетичні або агротехнічні потреби, а відходів із нижчою кормовою цінністю – на компостування, виробництво біогазу або передачу спеціалізованим організаціям.

Отже, впровадження заходів з охорони праці та раціональної утилізації відходів є важливою умовою безпечної, екологічно відповідальної та ефективної роботи цеху з виробництва вівсяної крупи.

6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

6.1 Вихідні дані для розрахунку

Модернізація технологічної лінії передбачає удосконалення ділянки гідротермічної обробки шляхом встановлення пропарювачів ППШ-О та сушарок СХО, а також організацію паралельної обробки крупної та дрібної фракцій зерна вівса. Таке рішення дозволяє одночасно обробляти обидві фракції, зменшити простої обладнання, стабілізувати режими пропарювання, сушіння та охолодження, а також підвищити ефективність роботи лінії.

За проєктним розрахунком, змінний обсяг виробництва вівсяної крупи становить 1100 кг/зміну, загальний вихід крупи – 62 %, а необхідна кількість зерна вівса – 1774,2 кг/зміну. За умови роботи підприємства 285 днів на рік річна потреба в сировині становить 505,6 т/рік (таблиця 6.1).

Таблиця 6.1 – Вихідні дані для техніко-економічного розрахунку

Показник	Значення
Змінний обсяг виробництва вівсяної крупи	1100 кг/зміну
Кількість робочих змін на добу	1
Кількість робочих днів на рік	285
Річний обсяг виробництва крупи	313,5 т/рік
Вихід готової крупи	62,0 %
Потреба зерна вівса за зміну	1774,2 кг
Річна потреба зерна вівса	505,6 т/рік
Площа підготовчого відділення	720 м²
Висота виробничого приміщення	7,2 м
Орієнтовна площа, зайнята обладнанням	78,44 м²
Коефіцієнт використання площі	0,109

Приміщення підготовчого відділення прийнято розміром 36,0×20,0 м, загальна площа становить 720 м², а висота – 7,2 м. Такі параметри забезпечують розміщення основного технологічного обладнання, транспортних і аспіраційних комунікацій, зон обслуговування та паралельних потоків гідротермічної обробки.

Орієнтовна площа, безпосередньо зайнята обладнанням, становить 78,44 м², або 10,9 % площі приміщення.

6.2 Розрахунок річного обсягу виробництва

Річний обсяг виробництва готової продукції визначається за формулою:

$$Q_р = Q_{зм} \cdot Д, \tag{6.1}$$

де $Q_р$ – річний обсяг виробництва крупи, кг/рік;

$Q_{зм}$ – змінний обсяг виробництва, кг/зміну;

$Д$ – кількість робочих днів на рік.

$$Q_р = 1100 \cdot 285 = 313{,}5 \text{ т/рік}$$

Отже, після модернізації лінія забезпечує виробництво 313,5 т вівсяної крупи на рік.

6.3 Розрахунок виходу побічної продукції та відходів

З урахуванням норм виходу продуктів переробки зерна вівса визначено річний обсяг основної та побічної продукції (таблиця 6.2).

Побічні продукти, зокрема мучка, дробленка кормова, дрібний овес і лузга, можуть бути реалізовані або використані у комбікормовому, енергетичному чи агротехнічному напрямі. Це дозволяє частково компенсувати виробничі витрати.

Таблиця 6.2 – Річний вихід продуктів переробки вівса

Продукт переробки	Норма виходу, %	Вихід за зміну, кг	Вихід за рік, т
Крупа вівсяна недроблена	62,0	1100,0	313,50
Мучка	3,5	56,7	16,16
Дробленка кормова	2,5	44,4	12,65
Відходи I–II категорії	2,8	49,6	14,14
Лузга	23,0	408,1	116,31
Дрібний овес	3,0	53,2	15,16
Відходи III категорії та механічні втрати	0,7	12,4	3,53
Усушка	3,5	62,1	17,70
Усього	100,0	1774,2	505,6

6.4 Розрахунок капітальних вкладень у модернізацію

До капітальних вкладень віднесено вартість основного технологічного обладнання, транспортних і аспіраційних комунікацій, монтажних робіт та пусконалагодження (таблиця 6.3).

Таблиця 6.3 – Орієнтовні капітальні вкладення у модернізацію лінії

Найменування витрат	Кількість	Орієнтовна вартість одиниці, грн	Загальна вартість, грн
Пропарювач ППШ-О	2	350000	700000
Сушарка СХО	2	450000	900000
Охолоджувальна колонка	2	120000	240000
Проміжні ємності, транспортні та аспіраційні комунікації	комплект	360000	360000
Монтажні роботи, пусконалагодження, підключення	20 % від вартості обладнання	-	440000
Проєктні та організаційні витрати	5 % від вартості обладнання	-	132000
Разом капітальні вкладення			2772000

Для подальших розрахунків приймаємо округлене значення капітальних вкладень: $K = 2,8$млн грн.

6.5 Розрахунок витрат на сировину

Витрати на закупівлю зерна вівса визначаємо за формулою:

$$B_c = Q_c \cdot Ц_c \ , \tag{6.2}$$

де B_c – річні витрати на сировину, грн;

Q_c – річна потреба у зерні вівса, т;

$Ц_c$ – ціна 1 т зерна вівса, грн/т, $Ц_c = 9000$, грн/тону.

Для розрахунку приймаємо орієнтовну закупівельну ціну зерна вівса:

$$B_c = 505,6 \cdot 9000 = 4550400 \text{ грн.}$$

Отже, річні витрати на зерно вівса становлять 4,55 млн грн.

6.6 Розрахунок витрат на пакування

Витрати на пакувальні матеріали визначаємо за формулою:

$$B_{пак} = Q_р \cdot H_{пак} \ , \tag{6.3}$$

де $B_{пак}$ – витрати на пакування, грн;

$Q_р$ – річний обсяг готової продукції, кг;

$H_{пак}$ – витрати пакування на 1 кг продукції, грн/кг. $H_{пак} = 1,8$ грн/кг.

$$B_{пак} = 313500 \cdot 1{,}8 = 564300 \text{ грн.}$$

Річні витрати на пакування становлять 564,3 тис. грн.

6.7 Розрахунок витрат на електроенергію

Річні витрати електроенергії визначаємо за формулою:

$$E = P \cdot K_з \cdot T, \tag{6.4}$$

де E – річне споживання електроенергії, кВт·год;

P – встановлена потужність обладнання, кВт, $P = 65$ кВт;

$K_з$ – коефіцієнт завантаження обладнання, $K_з = 0{,}65$;

T – річний фонд роботи обладнання, год, $T = 2280$ год.

$$E = 65 \cdot 0{,}65 \cdot 2280 = 96330 \text{ кВт·год.}$$

Вартість електроенергії:

$$B_{ел} = E \cdot Ц_{ел}, \tag{6.5}$$

де $Ц_{ел}$ – тариф на електроенергію, грн/кВт·год, $Ц_{ел} = 8$ грн/кВт·год.

$$B_{ел} = 96330 \cdot 8{,}0 = 770640 \text{ грн}$$

Річні витрати на електроенергію становлять 770,6 тис. грн.

6.8 Розрахунок витрат на теплову енергію, воду та пару

Оскільки модернізована лінія передбачає гідротермічну обробку зерна із застосуванням пропарювачів ППШ-О та сушарок СХО, до складу експлуатаційних витрат включають витрати на пару, воду та теплову енергію. Пропарювання зерна здійснюється у вертикальних пропарювачах безперервної дії за тиску пари 0,05 – 0,10 МПа, після чого зерно висушується на сушарках СХО до заданої вологості.

Приймаємо річні витрати на пару, воду та теплову енергію: $B_m = 320000$ грн/рік.

6.9 Розрахунок витрат на оплату праці

Річний фонд оплати праці визначаємо за формулою:

$$ФОП = Ч \cdot З_м \cdot 12 \cdot K_н \,, \qquad (6.6)$$

де $ФОП$ – річний фонд оплати праці з нарахуваннями, грн;

$Ч$ – чисельність працівників, осіб, $Ч = 4$ особи;

$З_м$ – середня місячна заробітна плата одного працівника, грн, $З_м = 18000$ грн;

$K_н$ – коефіцієнт нарахувань на заробітну плату, $K_н = 1,22$.

Приймаємо:

$$ФОП = 4 \cdot 18000 \cdot 12 \cdot 1,22 = 1054080 \text{ грн}$$

Річні витрати на оплату праці з нарахуваннями становлять 1,054 млн грн.

6.10 Розрахунок амортизації та витрат на ремонт

Річні амортизаційні відрахування визначаємо за формулою:

$$A = K \cdot H_a \,, \tag{6.7}$$

де A – амортизаційні відрахування, грн/рік;

K – капітальні вкладення, грн;

H_a – норма амортизації, $H_a = 10\%$.

Приймаємо норму амортизації:

$$A = 2800000 \cdot 0{,}10 = 280000 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт і технічне обслуговування приймаємо на рівні 5 % від капітальних вкладень:

$$B_{рем} = 2800000 \cdot 0{,}05 = 140000 \text{ грн.}$$

6.11 Розрахунок накладних витрат

Накладні витрати включають витрати на управління, санітарне обслуговування, охорону праці, лабораторний контроль, прибирання, освітлення, допоміжні матеріали та інші загальновиробничі витрати. Для спрощеного розрахунку приймаємо їх на рівні 15 % від суми прямих витрат.

$$B_{накл} = B_{прям} \cdot 0{,}15 \,, \tag{6.8}$$

Сума прямих витрат:

$$B_{прям} = 4550400 + 564300 + 770640 + 320000 + \\ + 1054080 + 280000 + 140000 = 7679420 \text{ грн.}$$

$$B_{накл} = 7679420 \cdot 0{,}15 = 1151913 \text{ грн.}$$

Результати розрахунку річних виробничих витрат представлені у таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Розрахунок річних виробничих витрат

Стаття витрат	Сума, грн/рік
Сировина – зерно вівса	4550400
Пакувальні матеріали	564300
Електроенергія	770640
Пара, вода, теплова енергія	320000
Оплата праці з нарахуваннями	1054080
Амортизація обладнання	280000
Ремонт і технічне обслуговування	140000
Накладні витрати	1151913
Разом виробничі витрати	8831333

6.12 Розрахунок доходу від реалізації основної та побічної продукції

Дохід від реалізації вівсяної крупи визначаємо за формулою:

$$Д_к = Q_р \cdot Ц_к \,, \tag{6.9}$$

де $Д_к$ – дохід від реалізації крупи, грн;

$Q_р$ – річний обсяг готової крупи, т;

$Ц_к$ – відпускна ціна 1 т вівсяної крупи, грн/т, $Ц_к = 32000$ грн/т.

$$Д_к = 313{,}5 \cdot 32000 = 10032000 \text{ грн.}$$

Дохід від реалізації основної продукції становить 10,032 млн грн.

Результати розрахунку орієнтовного доходу від реалізації побічної продукції представлені у таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 – Орієнтовний дохід від реалізації побічної продукції

Вид побічної продукції	Річний обсяг, т	Орієнтовна ціна, грн/т	Дохід, грн
Мучка	16,16	5000	80798
Дробленка кормова	12,65	4500	56943
Відходи I – II категорії	14,14	3000	42408
Лузга	116,31	1500	174463
Дрібний овес	15,16	4000	60648
Відходи III категорії	3,53	500	1767
Разом			417026

Загальний річний дохід від реалізації побічної продукції становить 417,0 тис. грн.

Загальний дохід підприємства становить:

$$Д_{заг} = Д_к + Д_{поб} \ , \qquad (6.10)$$

$$Д_{заг} = 10032000 + 417026 = 10449026 \text{ грн.}$$

6.13 Розрахунок прибутку

Балансовий прибуток визначається за формулою:

$$П = Д_{заг} - В_{заг} \ , \qquad (6.11)$$

де $П$ – річний прибуток, грн;

$Д_{заг}$ – загальний річний дохід, грн;

$В_{заг}$ – загальні річні витрати, грн.

$$П = 10449026 - 8831333 = 1617693 \text{ грн.}$$

Отже, орієнтовний річний прибуток після модернізації становить 1,62 млн грн.

6.14 Розрахунок собівартості одиниці продукції

Собівартість 1 кг вівсяної крупи з урахуванням доходу від реалізації побічної продукції визначаємо за формулою:

$$C_{1кг}=\frac{B_{заг}-Д_{поб}}{Q_р}, \tag{6.12}$$

де $C_{1кг}$ – собівартість 1 кг крупи, грн/кг;

$B_{заг}$ – загальні виробничі витрати, грн;

$Д_{поб}$ – дохід від реалізації побічної продукції, грн;

$Q_р$ – річний обсяг готової крупи, кг.

$$C_{1кг}=\frac{8831333-417026}{313500}=26,84 \text{ грн/кг.}$$

Отже, розрахункова собівартість 1 кг вівсяної крупи становить 26,84 грн/кг.

При відпускній ціні 32,00 грн/кг прибуток на 1 кг продукції становить:

$$П_{1кг}=32,00-26,84=5,16 \text{ грн/кг.}$$

6.15 Розрахунок рентабельності

Рентабельність виробництва визначаємо за формулою:

$$R = \frac{П}{B_{заг}} \cdot 100, \quad (6.13)$$

$$R = \frac{1617693}{8831333} \cdot 100 = 18,3\%$$

Рентабельність продажів:

$$R_{пр} = \frac{П}{B_{заг}} \cdot 100, \quad (6.14)$$

$$R_{пр} = \frac{1617693}{10449026} \cdot 100 = 15,5\%.$$

Отже, розрахункова рентабельність виробництва становить 18,3 %, а рентабельність продажів – 15,5 %.

6.16 Розрахунок строку окупності капітальних вкладень

Строк окупності визначається за формулою:

$$T_{ок} = \frac{К}{П}, \quad (6.15)$$

де $T_{ок}$ – строк окупності, років;

$К$ – капітальні вкладення, грн;

$П$ – річний прибуток, грн.

$$T_{ок} = \frac{2800000}{1617693} = 1,73 \text{ року}$$

Отже, орієнтовний строк окупності модернізації становить 1,7 року.

Зведені техніко-економічні показники модернізації представлені у таблиці 6.6.

Таблиця 6.6 – Основні техніко-економічні показники

Показник	Значення
Річний обсяг виробництва вівсяної крупи	313,5 т
Річна потреба в зерні вівса	505,6 т
Вихід готової крупи	62,0 %
Річний вихід лузги	116,31 т
Площа підготовчого відділення	720 м²
Висота приміщення	7,2 м
Капітальні вкладення у модернізацію	2,8 млн грн
Річні виробничі витрати	8,83 млн грн
Дохід від реалізації основної продукції	10,03 млн грн
Дохід від реалізації побічної продукції	0,42 млн грн
Загальний річний дохід	10,45 млн грн
Річний прибуток	1,62 млн грн
Собівартість 1 кг вівсяної крупи	26,84 грн/кг
Відпускна ціна 1 кг крупи	32,00 грн/кг
Прибуток на 1 кг продукції	5,16 грн/кг
Рентабельність виробництва	18,3 %
Рентабельність продажів	15,5 %
Строк окупності капітальних вкладень	1,7 року

Висновки за розділом

Проведений розрахунок показав, що модернізація цеху з виробництва вівсяної крупи є економічно доцільною. За річного обсягу виробництва 313,5 т готової продукції та потреби в сировині 505,6 т/рік підприємство може отримати орієнтовний річний дохід 10,45 млн грн. Розрахунковий прибуток становить 1,62 млн грн, собівартість 1 кг вівсяної крупи – 26,84 грн/кг, а строк окупності капітальних вкладень – близько 1,7 року.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Проаналізовано стан сировинної бази та визначено, що якість зерна вівса є одним із головних чинників, які впливають на вихід і якість готової продукції. Для виробництва крупи доцільно використовувати зерно вівса I типу, 1-го або 2-го підтипу, з високим вмістом ядра, нормативною вологістю, низькою засміченістю та відсутністю зараженості шкідниками.

У результаті аналізу діючої технологічної схеми встановлено, що основним її недоліком є почергова гідротермічна обробка крупної та дрібної фракцій зерна. Це знижує пропускну здатність підготовчого відділення, ускладнює підтримання оптимальних режимів пропарювання, сушіння та охолодження, а також може погіршувати умови подальшого лущення.

Запропонована модернізація передбачає впровадження паралельної гідротермічної обробки крупної та дрібної фракцій із використанням пропарювача ППШ-О та сушарки СХО. Таке рішення дозволяє одночасно обробляти обидві фракції, зменшити простої обладнання, уникнути пересушування дрібного зерна і недосушування крупного, а також підвищити стабільність технологічного процесу.

Виконано продуктовий розрахунок технологічної лінії. За змінного обсягу виробництва 1100 кг вівсяної крупи та виходу готової продукції 62 % необхідна кількість зерна вівса становить 1774,2 кг/зміну, або 505,6 т/рік за умови роботи підприємства 285 днів на рік.

Визначено структуру виходу продуктів переробки зерна вівса. Основна продукція становить 1100 кг/зміну, лузга – 408,1 кг/зміну, мучка – 56,7 кг/зміну, дробленка кормова – 44,4 кг/зміну, дрібний овес – 53,2 кг/зміну, відходи I – II категорії – 49,6 кг/зміну, відходи III категорії та механічні втрати – 12,4 кг/зміну.

Обґрунтовано компонування обладнання підготовчого відділення. Для розміщення технологічної лінії прийнято виробниче приміщення розміром 36,0×20,0 м, площею 720 м² і висотою 7,2 м. Орієнтовна площа, зайнята обладнанням, становить 78,44 м², що забезпечує достатній простір для проходів,

обслуговування, ремонту, санітарного очищення та прокладання транспортних і аспіраційних комунікацій.

Розроблено елементи системи HACCP для виробництва вівсяної крупи. Основними етапами контролю визначено приймання зерна, сушіння після гідротермічної обробки, видалення металомагнітних домішок, пакування та зберігання готової продукції. Це сприяє підвищенню безпечності продукції та відповідності її нормативним вимогам.

Розглянуто питання охорони праці та захисту навколишнього середовища. Розроблена картка безпеки праці для оператора лінії дозволяє систематизувати вимоги безпечної роботи з обладнанням, а запропоновані напрями утилізації відходів передбачають використання мучки, дробленки та дрібного вівса у комбікормовому виробництві, лузги – для енергетичних або агротехнічних потреб, а відходів нижчої цінності – для компостування, біогазу або передачі спеціалізованим організаціям.

Проведений техніко-економічний розрахунок підтвердив ефективність запропонованої модернізації. За річного обсягу виробництва 313,5 т готової продукції підприємство може отримати орієнтовний річний дохід 10,45 млн грн, розрахунковий прибуток – 1,62 млн грн, собівартість 1 кг вівсяної крупи становить 26,84 грн/кг, а строк окупності капітальних вкладень – близько 1,7 року.

Отже, модернізація технологічної лінії з виробництва вівсяної крупи є технологічно, економічно та екологічно обґрунтованою. Запропоновані рішення забезпечують підвищення ефективності роботи підготовчого відділення, стабілізацію якості готової продукції, зменшення втрат сировини, покращення умов праці та підвищення конкурентоспроможності підприємства.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Бабич М. Б. Проектування борошномельних заводів: навч. посіб. / М. Б. Бабич. Одеса: ОНАХТ, 2015. 230 с.

2. Гайдай В. А. Проектування зернопереробних підприємств з основами САПР : навч. посіб. / В. А. Гайдай. Київ: ЦУЛ, 2014. 240 с.

3. Соколов В. П. Проектування підприємств з переробки зерна: навч. посіб. / В. П. Соколов. Київ: Аграрна освіта, 2011. 250 с.

4. Березова О. В. Основи проектування харчових підприємств: навч. посіб. / О. В. Березова. Одеса: ОНАХТ, 2016. 190 с.

5. Клименко М. О. Проектування підприємств харчової промисловості: навч. посіб. / М. О. Клименко. Київ: Центр учбової літератури, 2011. 400 с.

6. Зайцев О. В. Проектування об'єктів харчової промисловості: навч. посіб. / О. В. Зайцев. Суми: Університетська книга, 2014. 256 с.

7. Федоров В. Г. Основи проектування харчових підприємств / В. Г. Федоров, Ю. М. Лузан. Київ: Вища школа, 2005. 280 с.

8. Денисенко С. О. Технологія круп'яного виробництва: підручник / С. О. Денисенко, П. Г. Демидчук. Київ: НУХТ, 2010. 320 с.

9. Вершиняк В. М. Технологічне обладнання зернопереробних підприємств: підручник / В. М. Вершиняк. Вінниця: ВНТУ, 2015. 312 с.

10. Соколов В. П. Обладнання підприємств з переробки зерна: навч. посіб. / В. П. Соколов, М. С. Гапонюк. Київ: Аграрна освіта, 2010. 380 с.

11. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційні методи визначення показників якості зерна: Навчальний посібник. Дніпро: ДДАЕУ, 2023. 325 с.

12. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційний інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва. Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2022. 407 с.

13. Бурдо О. Г. Інноваційні технології переробки зернової сировини: навч. посіб. / О. Г. Бурдо. Одеса: Поліграф, 2013. 244 с.

14. Кобець, А. С., Сокол, С. П., Пугач, А. М., Чурсінов, Ю. О., Півоваров (2022). Землеробська механіка. Т. 4. Інноваційні технології харчових ваиробництв.

15. Holah, J., & Lelieveld, H. L. (2011). Hygienic Design of Food Factories. Woodhead Publishing.

16. Sarabia, J. S. (2005). Food Plant Design. CRC Press.

17. Casani, S., & Knøchel, S. (2002). General principles of food plant design. Academic Press.

18. Kovalova, O., Vasylieva, N., Haliasnyi, I., Gavrish, T., Dikhtyar, A., Andrieieva, S., ... & Hirenko, N. (2023). Development of buckwheat groats production technology using plasma-chemically activated aqueous solutions.

19. Калитовська М. (2024). Вівсяна крупа як потенційний ентеросорбент свинцю. Фітотерапія. Часопис. 3, 207 – 209.

20. Соц, С. М., & Кустов, І. О. (2012). Крупа вівсяна неподрібнена з голозерного вівса. Зернові продукти і комбікорми, (4), 31 – 33.

21. Милованов, Є. В., & Коняшин, А. В. (2019). Особливості розвитку ринку органічних круп в Україні. Наукові праці Національного університету харчових технологій, (25, № 1), 73 – 83.

22. Ковальова О. С. (2024). Інноваційна технологія виробництва рисових круп з використанням плазмохімічно активованих водних розчинів. In VII International scientific and practical conference «Scientific Research: Theoretical Foundations and Practical Applications»(January 24 – 26, 2024) Vienna, Austria, International Scientific Unity. 2024. 596 p. (p. 147).

23. Чоні І. В. (2009). Дослідження хімічного складу та піноутворюючих властивостей вівсяного та перлового борошна залежно від ступеню помелу круп. Вісник НТУ «ХПІ»: Нові рішення в сучасних технологіях, (37), 99 – 103.

24. Соц С. М., Гулавський В. Т., & Кустов І. О. (2016). Борошно та висівки – нові продукти із голозерного вівса. Зернові продукти і комбікорми, (62, № 2), 29 – 33.

25. Соц С. М., Волошенко О. С., & Кустов І. О. (2013). Вплив воднотеплової обробки зерна на вихід і якість цілої крупи з голозерного вівса.

Наукові праці [Одеської національної академії харчових технологій], (44 (1)), 7 – 10.