

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

**П о я с н ю в а л ь н а   з а п и с к а**

до дипломної роботи  
освітнього ступеня "Магістр"  
на тему:

**Обґрунтування процесу гідротермічної обробки  
зерна при виробництві круп**

**Виконала:** студентка 2 курсу, групи МГХТ-1-19  
за спеціальністю 181 "Харчові технології"

\_\_\_\_\_ Ковальчук Є.О. \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

**Керівник:** \_\_\_\_\_ проф. Чурсінов Ю.О. \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

**Рецензент:** \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Дніпро 2020

# ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра: «Технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції»  
Освітній ступінь: "Магістр"  
Спеціальність: 181 "Харчові технології"

З А Т В Е Р Д Ж У Ю  
Зав. кафедри Чурсінов Ю.О.  
« 29 » 09 2020 р.

## **З А В Д А Н Н Я**

**на дипломну роботу магістра студенту**

Ковальчук Єлизаветі Олександрівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема роботи:** Обґрунтування процесу гідротермічної обробки зерна при виробництві круп.

**керівник роботи:** проф. Чурсінов Ю.О.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «29» 09 2020 року №2397

**2. Строк подання студентом роботи:** 01.12.2020р.

**3. Вихідні дані до роботи:** характеристика технологічного обладнання для переробки зерна. Якісні данні круп'яної сировини. Загальна технологія переробки зернових матеріалів в борошно та крупи.

**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)**

Аналіз існуючих технологій виробництва круп. Характеристика обладнання для підготовчих процесів обробки зерна. Методика і результати досліджень. Охорона праці. Економічна частина. Матеріали презентації в додатку.

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

Графічний матеріал використаний для оформлення презентації.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-4	Технологічні розділи проф. Чурсінов Ю.О.		
5	Охорона праці к.т.н., доц. Кравець В.В.		
6	Економічний розділ к.е.н., доц. Павленко О.С.		

7. Дата видачі завдання 29.09.2020 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної Роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Виконання аналізу існуючих технологій та патентів по виробництву круп	29.09-15.10.2020	
2	Проведення досліджень згідно програми і методики	15.10-01.11.2020	
3	Обробка результатів досліджень	01.11-10.11.2020	
4	Виконання розділів по охороні праці і економіці.	10.11-20.11.2020	
5	Підготовка усєї роботи	20.11-01.12.2020	

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Ковальчук Є.О.  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

Чурсінов Ю.О.  
(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування процесу гідротермічної обробки зерна при виробництві круп»

Дипломна робота магістра: 98 с., 24 рис., 13 табл., 2 додатка, 50 літературних джерела.

Об'єкт дослідження: об'єктом дослідження з'являється фізико хімічні властивості та фракційний склад круп'яних культур, таких як гречка і овес.

Метою роботи: метою дослідження є обґрунтування рослинних параметрів процесу гідротермічної обробки зерна при виробництві круп.

Методи дослідження: включаючи проведення лабораторних досліджень з моделювання гідротермічної обробки зразків круп'яної сировини.

Короткий аналіз досліджень які проводились в роботі (що досліджено, проаналізовано, проведено, виявлено).

В результаті проведених досліджень згідно розроблених програм і методик, знайдено основні технологічні параметри вологої і термічної обробки круп'яної сировини в початкових підготовчих процесах, і також, в завершальних, коли в результаті термічної обробки крупи змінюється, тобто, поліпшується фізико-хімічні і біологічні властивості крупи. Запропоновано використання рекомендацій на діючому підприємстві.

Результати впроваджені в діяльність підприємства (назва, район, область): на Нікопольському борошно-круп'яному цеху.

Ключові слова КРУП'ЯНА СИРОВИНА, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, РЕЗУЛЬТАТИ, ГРЕЧКА, ОВЕС, ТЕРМІЧНА ОБРОБКА, ОБґРУНТУВАННЯ, СОРТУВАННЯ

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА КРУП .....	8
1.2 Характеристика круп та їх особливості .....	12
1.3 Інноваційні технології виробництва вівсяних круп .....	15
1.3.1 Переробка вівса в крупу .....	16
1.4 Особливості переробки та стадії виробництва гречаної крупы .....	19
1.5 Аналіз огляду та визначення завдань дослідження .....	22
2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВЧИХ ПРОЦЕСІВ ОБРОБКИ ЗЕРНА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА КРУП.....	24
2.1 Характеристика обладнання для подрібнення зерна при виробництві круп .....	24
2.1.1 Машини для подрібнення вальцевого типу .....	26
2.1.2 Обладнання відцентрової дії.....	29
2.1.3 Машини для сортування продуктів подрібнення сировини для круп.....	31
2.1.4. Машини та обладнання для гідротермічної обробки зерна .....	37
3 ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	43
3.1 Програма експериментальних досліджень.....	43
3.1.1 Методика загальних умов виробництва крупы .....	43
3.2 Опис лабораторної установки для проведення досліджень .....	45
3.3 Опис технологічного процесу гідротермічної обробки круп, як об'єкта моделювання.....	46
3.4 Методика визначення засміченості та фракційного складу зерна для виробництва круп.....	47
Засміченість зерна визначають за ГОСТ 30483-97 [54].....	47
3.5 Методика визначення вологості круп'яної сировини висушуванням.....	48
3.6 Методика визначення натурної маси зерна для виробництва круп.....	50
3.7 Методика визначення процесів гідротермічної обробки водою круп'яної сировини.....	51
4 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПРОПОЗИЦІЙ ДО ЇХ ВПРОВАДЖЕННЯ.....	53

4.1	Вплив зволоження та тривалості відволоження на вихід крупи вівса ..	53
4.2	Пропозиції до удосконалення технології виробництва круп'яних продуктів із зерна вівса .....	57
4.3	Особливості роботи машин вологої обробки промивання і змачування зерна .....	58
4.4	Комплекс обладнання для гідротермічної обробки зерна в кру'пяних цехах	59
4.5	Пропозиції до виконання розрахунку зволоження круп'яного зерна .....	61
4.6	Пропозиції виробництву у використанні виробництва швидкорозварюваних круп.....	66
5	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....	70
5.1	Вимоги безпеки праці під час роботи з технологічним обладнанням цеху з виробництва круп.....	70
5.2	Забезпечення електробезпеки у цеху з виробництва гречаної крупи.....	76
5.3	Розрахунок штучного заземлення електроустановок цеху з виробництва вівсяної крупи .....	77
5.4	Технологічна ефективність гідротермічної обробки зерна .....	80
5.5	Поліпшення умов праці .....	81
6	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	82
6.1	Організація проведення досліджень .....	82
6.3	Розрахунок вартості дослідження .....	90
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....	92
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	94
	ДОДАТКИ.....	99

## ВСТУП

Круп'яні культури у світовому землеробстві є основною продовольчою культурою, продукцією якої харчується більша половина людей земної кулі. Споживчі властивості круп визначаються хімічним складом, засвоюваністю окремих речовин, органолептичними показниками, енергетичною цінністю, технологією виробництва.

Крупи завдяки високій поживності і засвоєнню вважаються одним із кращих продуктів для дієтичного харчування, багаті вуглеводами, в основному крохмалем, який дуже добре засвоюється організмом дитини. Зерно круп переробляють на борошно, крохмаль, пудру, спирт тощо. Якість крупи залежить від фізичних та хімічних властивостей, а ті, в свою чергу, від технологій обробки. Багато вчених приділяють значну увагу споживчим властивостям, асортименту, зберіганню, транспортуванню круп'яних виробів. Таким чином асортимент круп був і є актуальним продуктом, адже це один із традиційних продуктів харчування людини і дуже важливо знати хімічний склад, хімічні та фізичні властивості даного продукту, тому що саме це має великий вплив на його якість.

З сучасним темпом життя все більше товаровиробників піклуються як про якість готового продукту, так і зменшення часу на приготування даного продукту. Тому все більше товаровиробників виготовляють швидкорозварювані крупи, крупи, які не потребують варіння, оскільки для споживачів важлива економія часу, а разом із тим і піклування про своє здоров'я.

В даному рефераті приведена традиційна технологія виготовлення круп із гречки і вівса, а також технологія виготовлення швидкорозварюваних круп із даних культур.

Актуальність дослідження обґрунтовується тим, що зниження енергетичної витрат та поліпшення якості готової круп'яної продукції потребує сучасних інноваційних технологічних рішень.

Об'єктом дослідження з'являються фізико-хімічні властивості та фракційних склад круп'яних культур, таких як гречка і овес.

Предмет дослідження є процес вологої та термічної обробки круп'яних культур для перетворення їх в високоякісні круп'яні вироби.

Суб'єктом дослідження виступає круп'яний цех.

Метою дослідження є обґрунтування режимних параметрів процесу гідротермічної обробки зерна при виробництві круп.

Наукова новизна одержаних результатів заключається в розробці параметрів гідротермічної обробки зерна.

Практичне значення одержаних результатів полягає в створенні рекомендацій для виробництва на круп'яних підприємствах швидкорозварюваних круп.



# 1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА КРУП

## 1.1 Структура і послідовність процесів виробництва круп

Усі способи вироблення круп ґрунтуються на механічній технології, яку в загальному вигляді можна показати такою схемою: очищення зерна від домішок □ сортування очищеного зерна з крупністю □ лушення, відокремлення ядра від плівок оброблення ядра в різних варіантах залежно від роду зерна і сорту одержуваної крупи (дроблення, шліфування, полірування, плющення) сортування готової продукції. Цю схему використовують на сучасних крупозаводах, часто доповнюючи її іншими способами.

Послідовність процесів переробки зерна в крупи включає:

### 1. Очищення зерна від домішок

Зерно, яке йде в зерноочисне відділення заводу, повинно відповідати встановленим нормам якості. Основні вимоги в зерноочисному відділенні круп'яного заводу полягають у виділенні смітної домішки із застосуванням різних машин (сепараторів, аспіраторів, трієрів, каменевідбірних і - оббивальних машин, магнітів). Зерно з елеваторів направляють в бункери зерноочисного відділення. Основну очистку зерна проводять на повітряно-ситових сепараторах. Для виділення основної маси домішок застосовують дві, три системи послідовного пропуску зерна через сепаратори. На першій системі відбирають велику, малу і легку домішки в максимальній кількості [4,8,20,23].

В сепараторах другої і третьої системи проводять подальшу очистку зерна і відсівають мілке зерно разом з мілкими домішками. Розмір і форма отворів сепараторів залежить від розмірів зерна, особливостей домішок, які є в зерні. Для очищення вівса встановлюють сита з подовженими отворами, з отворами трикутної форми - для гречки. Сепаратори повинні забезпечити повне відділення крупних домішок, виділення мілких і легких домішок на 95 %.

При підготовці зерна застосовують трієри – куколевідбірні машини для очистки вівса, вівсюговідбірники для гречки. Куколевідбірні машини повинні забезпечити відділення не менше 90 % коротких домішок, а вівсюговідбірники – не менше 80 % довгих домішок. Відходи, які одержують в результаті очистки зерна від домішок, контролюють і повноцінні зерна повертають на переробку.

## 2. Сортування зерна за крупністю

Перед луценням підготовлене зерно сортують на фракції за крупністю, що підвищує ефективність цієї технологічної операції. Сортування на фракції сприяє кращому розділенню продуктів луцення і відділення чистого ядра. Найбільш точного сортування перед луценням потребує зерно гречки, яке ділиться на шість фракцій. Зерно на фракції розділяють за допомогою розсівів крупосортувальних машин, в яких установлюють сита з округлими або продовгуватими отворами різних розмірів. Залежності від числа фракцій необхідно встановити в машині сита різних розмірів отворів [8,30,42].

## 3. Гідротермічна обробка зерна

Гідротермічну обробку зерна (ГТО) застосовують при підготовці круп'яних культур: гречки, вівса, гороху, пшениці, кукурудзи. Це дозволяє змінити технологічні властивості ядра, зменшити міцність оболонки, роздроблення ядра при луценні і шліфуванні, поліпшити відділення оболонки і зародка. Біохімічні зміни, які проходять в зерні, покращують властивість крупи. Залежно від виду зерна і асортименту крупи, яка виробляється, застосовують різні методи ГТО. Для гречки, вівса застосовують гаряче кондиціювання із застосуванням пари. Зерно протягом 1,5-8,0 хв пропарюють в горизонтальному шнековому пропарювачі бункерної дії або в апараті періодичної дії. Обробка зерна парою приводить до швидкого зволоження і прогрівання зерна, що підвищує опір ядра, послаблює оболонку з ядром. Після пропарювання зерно сушать, що зменшує міцність оболонки і вони краще відділяються від ядра. Завершують процес ГТО охолодженням зерна, яке сприяє додатковому зневодженню оболонки і покращує їх відділення. Для охолодження застосовують аспіраційні колонки, аспіратори,

для сильно прогрітого зерна використовують охолоджувальні колонки [1,11,21,22,37,43,45].

#### 4. Лущення зерна

Принцип дії лущильних машин можна звести до трьох основних способів дії їх робочих органів на зерно під час лущення: лущення тисками і здвигом; лущення багаторазовим ударом; лущення тертям об абразивну поверхню.

Лущення стисканням і зсувом - це спосіб, при якому на зерно діють двома робочими поверхнями, відстань між якими менше розміру зерна. Його застосовують для лущення зерна, оболонки якого не зрослися з ядром. Для гречки використовують вальцьодекові верстати, а для вівса - лущильний посад.

Робочими органами вальцьодекового верстата є горизонтальний циліндр (валок), що обертається, і нерухомо закріплена робоча поверхня - дека. Зерно подається в робочу зону між декою, де зазнає деформацій стискання і зсуву. При цьому частина плівок з боку валка, що обертається, одержує зсуваючого зусилля, в той час, як інша частина, притиснута до нерухомої деки - гальмуючого зусилля. При цьому плівки зерна гречки зколюються на гранях, після чого ядра вільно випадають.

Для лущення гречки використовують деку, у якій радіус кривизни рівний радіусу валка. Приводячи деку в робоче положення, її відсовують паралельно валку. В цьому випадку її робоча поверхня буде зміщена відносно до поверхні валка. Величина зазору серпоподібної форми в середній частині більша, ніж на краях. Максимальний зазор - між валком і декою буде по лінії горизонтальна радіусу. У міру віддалення від цього радіуса зазор зменшується. Наприклад, якщо відсунути деку від валка на відстань 5 мм, то в точці прийому зерна вона становить 4,8 мм, а в точці виходу 3,5 мм.

В лущильних посадах зерно вівса обробляється між двома дисками, робоча поверхня яких покрита абразивною масою. Верхній диск нерухомий, а нижній (бігунок), паралельний верхньому, встановлений на вертикальному валу, що обертається. Зерно входить через отвір в центрі верхнього диску, розкидається тарілкою, потрапляє на нижній диск, що обертається, і під впливом центробіжної

сили спрямовується в робочу зону. Траєкторія руху зерна має криву в напрямку від внутрішнього радіуса бігунка до його зовнішнього радіуса. При цьому зерно переміщується із всезростаючою швидкістю. Зернівка рухається з відносною швидкістю до нижнього диска, що обертається, з абсолютною швидкістю - відносно нерухомого диска [10,27,35,38].

Зерно, яке потрапляє в машину, описує вздовж внутрішньої поверхні циліндра спіраль і виходить із неї. При ударі бича об зерно і відкиданні його на абразивну поверхню, воно знаходиться під дією навкісного удару і сили тертя. Силу впливу на зерно регулюють, змінюючи відстань бичів від робочої поверхні, а також їх нахилу по відносно циліндра.

#### 5. Сортування продуктів лущення.

При сортуванні продуктів лущення проводять такі технологічні операції: виділяють борошенце і дроблену крупу, відсівають лузгу, відділяють ядро від шеретованого зерна. Дроблене ядро і борошенце виділяють сортуванням в просіювальних машинах, розсівах, крупосортировках. Лузгу одвіюють в аспіраційних колонах, аспіраторах. Таким чином застосовують послідовно сортувальні машини та повітряні сепаратори, виділяють при цьому дроблене ядро, борошенце, лузгу. Дуже важко розділити основні продукти лущення на шеретовані і не шеретовані зерна через те, що фізичні властивості їх майже однакові. Для цього застосовують методи відбору ядра з використанням різниці розмірів, щільності та стану поверхні у шеретованого і нешеретованого зерна. Ядро відбирають в просіювальних машинах, трієрах.

#### 6. Шліфування і полірування ядра

Для шліфування вівса використовують шліфувальні насадки, в яких ядро обробляється в робочому просторі, що утворюється абразивним конусним барабаном, який обертається, і нерухомою ситовою металеву поверхнею. Полірування покращує товарний вид крупи. З поверхні ядра відділяється борошенце, поверхня крупи стає гладкою, полірованою. Полірування проводять на тих же машинах, що і шліфування, або на спеціальних, які за принципом дії

аналогічні шліфувальним. Робочі органи цих машин виготовляють з м'якого матеріалу - шкіри, тканини або іншого еластичного матеріалу.

#### 7. Сортування і контроль продукції

Завершальний етап переробки зерна у крупу. Його мета - покращити якість крупи в результаті підвищення в ній вмісту доброякісного ядра. Вміст у готовому продукті сторонніх частин і погано оброблених зерен не повинен перебільшувати встановлених норм. Крупу провівають в аспірааторах у магнітних апаратах.

### 1.2 Характеристика круп та їх особливості

У якості основних, розглянемо особливості виробництва вівсяних та гречаних круп.

Залежно від способу обробки і якості вівсяну крупу підрозділяють на види і сорти. Крупа вівсяна неподрібнена - це продукт, що отримується з вівса, що пройшов пропарювання, лущення і шліфування. Крупу вівсяну плющену отримують плющенням на вальцових верстатах вівсяної неподрібненої крупи, що заздалегідь пройшла повторне пропарювання. Колір крупи цих видів сірувато-жовтий різних відтінків. За якістю їх підрозділяють на три товарні сорти: вищий, 1-й і 2-й. Каші з вівсяної крупи варяться повільно і збільшуються в об'ємі тільки в 3 рази. Смакові достоїнства не дуже високі - в'язка, щільна консистенція. Тому вівсяну крупу піддають додатковій обробці для отримання пластівців. Пропарювання викликає клейстеризацію крохмалю, денатурацію білків і інактивацію ферментів, що прискорює варіння каші. Час варіння скорочується до 20 мін і більше [12,13,24].

Залежно від способу обробки сировини вівсяні пластівці підрозділяють на три види: Геркулес, пелюсткові пластівці і Екстра. Вівсяні пластівці Геркулес і пелюсткові виробляють з вівсяної крупи вищого сорту, а пластівці Екстра - з вівса . 1-го класу. Вівсяні пластівці Екстра залежно від часу варіння ділять на три номери: № 1 - з цілої вівсяної крупи; № 2 - дрібні з різаної крупи; № 3 - що швидко розварюються з різаної крупи.

Основна складова частина крупи - вуглеводи, причому крохмалю припадає на частку 62,2 %, що значно менше в порівнянні з іншими крупами. Сахара представлені сахарозою. Міститься значна кількість клітковини (3,2 %) і пентозанів (5-7 %), тому каша виходить в'язкою і рекомендується для дієтичного харчування. Дуже висока біологічна цінність крупи. Білки по фракційному складу близькі до білок гречаної крупи і містять усі незамінні амінокислоти. Вівсяна крупа багата вітамінами групи В, РР і Е, ліпідами (близько 7 %). Різноманітний мінеральний склад, але основним його недоліком є те, що фосфор знаходиться в зв'язаному стані з фітиновою кислотою. Толокно виробляють з пропареного, просушеного вівса з подальшим подрібненням і просіюванням. Отриманий продукт не потрібно варити. Основний показник, який контролюють при експертизі толокна, - зольність, вона не повинна перевищувати 2 %.

Для отримання поживніших і різноманітніших круп в схему технологічного процесу сучасного круп'яного заводу включають обробку зерна водою і парою, а також варіння при високому тиску. При пропарюванні очищеного зерна зростає міцність ядра, а оболонки робляться крихкішими, в результаті збільшується вихід вищих сортів крупи, прискорюється розварюваність крупи. Крім того, при пропарюванні інактивуються ферменти зерна, що збільшує термін зберігання крупи. Ще більше підвищується харчова цінність круп при варінні в сиропі (з солоду, цукру, кухарської солі і інших компонентів) з подальшим плющенням і обжарюванням. Інший спосіб підвищення засвоюваності крупи ґрунтований на обробці тиском. Так виробляють спучені зерна пшениці, рису, кукурудзи, збільшені в об'ємі в 6-8 разів. Кращі спучені зерна отримують із скловидних сортів рису, пшениці і крем'янистих сортів кукурудзи. Також з багатьох видів крупи виробляють харчові концентрати: їх змішують з іншими компонентами і обробляють до повної або майже повної готовності.



Рисунок 1.1 □ Крупи

Гречана крупа - найцінніша з усіх круп, адже містить найбільше вітамінів групи В, зокрема В2, а також РР, С, Е, амінокислоти, рекордну кількість мінералів (магній, калій, фосфор, залізо), рослинний білок.



Рисунок 1.2 □ Гречана крупа

Види і сорти гречаної крупи.

Ядриця - цілі і надколоті ядра гречки, виробляється з непропареного зерна гречки шляхом відділення ядра від плодових оболонок. Ядриця виробляється першого, другого, третього сортів.

Ядриця швидкорозварювана - цілі і надколоті ядра гречки, виробляється з пропареного зерна шляхом відділення ядра від плодових оболонок. Ядриця швидкорозварювана виробляється першого, другого і третього сортів.

Гречаний проділ - розколоті на частини ядра гречки. Гречаний проділ виробляється з непропареного зерна гречки шляхом відділення ядра від плодових оболонок. Гречаний проділ на сорти не поділяється.

Гречаний проділ швидкорозварюваний - розколоті на частини ядра гречки, виготовляється з пропареного зерна шляхом відділення ядра від плодових оболонок. Гречаний проділ швидкорозварюваний на сорти не поділяється.

### 1.3 Інноваційні технології виробництва вівсяних круп

По-перше, на круп'яному заводі овес очищають від смітних домішок, щуплих і недорозвинених зерен шляхом триразового послідовного пропуску через сепаратори, прохід через сита яких з прямокутними отворами розміром 2,2 x 20 мм спрямовується на крупосортировку для виділення дрібного вівса через сито з отворами розміром 1,9 (1,8) x 20 мм. Схід з сито з отвір розмір 2,2 x 20 мм 2-й система сепарація спрямовується на вівсюговибірникова машина, а слід за ним у отвір розмір 1,9 (1,8) x 20 мм крупосортировки - на куколеотборочную машина. Очищений овес перевіряють на аспіраторах. Після очищення овес піддають гідротермічній обробці: пропарюванню, сушці і охолодженню. Залежно від початкової вологості овес при пропарюванні зволожують на 2.6 %. Сушать овес до вологості 10% при луценні його на поставах, а при обробці в оббивних машинах - до вологості 13,5-14 %. Після сушки овес направляють в охолоджувальні колонки.

Перед напрямом в шелушильне відділення овес розділяють на розсіванні або сепараторі на дві фракції по великості на ситах з отворами розміром 2,2. x 20 і 1,8 x 20 мм (сходу). Додатково при цьому виділяються дрібні і невиконані зерна. Відходи контролюють на машинах, що просіюють, для виділення дрібного вівса.





направляють у бункер для готової продукції. Мучку і дробленку контролюють на металлотканом ситі № 08. Виділену дробленку провіюють. Зміст ядра в дробленці і мучке не повинен перевищувати 2 % від їх маси. Лушпиння контролюють шляхом просіювання на ситах з отворами діаметром 2,0 і 3,5 мм для виділення ядра. Зміст в лушпинні цілого і подрібненого ядра не повинен перевищувати 1,5 % від її маси [4,14,16,30,35].

При переробці вівса базисних кондицій передбачені наступні норми виходу вівсяної крупи неподрібненої і плющеної, а також відходів (%) : крупи неподрібненої вищого сорту 10-15; крупи неподрібненої першого сорту 19,5 -30,5; крупи плющеної вищого сорту 5,5; крупи плющеної першого сорту 10; загальний вихід крупи 45; дробленки кормової 4,5; мучки 11,5; решта - лушпиння, дрібний овес і відходи усіх категорій. Асортимент і норми якості вівсяної крупи повинні відповідати вимогам ГОСТ 3034 - 75. Окрім інших показників, в цьому стандарті регламентується зміст нешелушених зерен в крупі вищого сорту, яке не повинне перевищувати 0,4 %, а в крупі першого сорту 0,7 %, відповідно дробленки в цих крупах повинно бути не більше 0,5 -1 %.

Від смітних домішок, щуплих і недорозвинених зерен, а також подвійних зерен овес очищають шляхом триразового послідовного пропуску через сепаратори. Після двократного пропуску проводять гідротермічну обробку зерна, що включає пропарювання, сушку і охолодження. Третій сепараторний прохід передбачений після гідротермічної обробки. Овес шелушат в оббивних машинах ЗОН- 5. При цьому одна машина працює на початковому зерні, інша - на східних продуктах. Борошністі частки і подрібнені ядра виділяють в центрофугалах з подальшим провіюванням продукту в аспіраторах із замкнутим циклом повітря. Мучку і лушпиння контролюють в центрофугалах.

Відмітна особливість технологічного процесу полягає в тому, що овес шелушат не на шелушительних поставах, як рекомендують Правила організації і ведення технологічного процесу на круп'яних підприємствах, а в оббивних машинах. Крім того, гідротермічну обробку вівса проводять нерегулярно зважаючи на недосконалість горизонтальних шнекових пропарювачей і парових сушарок ВС- 10-49. Для відділення

нешелушених зерен вівса від шелушених застосовують дискові трієри і падді-машини. Остаточний контроль крупки \_ проводять на розсіванні А1-БРУ і крупосортування А1-БКГ. Схемою передбачено також отримання вівсяної плющеної крупки, яку виробляють періодично. Плющення роблять у вальцевому верстаті. Впроваджені нині шелушильні машини для вівса ударно-центробіжного принципу дії типу А1-ДШЦ дозволять підвищити продуктивність і ефективність процесу вироблення вівсяної крупки в результаті зменшення виходу дробленки і мучки, а також підвищеного коефіцієнта лущення і скорочення технологічного циклу.

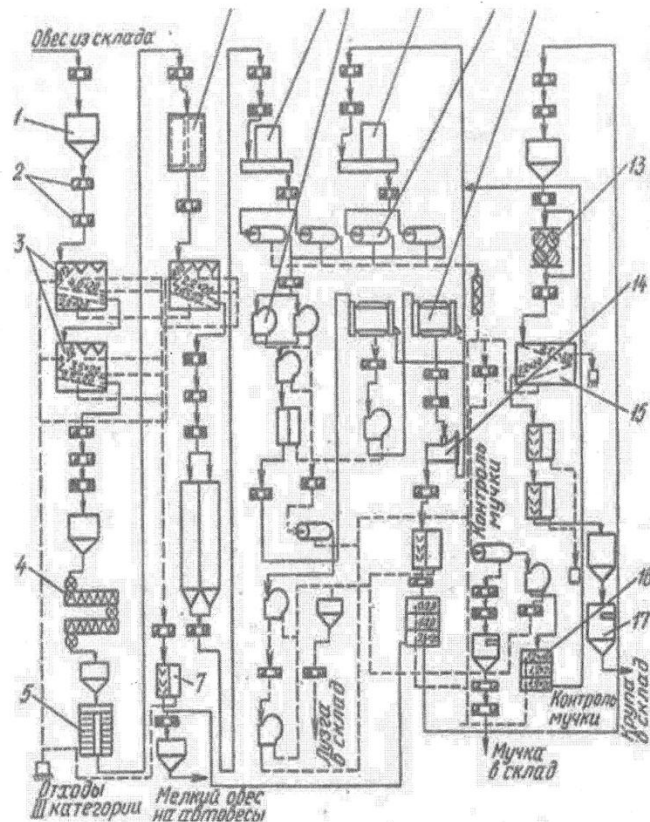


Рисунок 1.4 – Технологічна схема виробництва вівсяної крупки на круп'яному заводі

1 - бункери для зерна; 2 - норії внутрішньозаводського транспорту; 3 - зерноочистительные сепаратори ЗСМ- 5 і ЗСМ- 10; 4-шнековий пропарювач; 5 - сушарка парава ВС- 10-49; 6 - охолоджувальна колонка ОК- 2; 7 - аспіраційна колонка А1-БКА; 8, 10 - шелушильные машини ДШЦ- 1; 9 - аспіратори СТ- 121; 11 - бураты ЗЦ-2Б; 12 - трієри ЗТО- 5; 13 - вальцовый верстат ЗМ- 25; 14 - падці-

машина ТА2 Х 3 Х 13; 15 - крупосортування А1-БКГ; 16 - розсівання А1- БРУ; 7-весовыбойные апарати ДВК- 80.

#### 1.4 Особливості переробки та стадії виробництва гречаної крупи

Виробництво гречаної крупи складається з наступних стадій і основних операцій: - очищення зерна від домішок; - гідротермічна обробка зерна (пропарювання, сушка і охолодження); - калібрування і лушення зерна; - сортування продуктів лушення, круповідділення і контроль крупи; - упаковка крупи в споживчу і торгову тару.

Лінія розпочинається з комплексу устаткування для очищення зерна від домішок, до складу якого входять ваги, легко-ситові сепаратори, каменевідокремлювачі і магнітні сепаратори, розсівання, аспіратор і трієр – вівсюговідбірник. Другий комплекс устаткування призначений для гідротермічної обробки зерна і включає пропарювач, сушку і охолоджувач зерна. Провідний комплекс устаткування для отримання крупи містить групу розсівань для калібрування зерна, вальце-декові шелушильні верстати, розсівання для розділення продуктів лушення і аспіратори. До складу завершального комплексу устаткування входять розсівання, аспіратори, падді - машини для контролю ядриці і протягнула, фасувальні машини для упаковки цих продуктів в пакети, а пакети - в короби [9,24].

Початкова сировина з виробничих бункерів 1 зважують на автоматичних вагах 2 і подають в легко-ситові сепаратори 3 для відділення великих, дрібних і легких домішок, а також в каменевідокремлювач 4 для відбору мінеральних домішок. Для очищення зерна гречки від трудноотделимых домішок, що є насінням смітних рослин, використовується система круп'яних розсівань 5. Переважно застосовується схема ситової сепарації з використанням сит з круглими, довгастими і трикутними отворами у поєднанні з фракціонуванням, щоб досить повно виділяти основну масу домішок.

Принципова спрямованість схеми полягає у фракціонуванні зерна на ситах з круглими отворами з подальшим просіюванням фракцій на ситах з довгастими і трикутними отворами, розміри яких підбирають виходячи з великості зерна. Так, для

дрібної фракції, отриманої проходом сит з круглими отворами  $\varnothing 4,4,2$  мм, застосовують сита з довгастими отворами розміром  $2,2,2,4'20$  мм і сита з трикутними отворами розміром  $5,6$  мм Для великої фракції, отриманої сходом з вказаного сита, застосовують сита з отворами розміром відповідно до  $2,4,2,6'20$  мм і  $7,8$  мм

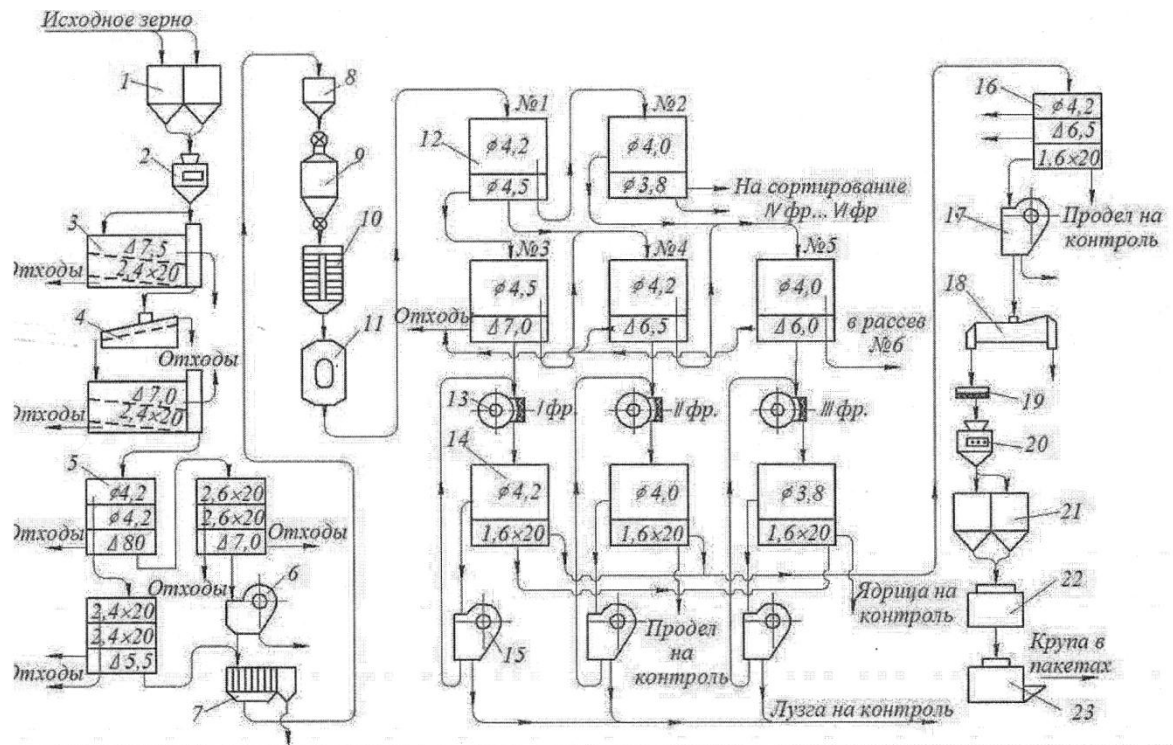


Рисунок 1.5 – Машинно-апаратна схема лінії переробки гречаної крупи

Легкі домішки відділяють в аспіраторі 6, а довгі домішки, що залишилися, - в: тріерах – віслюговідбірниках 7 з розмірами осередків  $6,7$  мм і накопичують чищене зерно у бункерах 8, розташованих над пропарювачем. Пропарювач періодичної дії 9 призначений для обробки зерна при високому тиску пари. Пропарювач є посудиною місткістю  $1 \text{ м}^3$ , в який подання зерна і пари повторюють в строгій послідовності по заздалегідь заданому циклу. Гречку і пропарюють при тиску пари  $0,25-0,30 \text{ МПа}$  впродовж  $5$  хвилин. Після пропарювання вологість зерна складає  $18-19 \%$ .

Для сушки пропареного зерна використовують вертикальну парову сушарку контактного типу 10, в якій нагрівання зерна відбувається за допомогою його шнтакту з паровими трубами. Сушка проводиться до вологості зерна  $12,5-13,5 \%$ ,

після чого його охолоджують в охолоджувальній колонці 11 при температурі не вище 6-8 °С.

Перед луценням гречка ділиться на 3-6 фракцій великості. Остання цифра відноситься до великих промислових підприємств, перша - до агрегатів і підприємств малої потужності. Найчастіше для калібрування зерна застосовують круп'яні розсівання 12, причому технологічна схема калібрування зерна передбачає багатократний пропуск (особливо великих) фракцій через розсівання.

На цю операцію виділяється половина усієї поверхні крупозавода, що просіює, що свідчить про її важливе значення.

Розділення на фракції повинне відбуватися з високою точністю, що полягає в тому, щоб при висіванні зерна якої-небудь фракції в ній залишалося якомога менше дрібніших (не понад 2,5 %) зерен. При діленні зерна на 6 фракцій зазвичай використовують наступний набір сит з круглими отворами 0; 4,5; 4,2; 4,0; 3,8; 3,6; 3,3 мм. Сходом з 1-го сита отримують 1-у фракцію зерна, проходом першого і другого сита - 2-у фракцію і так далі. Різниця в розмірах нешелушених зерен у фракціях не перевищує 0,2-0,3 мм.

Разом з вказаними вище ситами в розсіваннях встановлюють сита з трикутними отворами, розмір яких підбирають залежно від великості фракцій. Сходом з цих сит додатково відділяють трудноотделимые домішки. Від фективності системи калібрування залежить зміст нешелушених зерен, а також деяких домішок в готовій крупі. Луценням зерна гречки робиться у вальцедекових верстатах 13, вальці і деки яких покриті абразивним матеріалом. У зв'язку з високою крихкістю ядра зерно шелушат дуже обережно при порівняно низькій ефективності луцення.

Гідротермічна обробка дозволяє більше інтенсивно луцяти зерно, при цьому в продуктах луцення зміст подрібненого ядра з 2,5-3,5 % знижується до 1,5-2,5 %. Невисока ефективність луцення зерна забезпечує порівняно малу дробимість ядра. В той же час при такій ефективності луцення істотно зростає оборот продукту в системі луцення. Це не так істотно для дрібних фракцій, оскільки кількість зерна в них, як правило, не перевищує декількох відсотків.

Сортування продуктів лушення роблять в круп'яних розсіваннях, в яких розділяють нешелушені зерна, ядрицю, протягнув з мучкой. Нешелушені зерна, тримані сходом з сит, розмір отворів яких на 0,2; 0,3 мм менше розмірів отворів сит, сходом з яких отримана ця фракція, після відділення з них лушпиння в аспіраторах повертає на повторне лушення в тих же вальцедекових верстатах. Направляти нешелушені зерна у вальцедекові верстати інших фракцій не можна.

Сходом з сит з отворами розміром 1,7 (1,6) \*20 мм отримують ядрицю з невеликою кількістю лушпиння. Ці продукти з систем переробки усіх фракцій об'єднуються і спрямовуються на контроль ядриці. Проходи цих сит є сумішшю протягнула, мучки і лушпиння, яке з усіх систем об'єднується, і спрямовуються на контроль протягнула.

Контроль крупы здійснюють в розсіваннях 16, де на ситах з круглими і трикутними отворами виділяють додатково домішки, а на ситах з отворами розміром 1,6 x 2,0 мм - протягнув і мучку, що направляються на контроль протягнула. Ядрицю отримують сходом з сита з отворами 1,6 x 20 мм Після провіювання крупы в аспіраторах 17 з метою додаткового виділення домішок ядрицю пропускають через падді-машину 18, а потім через магнітний сепаратор 19.

Готову крупу ядрицю після зважування на вагах 20 завантажують в силоси 21. З них забезпечують відпустку крупы у фасувальні машини 22 для упаковки в пакети. Пакети з крупую укладають в ящики на машині 23 і передають на склад.

### 1.5 Аналіз огляду та визначення завдань дослідження

Розглянути особливості підготовчих і основних процесів обробки сировини перед виробництвом круп, технологічні процеси гідротермічної обробки круп'яних продуктів, процеси сортування, лушення, шліфування і полірування круп, контроль якості продукції- можливо сформулювати мету досліджень та завдання, які потрібні для розв'язання проблеми.

Метою досліджень є обґрунтування режимних параметрів процесу гідротермічної обробки зерна при виробництві круп.

У зв'язку з визначеною метою завданнями досліджень з'являються:

- Оцінювання фізико-хімічних властивостей зерна круп і значення впливу гідротермічної обробки на їх якість;
- Визначення характеристик сировини вівса та гречки для проведення досліджень;
- Дослідити основні закономірності процесу вологої та термічної обробки круп'яної сировини;
- Визначити технологічні параметри гідротермічної обробки круп'яної сировини для отримання якісної круп;
- Обґрунтувати вибір технологічного обладнання для процесів комплексної обробки сировини, включно з гідротермічної обробкою.
- Рекомендувати технологічне обладнання та режими обробки круп'яної сировини для реальних виробничих цехів.



## 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВЧИХ ПРОЦЕСІВ ОБРОБКИ ЗЕРНА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА КРУП

### 2.1 Характеристика обладнання для подрібнення зерна при виробництві круп

Роздрібнювання зерна є завершальною операцією технологічного процесу виробництва борошна. Розрізняють два види роздрібнювання зерна: просте роздрібнювання – одержують сипучий матеріал для подальшої обробки; вибіркоче роздрібнювання окремих твердих тіл неоднакових за своїм складом для одержання часток якогось одного елемента, що входить до складу даного тіла. У даному випадку процес здійснюється послідовно з метою відділення однієї частини від іншої [3,4,10,29,32,43].

Для одержання відбивного борошна користуються простим роздрібнюванням. Для виробництва сортового борошна застосовують вибіркочий спосіб роздрібнювання.

Класифікація машин для подрібнення.

У залежності від принципу впливу робочих органів на матеріал, що руйнує, розрізняють шість типів подрібнюючих машин (рис. 2.1).

У плющильному верстаті зерно попадає в зазор, що менше його розмірів, між двома вальцями, що обертаються з однаковою швидкістю. Руйнування зерна відбувається за рахунок стиску зерна вальцями.

У вальцевому верстаті зерно подрібнюється між двома циліндричними вальцями, що обертаються назустріч один одному з різною швидкістю. Руйнування зерна здійснюється в результаті дії на нього зусиль стиску і зрушення.

У жорновому поставі зерно подрібнюється між двома абразивними каміннями – обертовим і нерухомим. Оскільки зазор між камінням поступово зменшується від центра до периферії, зерно при переміщенні багаторазово піддається стиску і зрушенню, що приводить до його руйнування.

У дисковому подрібнювачі зерно подається на диск з перегородками. Диск обертається з великою швидкістю, внаслідок чого, зерно руйнується одноразовим ударом об перегородки і виводиться з машини.

У молотковій дробарці зерно під час вільного падіння під дією удару сталевих молотків розділяється на дрібні часточки. Подальше руйнування часточок здійснюється головним чином за рахунок перетирання їх об поверхню сталевого штампованого сита.

У бичевій машині зерно піддається інтенсивній дії бил і ситового барабана, а також тертю часточок між собою, внаслідок чого здійснюється перетирання і руйнування зерна.

У борошномельному виробництві найчастіше використовуються борошномельні верстати і значно менше молоткові дробарки і дискові подрібнювачі. Жорновий посад, у даний час, практично не використовується.

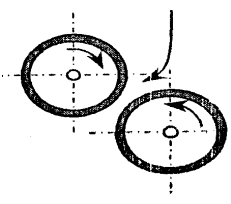
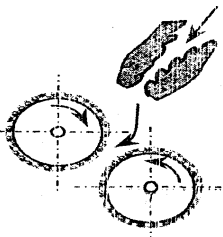
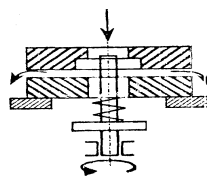
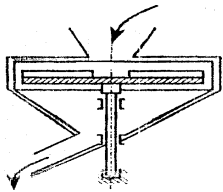
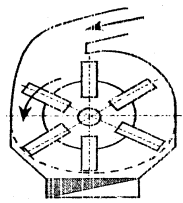
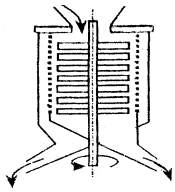
Види впливу робочих органів машин на продукт, що подрібнюється		
Стиск	Стиск і зрушення	Стиск і зрушення
Типи машин за робочим органом		
Плющильний верстат	Вальцевий верстат	Жорновий постав
		
Види впливу робочих органів машин на продукт, що подрібнюється		
Удар	Удар і перетирання	Перетирання й удар
Тип машини за робочим органом		
Дисковий подрібнювач	Молоткова дробарка	Бичева машина
		

Рисунок 2.1 – Схеми обладнання для подрібнення крупи

### 2.1.1 Машини для подрібнення вальцевого типу

Вальцьові верстати конструктивно виконані за звичайною схемою; більшість механізмів, вузлів і деталей в них взаємозамінні. Ці верстати відрізняються в основному наявністю пневмоприймача, установка якого у верстатах БВ-2 зажадала збільшення розмірів станини по ширині і висоті. Вальці, що подрібнюють, розташовані діагонально під кутом  $45^\circ$ .

Верстат ЗМ-2 (рис.2.2) складається з двох чавунних боковин 1, двох верхніх повздовжніх косинців, двох нижніх сполучних стінок, центральної траверси і горловини, зв'язаних у єдину тверду систему за допомогою болтів і шліфтів. У верстаті встановлюють вальці діаметром 250 мм зі сталевими цапфами. На робочу поверхню бочок наносять рифлений або шорсткуватий рельєф з визначеними параметрами, що вибирають у залежності від місця установки верстата в технологічній схемі. Вальці обертаються в дворядних роликкових підшипниках, що мають конічну надрізну втулку з циліндричною посадкою на опорні шийки цапф.

Живильна заслінка 13, яка регулює кількість продукту, поданого на розподільний валик, має дугоподібну форму і вільно обертається на осях коромисла 12. Осі розташовані по центру окружності дуги заслінки. Коромисло являє собою зрізаний циліндр з двома кронштейнами, за допомогою яких він кріпиться до боковин станини. Осі коромисла різьбовою частиною угвинчуються в ексцентрикові втулки 11, призначені для регулювання рівномірності зазору між живильною заслінкою і дозуючим валиком.

У цілому живильник призначен для поступового дозування сировини, яка переміщується в зозор між вальцями з означеною кількістю. Величина зозору регулюєма у залежності від того, який розмір круп потрібен для виконання технологічного процесу і завдання по технологічному регламенту.

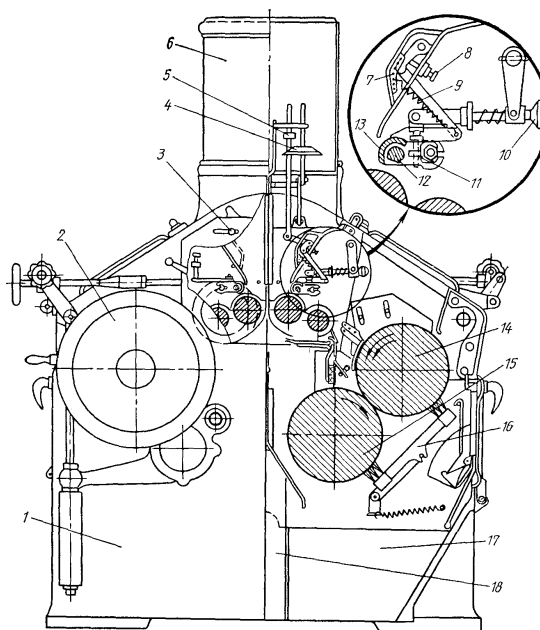


Рисунок 2.2 – Вальцьовий верстат ЗМ-2:

1 – боковина станини; 2 – ведомий приводний шків; 3 – автомат привалувідвала; 4 – вимірювальний перетворювач автомата; 5 – вимірювальний перетворювач механізму автоматичного регулювання живлення (продуктивності); 6 – прийомна труба (циліндр); 7 – планка пружини; 8 – болт-обмежник; 9 – пружина вимірювального перетворювача; 10 – гвинт ручного регулювання; 11 – ексцентрикова втулка; 12 – коромисло; 13 – живильна заслінка; 14 – швидко-обертаючий валець; 15 – повільнообертаючий валець; 16 – щітки для очищення вальців; 17 – бункер; 18 – аспіраційна коробка.

При роботі верстата, регулюючи вручну, встановлюють зазор, що забезпечує необхідну продуктивність верстата при тій кількості продукту, що надходить у даний момент. При цьому рівень продукту в прийомній трубі може бути стабілізований на визначеній висоті в межах видимої частини труби, і заслінка займе по відношенню коромисла якесь проміжне положення. Якщо ж у верстат почне надходити більше продукту і рівень його в трубі підвищиться, збільшиться тиск на вимірювальний перетворювач, і він розгорне заслінку щодо коромисла. У результаті збільшення живильної щілини рівень продукту в трубі знову установиться практично на первісному значенні. Вальцьовий верстат А1-БЗН (Рис.2.3). За умовами використання він аналогічний верстатові

ЗМ-2, але на відміну від нього в ньому вальці, що подрібнюють, розташовані під кутом  $30^\circ$  до горизонту, що покращує умови для напрямку продукту в міжвальцевий простір, але збільшує розмір за шириною.

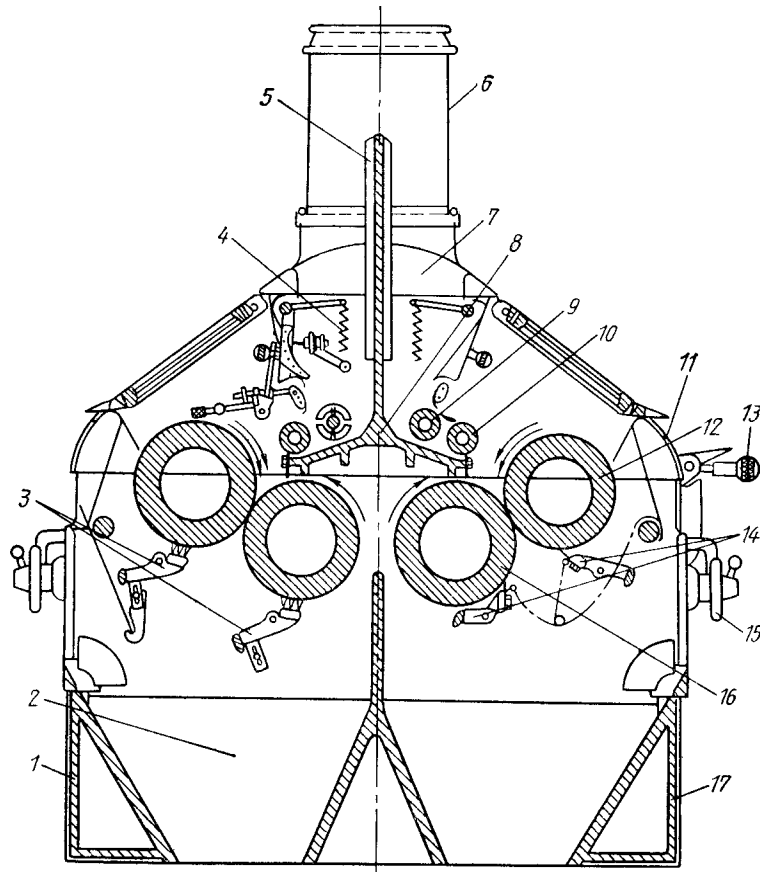


Рисунок 2.3 – Схема вальцювого верстата А1-БЗН:

а - живильний механізм зі шнеком і валиком, рифлені, вальці, що подрібнюють й очищення їх щітками; б - двухваликовий живильний механізм, шорсткуваті вальці й очищення їх шкребками; 1 - боковина станини; 2 - бункер; 3 - щітки; 4 - механізми живлення; 5 - вимірювальний перетворювач системи привалу-відвала; 6 - прийомна труба (циліндр); 7 - горловина; 8 - верхня середня траверса; 9 - задній валик (шнек, валик, що дозує, передавальний вал); 10 - передній валик (дозуючий, або розподільний); 11 - верхня передня панель; 12 - валець, що швидко обертається; 13 - рукоятка ручного привалу і рівнобіжного зближення.

Вальці 12 і 16 мають пустотілу чавунну бочку з номінальним діаметром 250

мм і пустотілі сталеві силоси, що забезпечують зниження маси верстата і дозволяють охолоджувати вальці водою. На робочій поверхні бочок наносять рифлений або шорсткуватий рельєф у залежності від місця установки верстата в технологічній лінії крупо цеху. Вальці обертаються в дворядних роликівих підшипниках [8].

На якість подрібнення у вальцьовому верстаті впливають наступні фактори:

- технологічні властивості зерна;
- геометричні і кінематичні параметри вальців;
- питома навантаження на вальці.

Серед кінематичних і геометричних параметрів вальців найважливішими є:

- міжвальцевий зазор;
- нахил рифлей вальців;
- щільність нарізування рифлей;
- кутова і відносна швидкість обертання вальців.

Величина міжвальцевого зазору при здрібнюванні різних продуктів коливається в межах 0,05 до 2 мм. Нахил рифлей знаходиться в межах від 4 до 14<sup>0</sup> і залежить від характеристики продукту, що подрібнюється.

Щільність нарізування рифлей на 1 см поверхні вальців приймають від 4 до 12 у залежності від типу помелу і розміру роздрібнених часточок борошна.

### 2.1.2 Обладнання відцентрової дії

Ударно-відцентрові подрібнювачі знайшли досить широке застосування в роздрібленому процесі сортового подрібнення пшеничних круп у складі ротора.

З них важливим є ентолейтор (рис.2.4), що складається з двох плоских горизонтальних дисків 2 з'єднаних між собою циліндричними втулками 3. Ротор встановлений у корпусі, виконаному у формі равлика. Продукт після здрібнювання у вальцьовому верстаті надходить у прийомний патрубок ентолейтора і попадає через отвір у верхньому диску ротора в його робочу камеру. Під дією відцентрових сил інерції і повітряного потоку продукти розмелу

зерна рухаються від центра до периферії ротора. Унаслідок багаторазових ударів по втулці і корпусу зернові продукти додатково подрібнюються, а спресовані грудки руйнуються. Здрібнений продукт виводиться через випускний патрубок 6 і надходить у продуктопровід. По даним іспитів ентолейтора, після вальцьового верстата отримані наступні технологічні показники: витяг круп складо  $26,5 \pm 0,6\%$ . При зольності вихідного продукту  $0,53\%$  зольність круп  $0,41 \pm 0,01\%$ .

До ударно-відцентрових подрібнювачів відносяться і дискові дробарки. Їх застосовують в основному для дрібного дроблення зерна на крупи. У дисковій дробарці (рис.2.5) продукт падає між двома рифленими дисками. Один з цих дисків, диск 1, нерухомий, інший, диск 2, обертається на горизонтальному валу 3. Обертовий диск 2 за допомогою регулюючого може переміщатися в горизонтальному напрямку, чим змінюється ступінь дроблення. Швидкість на окружності диска при дробленні зерна  $7 - 8$  м/с.

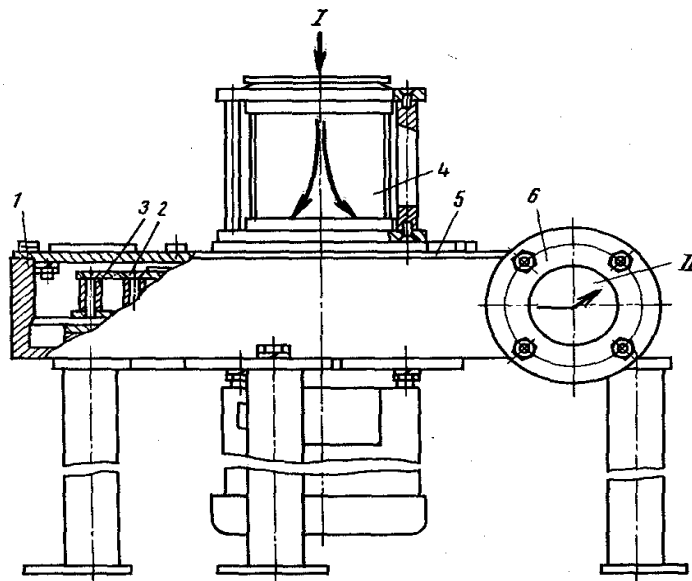


Рисунок 2.4 – Схема ентолейтора РЗ-БЭР:

1 - корпус; 2 - диски; 3 - втулка; 4 - прийомний патрубок; 5 - кришка; 6 - випускний патрубок; I - вихідний продукт; II - роздрібнений продукт.

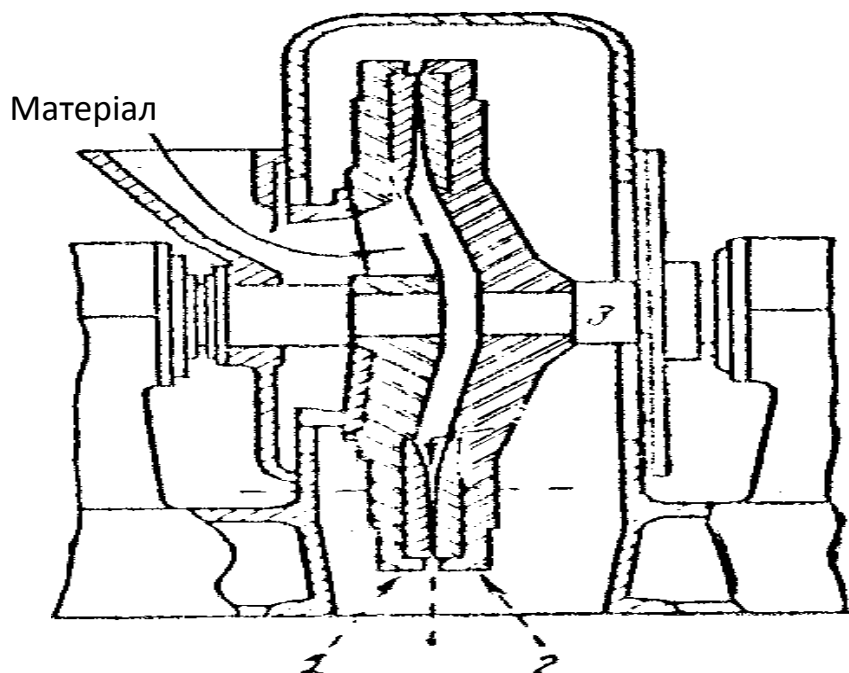


Рисунок 2.5 – Дисконна дробарка: 1 і 2 – диски; 3 – горизонтальний вал

### 2.1.3 Машини для сортування продуктів подрібнення сировини для круп

Суміш продуктів, одержуваних після подрібнення у вальцьових верстатах, складається з часток різної форми і розмірів. Поряд з великими, середніми і дрібними частками в суміші містяться і готовий продукт – крупу. Перед тим як подрібнити цю суміш, з неї необхідно виділити борошно, а іншу частину, тобто крупу, розділити на фракції за величиною.

Поділ суміші (сортування) здрібнених часток на фракції можна здійснити такими способами:

- механічним способом (на ситах);
- аеромеханічним способом (на пневмосепараторах);
- пневмоситовим способом (у пневмоситових класифікаторах).

Процес поділу вихідної суміші на ситах на складові більш однорідної фракції називається просіванням. Виробничі потужності борошномельного та круп'яного підприємств визначаються по продуктивності машин, що просівають, після яких одержують готову продукцію у нашому випадку, крупу.



На сучасних підприємствах для сортування продуктів роздрібнювання зерна використовують розсіви. Основна частина розсіву – ситові корпуси, що складаються з покладених одна на одну дерев'яних рам з натягнутими горизонтальними ситами [10,14,29].

Ситові корпуси роблять круговий поступальний рух у горизонтальній площині. Продукти роздрібнювання, переміщаючись по ситах розсіву, переходять зверху вниз з рами на раму і поступово просіваються, розділяючи на кілька фракцій, що відрізняються крупністю часток. Ефект роботи всіх технологічних машин крупозаводу більш залежать від того, наскільки усі фракції виявляються однорідними по крупності часток. Розсіви застосовують і на круп'яних заводах для сортування зерна, продуктів шелушіння і крупи. Для сортування продуктів, одержуваних на останніх етапах здрібнювання зерна, використовують відцентрові бурати і барабанні розсіви, які бувають наступні:

- кривошипні (рис.2.6 а), у яких вал балансирів обертається в нерухомих підшипниках станини;
- самобалансуючі з твердим приводним валом (рис.2.6 б), у них вал балансирів жорстко з'єднаний з веретеном, підвішеним за допомогою сферичного і упорного підшипників до перекриття;
- самобалансуючі з інерційним приводом (рис.2.6 в), у яких вал балансирів спирається на підшипник у головній рамі.

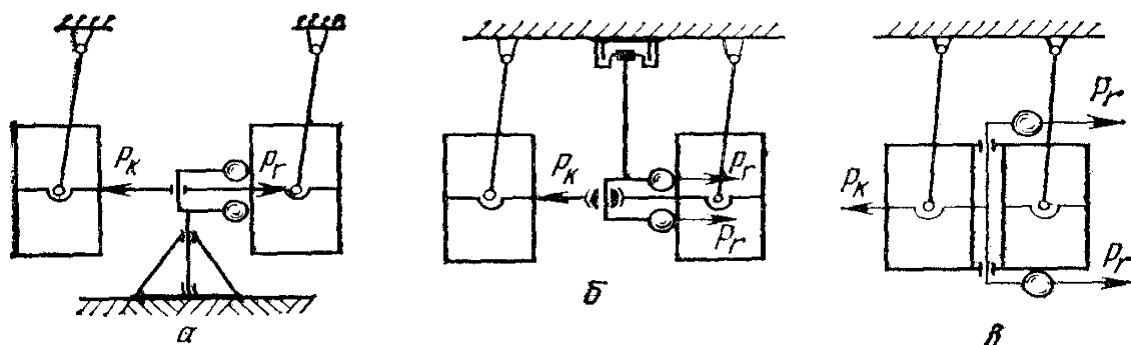


Рисунок 2.6 – Схеми приводів розсівів: а – кривошипного; б – самобалансуючого з твердим приводним валом; в - самобалансуючого з інерційним приводом.

Якщо розглядувати ситові корпуси, які являють собою пакет з покладених одна на одну ситових рам, стягнутих шістьма вертикальними стяжками, що проходять в отвори поперечних швелерів, закріплених на верхній і нижній рамах. Ситовий корпус за допомогою вертикальних подовжніх планок у всіх рамах розділений на рівні частини, у кожній з яких сортуються продукти. У розсіві з двома корпусами можна сортувати чотири різні суміші, тому його називають чотирьох прийомним. Усі рами, крім верхньої і нижньої, по своєму призначенню і конструкції підрозділяються на три види: рами із прохідним дном, з розподільним та з розподільним і суцільним збірним (транспортуючим) дном.

Продукти з розташованих вище вам проходять через канали 1 У залежності від місця перебування ситових рам по висоті корпусу в них передбачають деяке число поперечних каналів для пропуску окремих фракцій, отриманих з верхніх ситових рам.

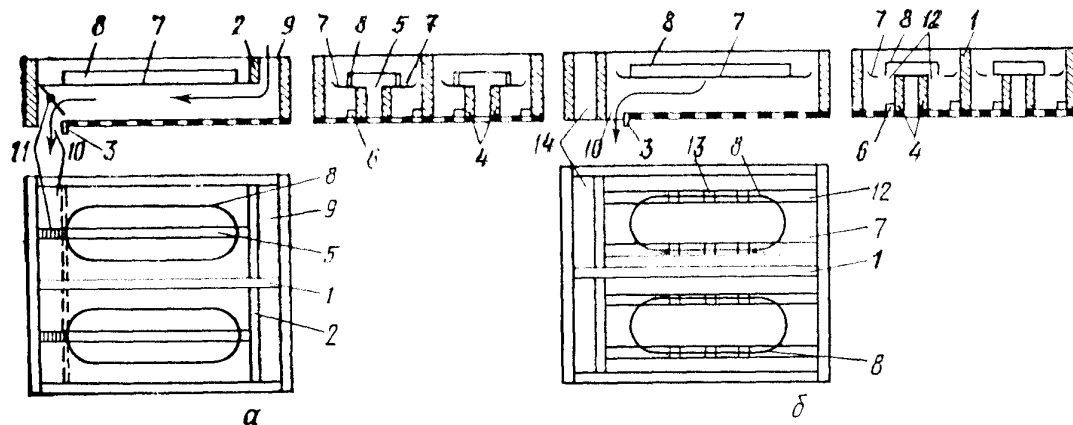


Рисунок 2.7 – Схема рам розсіву: а – рама з прохідним дном; б – рама з розподільним дном; 1, 4 – повздовжні перегородки; 2, 3 – поперечні бруски; 5, 9, 10, 14 – канали; 6 – гонки; 7 – дно; 8 – направляючі для щіток; 11 – лоток; 12 - вирізи; 13 – планки.

В цьому розділі слід сказати про фактори, які значно впливають на ефективність процесу просіювання і поділу круп по фракційному складу. Основними факторами, що визначають безперервність процесу просівання є:

- безперервна подача на сито вихідного матеріалу;

- наявність відносного руху матеріалу, що просівається, по сити;
- наявність поступального руху матеріалу, що просівається, уздовж сита;
- безперервне видалення матеріалу, що просівається, і сходу;
- наявність визначеного шару матеріалу, що просівається, на ситі.

У залежності від якості продукту, що просівається, (крупності, вологості, об'ємної маси), оптимальна товщина шару приймається в межах 15...30 мм. Число коливань сита в хвилину, коли починається відносний рух продукту по сити, називається критичним.

Загальна ефективність роботи розсівів характеризується питомим навантаженням: відношенням добової продуктивності підприємства до загальної площі просівання розсіву. При багато сортовому розмелі зерна питоме навантаження на розсиви типу ЗРМ складає 630...800 кг/(м<sup>2</sup>.добу), для розсівів типу ЗРШ – 900...1100 кг/(м<sup>2</sup>.добу).

В основу технологічних схем розсівів покладений принцип з'єднання сит у групи з послідовним або рівнобіжним надходженням на них продуктів. Крім того, кожна схема відрізняється числом проходів і сходів, а також кількістю ситових рам.

У розсівах марки ЗРШ передбачене використання трьох, а в розсівах ЗРМ – шести технологічних схем просівання продуктів роздрібнювання зерна. На ефективність роботи машин, що просівають крупи, стану поверхні просівання і живого перетину сита, великий вплив мають наступні фактори:

- вологість продукту; твердість зерна (скловидність);
- відносна швидкість переміщення продукту по сити;
- самосортування продукту;
- швидкість подачі продукту;
- продуктивність сита (навантаження на нього);
- очищення сит;
- робота аспірації;

- питоме навантаження.

Таблиця 2.1 – Порівняння основних елементів хімічного складу вівсяних круп

Масова частка хімічних речовин	Крупа із голозерного вівса	Крупа неподрібнена (контроль)
Білок, %	13,4-15,8	12,8-13,1
Крохмаль, %	61,0-64,0	59,7-61,7
3-глюкани, %	5,9-6,7	3,7-4,6
Клітковина, %	2,5-2,7	5,9-6,7
Зола, %	1,9-2,1	1,7-2,0
Вітамін В (тіамін), мг/100 г	0,64-0,66	0,52-0,55
Вітамін В <sub>2</sub> (рибофлавін), мг/100 г	0,16-0,20	0,14-0,17

В цілому, для комплексної оцінки роботи описаних машин і обладнання можливо розглянути технологічну схему (рис.2.8) з якої видно, що з сировини отримується крупна фракція зерна на першому етапі, далі дією машин отримується дрібна фракція зерна і на останньому етапі відбувається шліфування ядра і отримання круп двох фракцій. В таблиці 2.1 приведена якісна характеристика отриманих круп га технологічній лінії.



#### 2.1.4. Машини та обладнання для гідротермічної обробки зерна

Гідротермічну обробку зерна круп'яних культур проводять з метою поліпшення технологічних властивостей зерна; полегшення відокремлення оболонки під час луцення; зменшення подрібнення ядра; поліпшення споживчих властивостей крупи; поліпшення консистенції каші; збільшення стійкості крупи під час зберігання внаслідок інактивації ферментів, які сприяють псуванню крупи.

Способи гідротермічної обробки зерна круп'яних культур досить різноманітні, їхній вибір залежить від будови зерна, асортименту продукції, режиму обробки зерна та його впливу на зовнішній вигляд крупи. Найпоширеніші способи гідротермічної обробки: пропарювання – сушіння – охолодження; зволоження – відволоження.

Перший спосіб застосовують для зерна гречки, вівса і гороху. При цьому зерно нагрівають за температури понад  $100^{\circ}\text{C}$ , одночасно відбувається пропарювання за надлишкового тиску пари ( $0,15\dots 0,30$  МПа) протягом  $3\dots 5$  хв. Пропарювання зволожує і прогріває зерно, пластифікує ядро, яке становиться менш хрупкішим, менше подрібнюється в процесі луцення і шліфування. Пластифікація ядра відбувається також внаслідок деяких хімічних перетворень. Відбувається повна або часткова клейстеризація крохмалю і частковий гідроліз його з утворенням ряду проміжних колоїдних речовин (декстринів). У зв'язку з цим значно збільшується вміст у продукті водорозчинних речовин, кількість яких знаходиться в прямій залежності від властивостей крохмалю і ступеня гідротермічної обробки. В процесі клейстеризації крохмалю спостерігається порушення внутрішньої структури крохмальних зерен і приєднання молекул води до їхніх звільнених гідроксильних груп, що сприяє збільшенню сухих речовин крупи, які гідротермічно оброблені.

Ступінь клейстеризації крохмалю знаходиться в прямій залежності від кількості води, що бере участь в гідротермічній обробці, і тривалості цього процесу. На ступінь клейстеризації впливає також природа крохмалю. Відомо, що крохмаль різних круп відрізняється не лише співвідношенням амілази і амілопектину, але й фізико-хімічними властивостями, наприклад,

температурними зонами клейстеризації. Білкові речовини круп внаслідок теплової обробки зсідаються і коагулюють, причому цей процес необоротний, і у варено-сушених крупах і виробих з них білки представлені в коагульованому стані. Коагуляція білків веде до зменшення вмісту водорозчинних речовин у крупах, оскільки коагульований білок є гідрофобним. Особливо помітне зменшення водорозчинних речовин після гідротермічної обробки в зернобобових, які містять велику кількість білкових речовин. Відомо, що коагульовані білки краще засвоюються організмом людини. Проте треба мати на увазі, що надмірна дія тепла може призвести до значних необоротних процесів у білковій молекулі, наприклад, до початкової стадії протеолізу, що інколи може викликати зменшення засвоюваності білкового азоту.

Гідротермічна обробка, що проводиться за підвищеного тиску і температури, зумовлює деякий гідроліз клітковини, що робить доступнішими харчові речовини окремих клітин. Під час сушіння первинна структура клітковини не відновлюється, піддається гідролізу й геміцелюлоза, а протопектин перетворюється в розчинний пектин. В процесі гідротермічної обробки спостерігаються реакції між редукуючими цукрами та іншими вуглеводами, які містять альдегідні групи з амінокислотами, за яких утворюються коричневозабарвлені речовини – меланоїдини. Якщо їх утвориться багато, то якість готового продукту може суттєво погіршитись.

Гідротермічна обробка інактивує ферменти, в тому числі моноацилгліцерол – ліпазу і ліпоксигеназу, які сприяють згіркненню жиру, і тим самим вона запобігає появі в крупі гіркоти. Дихання зерна після гідротермічної обробки майже повністю припиняється. Все це збільшує стійкість крупи (вівсяної, гречаної) під час зберігання. Квіткові плівки вівса, проса, ячменю, рису і плодів оболонки гречки стають еластичними, а ядро міцнішим, що полегшує лущення зерна, забезпечує збільшення виходу доброякісної крупи, зменшення кількості клітковини, мінеральних і водорозчинних речовин. Після пропарювання проводять сушіння зерна, яке збездонює зовнішні плівки. Внаслідок втрати води вони робляться крихкішими і легше розколюються під час лущення, а оболонки

зерна відшаровуються. Охолодження після сушіння додатково зменшує вологість зерна, холодні оболонки крихкіші. Охолоджують зерно в спеціальних колонках, або в аспірааторах, або в системах пневмо-транспорту. Охолодження зерна також може погіршити його якість після луцення, внаслідок того, що охолоджене ядро робиться менш еластичнішим, і можливе збільшення виходу подрібненого ядра. Тому температура охолодженого зерна повинна бути не більша ніж на 6 – 8°C від температури в виробничому приміщенні.

Другий спосіб (зволоження – відволоження) застосовується в основному для зерна пшениці і кукурудзи. Зволене зерно набуває підвищеної пластичності, менше кришиться під час луцення; зовнішні оболонки частково відшаровуються і легко відокремлюються. Зерно пшениці зволожують до вологості 14,5 – 15,0%, кукурудзи – 15,0 – 16,0%, тривалість відволоження зерна пшениці 0,5 – 2 години, кукурудзи – 2 – 3 години.

Для гідротермічної обробки зерна використовують широкий набір різного обладнання. Для вологої очистки поверхні зерна – мийні машини Ж9-БМБ, А1-БМШ, які одночасно і зволожують зерно; апарати для зволоження: А1-БУЗ, А1-БАЗ, А1-БШУ; обладнання для обробки вологих відходів після мийних машин: сепаратор А1-БСТ, шнековий прес Б6-БПО. Для теплової обробки зерна використовують підігрівник БПЗ, швидкісний кондиціонер АСК-5, шнековий пропарювач, для сушіння вологих відходів – сушарка У2-БСО. До машин для зволоження пред'являються такі основні експлуатаційно-технічні вимоги: - можливість установлювати і оперативно регулювати витратами води залежно від кількості зерна і заданого ступеня його зволоження (від 0,5 до 3,5 %); - можливість автоматичного регулювання масових витрат води за експлуатаційних коливань інтенсивності подачі зерна; - рівномірність зволоження поверхні зерна розбризкуванням води, приєднанням до машин для зволоження змішувального пристрою, відволожуванням зерна в бункері. Витрати води для зволоження визначають за формулою:

$$M_{\text{в}} = M_{\text{з}} \frac{B_{\text{к}} - B_{\text{н}}}{100 - B_{\text{к}}}, \quad (2.1)$$



де  $M_B$  – витрата води,  $m^3$  /год.;

$M_3$  – маса зерна для зволоження, т/год;

$B_n$  і  $B_k$  – відповідно початкова і кінцева вологість зерна, %.

В машині для миття здійснюються такі технологічні операції: - промивання і прополіскування зерен для очищення їхньої поверхні від пилу, мікроорганізмів, для видалення стороннього запаху; - видалення важких мінеральних і легких органічних домішок; - відокремлення борідки і частково плодових оболонок зерна; - зневоднення зерна: гравітаційне – природним видаленням води, що механічно утримується на поверхні зерен; механічне – центри-169 фугуванням зерна; аеромеханічне – підсушуванням зерна потоком атмосферного повітря.

Технологічну ефективність машини для миття зернової маси характеризують: зволоження до 3 %, зменшення зольності на 0,03 %; відокремлення мінеральних домішок; видалення шкідливих домішок; видалення сторонніх запахів (особливо гіркополинного, внаслідок вимивання абсинтину – речовини, що обумовлює цей запах); зміну кількості битого зерна, кількості і складу відходів. Для забезпечення необхідної технологічної ефективності в процесі роботи машин для миття потрібно: визначати до і після роботи машини вологість зерна, зменшення зольності і кількості битих зерен; підтримувати оптимальні значення параметрів робочих органів машин для миття (частоту обертання зернових і каменевідокремлювальних шнеків, бичового ротора; цілісність ситової обичайки віджимної колонки; рівень тиску води в гідро транспортерах); вимірювати витрати води (вона повинна бути не більше 1 л на 1 кг зерна). За підготовки зерна до розмелювання використовують машини інтенсивного зволоження А1-БШУ-2 на етапі основного зволоження і А1-БШУ – 1 перед подачею зерна на розмелювання.

В машині А1- БШУ– 2 зерно зволожується до 5%, а в машині А1-БШУ– 1 відбувається до зволоження в межах 1 % (рис.2.9).

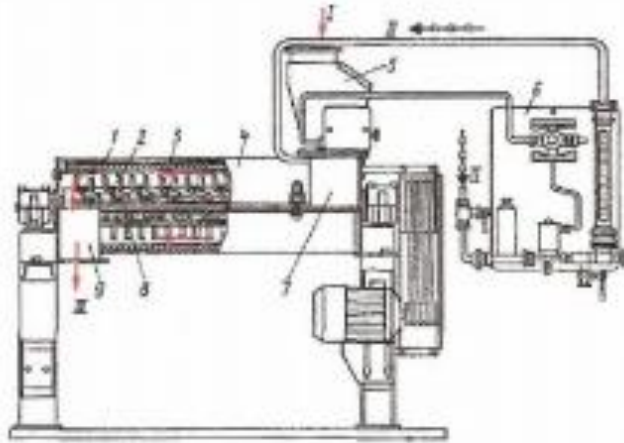


Рисунок 2.9 – Технологічна схема машини А1-БШУ-1

1 – корпус; 2 – гонки; 3 – бич; 4 – кожух; 5 – індикатор наявності зерна; 6 – панель управління подачі води; 7 – приймальний патрубок; 8 – вал; 9 – випускний патрубок; I – вхідне зерно; II – вода; III – зволожене зерно.

Очищення мийних вод і своєчасне видалення з них відходів і мікрофлори сприяє поліпшенню умов охорони навколишнього середовища.

Технологічна ефективність гідротермічної обробки зерна

Технологічну ефективність гідротермічної обробки зерна визначають або за кінцевим результатом переробки зерна, або за деякими проміжними результатами. Так, за сортового помелу пшениці технологічну ефективність можна визначити уже на першому етапі розмелювання зерна в обдирному процесі за кількістю і якістю частинок ендосперму, які одержують на перших трьох технологічних системах подрібнення. Ці проміжні фракції на шляху перетворення зерна в борошно одержали назву продукти першої якості. Сумарний вихід і зольність значною мірою визначає якість борошна, між якими існує тісна кореляція. Ефективність гідротермічної обробки зерна залежить як від способів і режимів обробки, так і від технологічних властивостей зерна [13,15,28,37].

За гарячого кондиціонування збільшується загальний вихід проміжних продуктів з перших трьох обдирних систем і зменшення їхньої зольності. При цьому дещо зменшується вихід крупної крупки, що пов'язано із значними

структурними змінами в зерні і зменшенням його міцності. Гаряче кондиціонування позитивно впливає також на біохімічні і хлібопекарські властивості борошна, зокрема поліпшує якість слабкої клейковини, збільшується об'єм хліба за рахунок підвищення газоутворюючої здатності тіста. За жорсткого режиму теплової обробки зерна зменшується активність ферментів, відбувається часткова денатурація білків і зменшується їхня розчинність в воді. Це є негативне явище.

За холодного кондиціонування показники змін технологічних властивостей зерна дещо менші, ніж за гарячого кондиціонування внаслідок зменшеної швидкості поглинання води зерном і зниження активності ферментів, що не сприяє ефективним змінам у білковому комплексі.

#### Висновки до розділу

1. На основі розгляду характеристики обладнання для виробництва круп та попередньої підготовки зерна показав, що можливо виконати вибір обладнання, яке може виконувати переробні підготовчі операції.
2. Для забезпечення сортування подрібнених круп обрано схеми розсивів з різними сітовими корпусами а саме кривошипні, самобалансуючі та з інертним приводом.
3. У якості кінцевої обробки круп обрана гідротермічна обробка, яка інактивує ферменти. Обрано раціональне обладнання, яке забезпечує попереднє зволоження зерна та завершальний процес гідротермічної обробки.

## 3 ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 3.1 Програма експериментальних досліджень

З урахування мети досліджень та завдань, які необхідно виконати по дослідницькій роботі передбачається:

1. Розробити схему та створити лабораторну установку для проведення досліджень.
2. Провести дослідження по підготовці круп'яної сировини до переробки, тобто очищення, калібрування.
3. Провести гідрообробку сировини вівса та гречки, методом зволоження холодним кондиціюванням.
4. Провести гідротермічну обробку сировини вівса та крупи підвищеними температурами та парою.
5. Провести сушення крупи після обробки.
6. Провести якісну оцінку крупи вівса, яка пройшла всі етапи обробки.

#### 3.1.1 Методика загальних умов виробництва крупи

Методикою досліджень передбачено, що початкова вологість зразків зерна не перевищувала 14 %.

Крупу цілу отримували із зерна, яке характеризувалось високими показниками якості та районоване в Україні [1,9,35,38].

Технологічна схема виробництва крупів із вівса подрібнених у лабораторних умовах включала додаткове очищення зернової суміші пропусканням через ситовий сепаратор та аспіраційну колонку. Відволожування зерна проводили у герметичних ємкостях. Тривалість відволожування – від 30 до 120 хв. Зволожували зерно крапельним зрошуванням. Кількість води обраховували за формулою:

$$X = \frac{G(W_1 - W_2)}{100 - W_1}, \quad (3.1)$$

де  $X$  – необхідна кількість води, мл;

$G$  – маса зерна, г;

$W_1$  – необхідна вологість суміші, %;

$W_2$  – початкова вологість суміші, %.

Зволожене зерно вівса лушили в лабораторному луцильнику УШЗ-1, після чого отриманий продукт сепарували на лабораторному ситовому сепараторі. Для лушення зерна використано лабораторний луцильник УШЗ-1, призначений для обробки поверхні зерна методом інтенсивного стирання оболонок, у процесі якого відбувається видалення плодових, насінневих оболонок, алейронового шару та частково зародку. Основними робочими органами машини є диск з абразивною поверхнею, що обертається зі швидкістю 1500-3000 об/хв, сітчастий барабан, діаметр отворів якого складає 2,0 мм. Маса досліджуваного зразка – 100 г. Круп'яні продукти отримували лушенням зерна пшениці спельти впродовж 20-180 с. Для оцінювання ефективності лушення зерна пшениці спельти використано індекс лушення, що розраховували за такою формулою:

$$I_{\text{л}} = \frac{M_{\text{з}} - M_{\text{я}}}{M_{\text{з}}} \cdot 100, \quad (3.2)$$

де  $I_{\text{л}}$  – індекс лушення, %;

$M_{\text{з}}$ ,  $M_{\text{я}}$  – маса зерна до лушення та маса продукту після лушення, г.

Розглянемо тепер метод дослідження, який включає технологічний і хімічний аналіз властивостей зерна та продуктів його переробки. Його проводили методами і стандартами, чинними на момент проведення досліджень: відбирання проб – ГОСТ 13586.3–83, вологість зерна – ДСТУ 29144:2009, вміст анатомічних складових – пат. № u2015 07630, вміст білка – ДСТУ 4117:2007, вміст амінокислот визначали методом іонообмінної рідинної хроматографії на аналізаторі амінокислот Т-339. Амінокислотний склад визначали за формулою

$$A = \frac{M_1}{M_2} \cdot 100, \quad (3.3)$$

де  $A$  – амінокислотний склад, %;

$M_1$  – вміст амінокислоти (мг) в 1 г білка;

$M_2$  – вміст амінокислоти (мг) в 1 г еталонного білка. Кулінарну оцінку каші із зерна пшениці спельти проводили за 9-бальною шкалою описаною у патенті на корисну модель «Спосіб кулінарної оцінки круп'яних продуктів із зерна.

Таблиця 3.1 – Рівень кулінарної оцінки крупи

Оцінка, бал	Градація
8,0–9,0	дуже висока
6,6–8,0	висока
5,4–6,6	середня
4,0–5,4	низька
< 4,0	дуже низька

### 3.2 Опис лабораторної установки для проведення досліджень

Лабораторна установка, або стенд, для проведення досліджень по гідротермічній обробці круп'яного зерна гречки та вівса включає:

- Класифікатор ситовий для очищення зернової сировини від домішок;
- Водяний бачок з розпилюючою форсункою для дослідження процесу зволоження зерна;
- Розборну доску;
- Бойлер для нагріву води;
- Установка водяної парової бані лабораторна;
- Сушильна шафа;
- Ексікатор;
- Бункери для відволоження зерна;

Установка дозволяє проводити дослідження по зволоженню вівса та гречки та їх відволоженню в спеціальних лабораторних бункерах з записом терміну їх відволоження та кількості внесеної вологи на одиницю маси сировини.

Установка розрахована на обробку 2 кг сировини за один опит. При термічній обробки гречки та вівса в установці парової бані розраховують температуру в термін обробки з занесенням даних в таблицю.

Після гідротермічної обробки круп'яного зерна відбувається його охолодження та сушення в сушильній шафі.



Рисунок 3.1 – Лабораторне обладнання для проведення гідротермічної обробки зразків

### 3.3 Опис технологічного процесу гідротермічної обробки круп, як об'єкта моделювання

Технологічні процеси характеризуються великою кількістю безпосередніх, рециркуляційних, багатоступневих та об'єднаних потоків сировинних продуктів, які складаються з підпроцесів в багатofункціональні структури. Відповідно до цього їх можливо віднести до структур, до яких підходить метод системного аналізу.

При виробництві круп з гідротермічною обробкою, існують процеси очищення сировини, її зволоження та відволоження, гідротермічна обробка, сушення, калібрування, фасування та упаковка.

Однак, для успішного використання методів системного аналізу необхідно визначити кількісну оцінку усієї технологічної системи, а моделювання призначено для спрощення, методом структуризації, тобто розділення технологічного процесу на рівні моделювання.

Кожний процес можливо розділити на елементи і представити характерними параметрами. Під елементом розуміють таку частину процесу, яка не підлягає подальшому розділенню на частину на даному етапі розгляду.

У зв'язку з цим положенням, в роботі розглядається моделювання процесу гідротермічної обробки зерна при виробництві круп, як основного, головного процесу, який визначає:

1. Ступень підготовки сировини до її переробки;
2. Основні режимні параметри її обробки з витриманням показників якості кінцевого продукту- круп;
3. Техніко-технологічні прийоми, температурні, вологовмісні та часові характеристики гідротермічної обробки, яка передбачає отримання круп з високим показниками якості, в тому числі круп, які не потребують варіння.

### 3.4 Методика визначення засміченості та фракційного складу зерна для виробництва круп

Засміченість зерна визначають за ГОСТ 30483-97 [35,36,38,42].

Послідовність проведення аналізу:

1. Відібрати зразки і виділити наважки по ГОСТ 10839-64;
2. Із середньої проби зерна сходом із сита діаметром 6 мм виділити крупну домішку (солону, колоски, грудочки землі, гальку);
3. Зважити сміттєву домішку і виразити її у відсотках, та додати до фракції сміттєвих домішок;



4. Виділити наважки: для пшениці та ячменю – 50г;
5. Просіювати наважки на протязі 3 хв. на комплексі сит, які підбираються для кожної культури по ГОСТ 10939-64. Сита встановлюються:
  - 1 – піддон;
  - 2 – сито, для виділення сміттевої і зернової домішки;
  - 3 – сито, для виділення дрібного зерна.
6. Зважувати і виразити у відсотках отримані продукти:
  - дрібне зерно (прохід сита 3);
  - смітну домішку (схід із сита 2);
  - основне зерно (прохід сита 2, схід із сита 3).



Рисунок 3.2 – Сходи і проходи сит при визначенні фракцій домішок у зерні пшениці, розташовані на аналізованій дощці

### 3.5 Методика визначення вологості круп'яної сировини висушуванням

Вологість визначають згідно ГОСТ 13586.5-93 [55].

Послідовність проведення аналізу:

1. Подрібнити 20 г підготовленого зерна;
2. Зважити до другого десяткового знаку двох чистих попередньо просушених металічних бюкс;
3. Засипати здрібнене зерно масою  $(5,0 \pm 0,05)$  г в дві металічні бюкси;

4. Бюкси з наважками помістити в сушильній шафі (рис.3.3) при температурі 130 °С (спочатку в гніздо поставити кришку, а потім на кришку розмістити бюкс);
5. Висушування проводити протягом 40 хвилин;
6. Вийняти бюкси із шафи, закрити кришками і перенести в ексікатор до повного охолодження на 20 хв., але не більше 2 годин;
7. Зважити до другого десяткового знаку охолоджені бюкси з подрібненим зерном;



Рисунок 3.3 – Сушильна шафа СЕШ-3М

8. Вологість визначається за формулою:

$$X = 100 \cdot \frac{q_1 - q_2}{q_1} + K, \quad (3.4)$$

де  $q_1$  – маса наважки розмеленого зерна до висушування, г;

$q_2$  – маса наважки розмеленого зерна після висушування, г;

$K$  – поправочний коефіцієнт (для пшениці та ячменю – 0,20).

Таблиця 3.2 – Стани зерна за вологістю

Стан зерна	Вологість (%) для зерна		
	Пшениці, жита, ячменю, гречки	Вівса, гороху	Проса
Сухе	до 14	до 14	до 13,5
Середньої сухості	14,1...15,5	14,1...16,0	13,6...15,0
Вологе	15,6...17	16,1...18,0	15,1...17,0
Сире	понад 17,0	понад 18,0	понад 17,0

### 3.6 Методика визначення натурної маси зерна для виробництва круп

Визначення натурности зерна проводять згідно ГОСТ 13586.2-81[56].

Послідовність проведення аналізу:

1. Із середнього зразка зерна очищеного і доведеного до базисних кондицій, виділити дві проби не менше 1 кг.
2. Визначити натурность за допомогою літрової пурки хлібної ПХ-1(рис.3.4).
3. Зважування провести з точністю до 0,5 г. Розбіжність між двома паралельними визначеннями натурности на літровій пурці для всіх культур, крім вівса, не більше 5 г (для вівса – не більше 10 г).
4. За показник натурности зерна беруть середнє арифметичне результатів аналізу двох проб, округлюючи одержані величини до 1 г/л.



Рисунок 3.4 – Пурка хлібна ПХ-1

### 3.7 Методика визначення процесів гідротермічної обробки водою круп'яної сировини

Обробкою водою можливо збільшити вологість зерна, особливо в поверхневих оболонках вівса та жорсткої оболонки гречки.

Методикою ставиться завдання:

- Змінити механічні властивості кліткових оболонок, що дозволить більш ефективно здійснити операцію луцення;
- Змінити механічні властивості ядра, необхідні для збільшення його міцності;
- Визначення кількості води на одну вагову одиницю сировини необхідно, щоб досягли якості відволоження;
- Визначити термін обробки, також з метою досягнення сировиною оптимальних значень для безумовно легкого зняття оболонки.

- Термічна обробка проводиться паром або гарячою водою:
- Методика в результаті обробки передбачає:
  - Здійснити хімічні зміни у внутрішніх частинах зерна, що веде до зміни крохмалю та денатурації білка;
  - Змінити технологічні властивості для подальшої кулінарної обробки, що веде до менших витрат крохмалю при варінні, а також до розсипчатості варених каш;
  - Визначити технологічні параметри обробки.

#### Висновки до розділу

1. На основі визначеної мети і завдань досліджень розроблена програма, яка включає усі позиції, направлені на визначення характеристик сировини, параметрів її обробки з безумовним отриманням високої якості кінцевої продукції.
2. Наведено необхідне лабораторне обладнання на якому можна визначати параметри гідротермічної обробки круп'яної сировини.
3. Представлено технологічний процес гідротермічної обробки сировини, як об'єкт моделювання.
4. Визначено які якісні зміни відбуваються з зерном при гідротермічної обробки.
5. Представлена низка методик, яка дозволяє визначити характеристики сировини, як об'єкта дослідження.

## 4 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПРОПОЗИЦІЙ ДО ЇХ ВПРОВАДЖЕННЯ

### 4.1 Вплив зволоження та тривалості відволоження на вихід крупи вівса

Найкращий спосіб покращення технологічних властивостей зерна перед лущенням – гідротермічна обробка, яке полягає у впливі на нього вологи (пари) і тепла. При цьому відбувається спрямована зміна властивостей складових частин зерна – ендосперму і оболонки. Під час застосування раціональних способів і режимів обробки, оболонки легше відокремлюються від ядра, останнє менше дробиться, що зумовлює підвищення виходу крупи і поліпшенню її якості.

У результаті проведених досліджень встановлено, що вихід крупи змінювався залежно від параметрів водотеплового оброблення та вологості зерна (табл. 4.1). Так, вихід крупи за 13 %-ї вологості і найменшої тривалості лущення становив 94,5 %, який зменшувався до 79,0 % або на 16 % у варіанті з 180-хвилинним лущенням (НІР05=2,8). Слід відзначити, що вихід крупи істотно зростав за лущення зерна вологістю 14,5 % (НІР05=1,9).

Таблиця 4.1 – Параметри водотеплового оброблення та вологості зерна

Тривалість лущення, с (фактор А)	Вологість зерна, % (фактор В)			
	13,0	13,5	14,0	14,5
20	94,5	94,9	95,6	96,1
40	93,8	94,2	95,0	95,8
60	93,0	93,7	94,2	95,2
80	89,5	89,8	90,0	90,8
100	86,9	87,3	89,3	90,1
120	86,2	87,9	88,1	89,0
140	83,0	83,7	85,1	86,1
160	81,9	82,1	82,8	83,5
180	79,0	79,7	80,1	81,0
НІР05	А	2,8		
	В	1,9		

Вихід крупи змінювався залежно від тривалості відволожування зерна вівса (табл. 4.2). Так, за вологості 15 % і тривалості відволожування 30 хв, вихід крупи зменшувався за лушення впродовж 20–180 с з 97,8 до 85,1 %. Зі збільшенням тривалості відволожування до 60 хв – збільшувався неістотно і становив 98,0–85,3 %. За відволожування впродовж 90 хв вихід крупи збільшувався на 0,1–0,5 % порівняно із 30 хвилинним. За відволожування впродовж 120 хв він зменшувався неістотно. Подібну тенденцію встановлено для зерна вівса вологістю 15,5 і 16 %, тобто збільшення вологості [11,18].

Отже, вихід крупи з вівса №1 істотно змінюється від тривалості лушення та вологості зерна більше 14,5 –15,0 %.

Встановлено, що лушення зерна впродовж 20 –40 с не викликає істотних змін на поверхні зернівок. Зі збільшенням тривалості лушення з 60 до 180 с спостерігається поступове стирання оболонок.

Дослідженнями встановлено, що збільшення тривалості лушення зерна зумовлювало підвищення вмісту мучки кормової. Найвищий вихід мучки кормової за вологості зерна 13 % – 5,5–21,0 % залежно

23 від тривалості лушення. За підвищення вологості зерна до 14,5 % їхній вихід зменшувався на 10–29 % залежно від варіанту досліджу.

Таблиця 4.2 – Вихід крупи з вівса №1 залежно від тривалості лушення та відволожування, %

Триалість лушення, с (фактор А)	Тривалість відволожування, хв (фактор С)			
	30	60	90	120
Вологість зерна 15,0 % (фактор В)				
20	97,8	98,0	97,9	97,7
40	96,9	97,1	97,1	96,7
60	96,0	96,3	96,2	95,9
80	93,5	93,7	93,8	93,7
100	91,6	91,8	92,0	91,8
120	89,8	90,0	90,3	90,0
140	88,2	88,4	88,6	87,7
160	87,3	87,0	87,4	87,2
180	85,1	85,3	85,5	85,3

Продовження табл. 4.2

Вологість зена 15,5 %				
20	97,9	97,8	98,0	98,2
40	97,0	96,9	97,1	96,9
60	95,9	96,0	96,2	96,0
80	93,8	94,1	93,1	92,6
100	91,7	91,3	90,7	91,3
120	89,9	89,8	90,0	90,2
140	87,9	87,9	87,9	87,5
160	86,9	87,2	87,2	86,8
180	85,0	85,1	84,9	84,2
Вологість зена 16,0 %				
20	97,7	97,5	97,9	98,0
40	96,8	96,6	96,9	96,8
60	95,8	96,1	96,0	95,9
80	93,7	93,9	92,9	92,8
100	91,3	91,0	90,8	91,1
120	89,7	89,5	89,9	90,0
140	87,7	87,7	87,7	87,4
160	86,8	87,0	87,0	86,6
180	84,9	85,0	84,8	84,5
НІР <sub>05</sub>	А	2,2		
	В	1,3		
	С	1,1		

Під час зволоження зерна до вологості 15,0 % і відволоження впродовж 30 хв вихід мучки кормової становив 2,2-14,9 %, що на 4-7 % менше порівняно із зерном, лущеним за вологості 13,0 %. За збільшення тривалості відволоження з 60 до 120 хв встановлено подібну тенденцію, проте вихід мучки змінювався неістотно порівняно з 30-хвилинним відволоженням (НІР<sub>05</sub>=0,2).

За вологості зерна 16,0 % тривалості відволоження 30 хв вихід мучки становив 2,3-15,1 %; 60 хв – 2,5-15,0%; 90 хв – 2,1-15,2%; 120 хв – 2,0-15,5 % залежно від тривалості лущення.

Для впровадження розробленої технології важливе значення має якість готового продукту та його органолептична характеристика. Крупу оцінюють за смаком, запахом, кольором, вологістю, вмістом різних домішок, вирівнюванням та крупністю, вмістом і доброякісністю ядра та нелущених зерен.



Параметрами удосконалення були тривалість лушення, вологість та тривалість відволожування.

Проведена кулінарна оцінка вівсяної каші змінювалась залежно від тривалості лушення зерна. (табл. 4.3).

Таблиця 4.3 – Кулінарна оцінка каші з крупи з пшениці спельти №1 залежно від тривалості лушення, бал.

Тривалість лушення, с	Показник			
	Запах	Смак	Колір	Консистенція
20	7	7	5	9
40	7	7	5	9
60	7	7	7	9
80	9	7	7	9
100	9	7	7	9
120	9	9	9	9
140	9	9	9	9
160	9	9	9	9
180	9	9	9	9
$HP_{05}$	0,4			

Збільшений запах мала крупа за тривалості лушення зерна 80-180 с – 9 балів. Смак каші із вівса, за тривалості лушення зерна 120 -180 с, був дуже виражений, що зумовлено нижчим вмістом оболонки зерна в крупі та неошліфованих зерен. Менша тривалість лушення зерна (20-100 с) зумовлювала виражений смак каші. Консистенція каші з вівса не залежала від тривалості лушення та була розсипчастою. Для встановлення оптимального індексу видалення оболонки проаналізовано консистенцію каші під час розжовування, оскільки цей показник визначає споживні властивості крупи. Встановлено (рис. 4.1), що цей показник залежав від тривалості лушення.

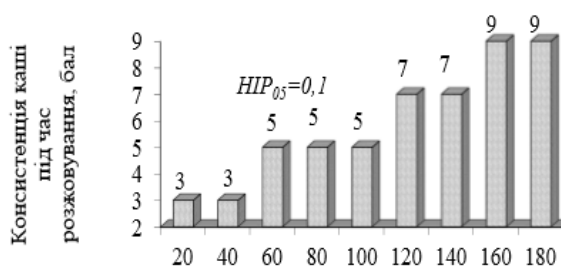


Рисунок 4.1 – Тривалість лушення, сек.

## 4.2 Пропозиції до удосконалення технології виробництва круп'яних продуктів із зерна вівса

Для переробки зерна вівса в крупу у технологічному процесі передбачено наступні етапи: очищення зерна від домішок; зволоження зерна; відволоження зерна; лущення зерна; подрібнення ядра; сортування продуктів лущення і відділення крупи.

Загальний процес відбувається шляхом переміщення зерна в приймальний бункер за допомогою шнеку. Після зерно проходить крізь магнітний сепаратор, для виділення металоманітних домішок. Потім за допомогою пневмотранспорту направляється в пневмосепаратор, для виділення легких домішок. Далі зерно потрапляє в зерноочисний агрегат, який складається із ситового сепаратора, трієра, магнітного сепаратора та оббивної машини, що має індивідуальний привід, змонтований на металевій станині і приводяться від одного електродвигуна.

Зерновий сепаратор служить для відділення від зерна домішок, що відрізняються від нього шириною і товщиною. Для цієї мети сепаратор забезпечений ситами з продовгуватими отворами 1,7 x 20 мм і 4,25 x 25 мм. Сита розташовані похило і здійснюють коливання. Очищене зерно через магнітний сепаратор потрапляє на зерновий трієр. Після чого зерно зволожують в зволожувальній машині до 15,0–15,5 % та відволожують в бункерах для відволоження впродовж 30 хв.

Для досягнення індексу лущення зерна вівса – 11–13 %, зерношліфувальній машині А1–ЗШН яка характеризується високою ефективністю роботи, та здатні за один прохід мати необхідний індекс лущення. Після кожної системи проводять сепарування отриманого продукту через дуаспіратор. Перед аспіраційною мережею та машинами ударно-стиральної дії встановлюють магнітну колонку. Після другої системи круп'яний продукт, за необхідності, сепарують на розсійнику для отримання вівсяної крупи № 1 і подрібнюють на вальцьовому

верстаті та спрямовують на розсійник, де відбирають крупи. Вихід крупи з зерна вівса за такої технології становить 87–90 %.

#### 4.3 Особливості роботи машин вологої обробки промивання і змачування зерна

Використання традиційних мийних машин для очищення сировини і зерна гречки, проса, вівса в лініях виготовлення крупів, обмежене значним пошкодження зародка та підвищеним виходом битих зерен. Крім того, при обробці вівса після виходу з мийної машини його необхідно сушити, що вимагає додаткового обладнання. Пропонується обладнання, яке відрізняється від традиційних мийних машин конструкцією зернового шнека і робочих органів віджимної колонки.

Для інтенсифікації процесу використовують повітря, що забезпечує розшарування зерна по густині і відмивання бруду з поверхні зернівок. На відміну від традиційних конструкцій у мийній машині (рис. – 4.2) переміщення зерна у віджимній колонці здійснюється лопатами шнека без ударів (в м'якому режимі), воно менше б'ється. Сито віджимної колонки 17 має форму зрізаного конуса з верхньою більшою основою, вертикальний вал гвинтового ротора 14 як і вал зернового шнека зроблено порожнистим з радіальними отворами у верхній частині, через які у віджимну колонку підводять гаряче повітря або інший агент сушіння від калорифера. За рахунок відцентрових сил зерно притискається до ситової поверхні 17, що сприяє очищенню поверхні зернівок і видаленню вологи проходом через сито. У верхній частині колонки відбувається підсушування зерна. При використанні мийних машин експлуатаційні витрати в основному визначаються витратами води на миття зерна. В технологіях без повторного використання води ці витрати складають 1,5-2 т води на тонну зерна. Тому доцільно застосовувати установки для очищення відпрацьованої мийної води і повторному її використанню.

Краном 9 регулюють величину подачі води в напірний колектор (при відкриванні крана 9 частина очищеної води зливається у басейн 1). Під час роботи насоса в баку 3 виникає вакуум, відстояна вода з басейна (рис 4.2).

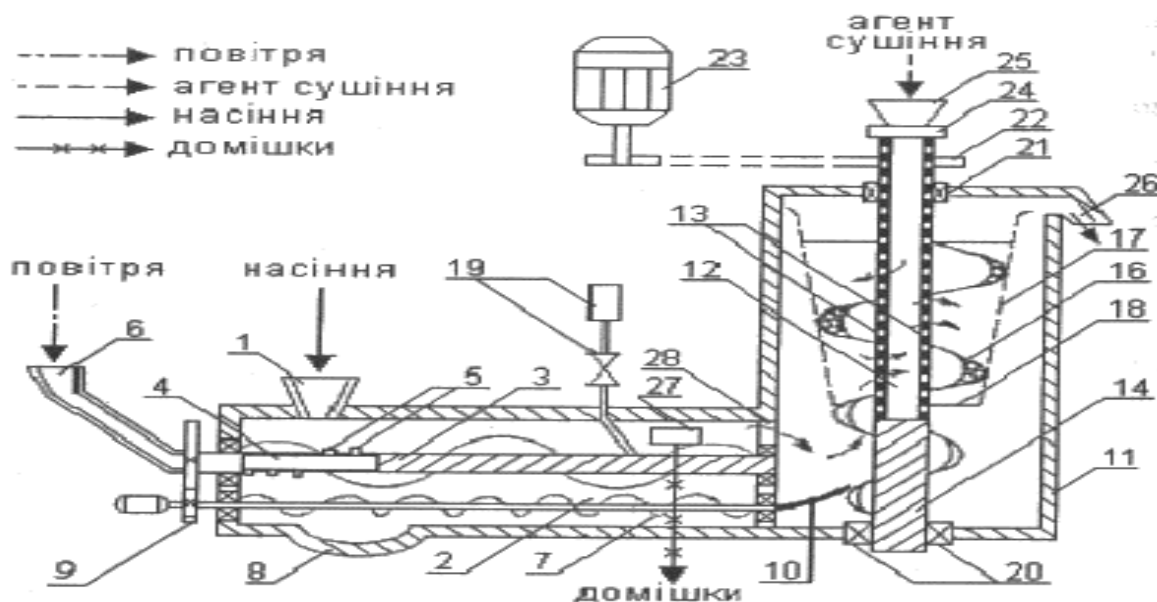


Рисунок 4.2 – Функціональна схема мийної машини

#### 4.4 Комплекс обладнання для гідротермічної обробки зерна в кру'п'яних цехах

Розглянемо особливості обладнання для холодного кондиціювання. На сучасних крупоцехах переважно застосовують холодне поетапне кондиціювання зерна, яке охоплює операції зволоження зерна водою з наступним тривалим (12–24 год.) відволоженням за температури 15–24 °С (перший етап) і додаткового зволоження з короткочасним відволоженням (45–60 хв.) перед виробництвом крупи — заключний етап.

Комплект обладнання для холодного кондиціювання зерна на млинах сільськогосподарського призначення (рис.4.3) складається із шнекового зволожувача 2, системи постачання води і декількох бункерів відволожування зерна 6. У нижній частині бункерів відволоження встановлені вивантажувальні

зернові шнеки. Подача води до гвинтового зволожувача здійснюється за рахунок гідростатичного тиску або під тиском водопровідної мережі.

Робочий процес ГТО здійснюється таким чином. Попередньо очищене зерно безперервно подається у гвинтовий зволожувач 2, де зволожується крапельним способом водою, яка надходить у гвинт через форсунку 3 із бака 5. Витрати води регулюють краном 4 в залежності від початкової вологості зерна.

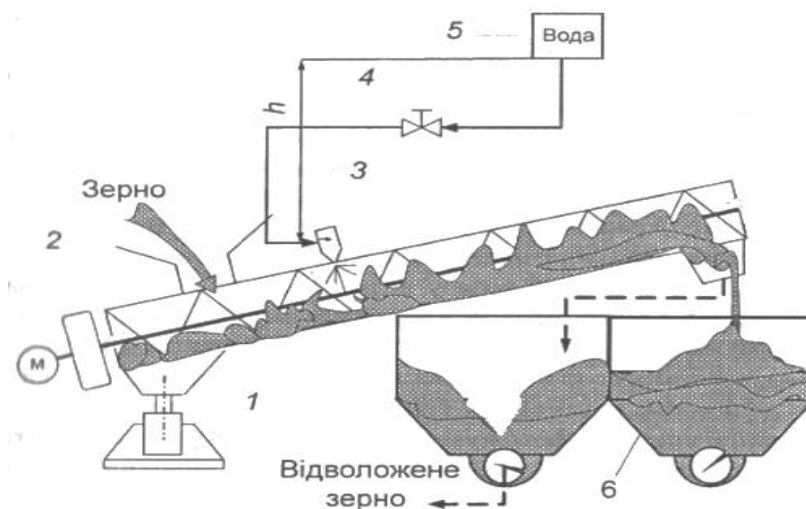


Рисунок 4.3 – Функціональна схема холодного кондиціонування зерна

Витками гвинта зерно транспортується в один із бункерів відволоження 6, перемішується під час транспортування; від механічної взаємодії зернівок з краплями води, останні подрібнюються, при цьому рівномірно зволожують оболонки зернівок. У бункерах відволоження відбувається диференційоване розподілення вологи між оболонкою і ендоспермом зернівки, волога проникає всередину ядра. В ядрі утворюються мікротріщини, воно стає більш крихким, послаблюються зв'язки між ендоспермом і оболонками, структура оболонок стає пластично-в'язкою. Все це в сукупності полегшує відділення оболонок від ядра крупними часточками і їх відсіювання від готових продуктів, зменшує енергомісткість процесу подрібнення зерна при круповиробництві, дисковими або вальцовими подрібнювачами.

Відволожене зерно із бункерів 6 вивантажують гвинтами для подальшої обробки.

#### 4.5 Пропозиції до виконання розрахунку зволоження круп'яного зерна

Розрахунок. Основними технологічними параметрами обладнання холодного кондиціювання зерна, які визначають при проектуванні, є продуктивності системи крапельного зволоження, гвинтового змішувача, місткості бункерів відлежування і бака для води та їхні основні геометричні параметри.

Продуктивність системи крапельного зволоження  $Q_B$  л/год., визначають за формулою:

$$Q_B = Q \frac{B_2 - B_1}{100 - B_2}, \quad (4.1)$$

де:  $Q$  — продуктивність млина, кг/год.;

$B_1, B_2$  — вологість зерна відповідно до зволоження і після відлежування, %: (у розрахунках беруть  $B_1 = 12\%$ ,  $B_2 = 16...18\%$ ).

Діаметр отвору штуцера, мм,

$$D = 6,7 \sqrt{\frac{4Q_B}{\mu \rho \cdot 2gh}}, \quad (4.2)$$

де:  $\mu = 0,95$  — коефіцієнт витікання рідини;

$\rho = 1000$  — густина води, кг/м<sup>3</sup>;

$h = 1,5...2$  — напір води, м;

$g = 9,81$  — прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>.

Для гвинтових конвеєрів продуктивністю  $Q \leq 5000$  кг/год. беруть такі значення параметрів: діаметра гвинта  $D = 100$  мм, його вала  $d = (0,20...0,32) D$  ( $d$ ), кроку гвинтової лінії  $t = (0,75...1,00) D$ .

Кут підйому гвинтової лінії, град,

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{t}{\pi D}. \quad (4.3)$$

Швидкість руху зерна  $v_o$ , М/с, вздовж осі гвинта визначають за формулами:

$$v_o = \frac{Q}{900 \cdot \pi \cdot D^2 - d^2 \cdot \psi \cdot \rho \cdot c_0} \quad (4.4)$$

$$\vartheta_0 = \operatorname{ctg} \varepsilon \frac{\frac{Dg}{2} \frac{\sin \alpha + \varphi \sin \beta - \cos \alpha + \varphi \cos \beta \sin(0,75\varphi_0)}{f \sin(\varepsilon - \alpha - \varphi)} - \cos \beta \cos(0,75\varphi_0)}{1}, \quad (4.5)$$

де  $\psi = 0,15 \dots 0,35$  — коефіцієнт заповнення зерном міжвиткового простору, %;

$\rho = 740 \dots 850$  — насипна маса зерна, кг/м<sup>3</sup>;

$c_0 = 0,8 \dots 0,9$  — коефіцієнт, який ураховує зворотний рух зерна;

$g = 9,81$  — прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>;

$\varphi = 19,5^\circ$  — кут тертя — ковзання зерна при русі по сталі, град;

$\beta = 0 \dots 12^\circ$  — кут нахилу осі гвинта до горизонту, град;

$\varphi_0 = 35^\circ$  — кут природного укосу зерна в стані спокою, град.

Методом послідовних наближень визначають кут  $\varepsilon$  між векторами абсолютної  $\varepsilon$  і осьової  $v_o$  швидкостей руху зерна.

Колову швидкість витка гвинта по зовнішній кромці визначають за формулою:

$$v = v_o(\operatorname{ctg} d + \operatorname{tg} \varepsilon), \quad (4.6)$$

Кутову швидкість визначають за формулою:

$$\omega = 2v / D, \quad (4.7)$$

яка згідно з рекомендаціями не повинна перевищувати величину 50 рад/с.

Колову, кутову і абсолютну швидкості руху зерна розраховують за такими виразами:

$$v_3 = v_o \operatorname{tg} \varepsilon, \quad \omega_3 = 2 \cdot v_3 / D \quad (4.8)$$

$$V_a = v_0 / \cos \varepsilon.$$

Довжину гвинта  $L$ , м, визначають з умови забезпечення рівномірного зволоження поверхні зернівок:

$$L = v_0 \tau, \quad (4.9)$$

де  $\tau = 1...2$  — тривалість перебування зерна в гвинтовому змішувачі, с. Місткість бункера відволожування, м<sup>3</sup>:

$$W_6 = Q T / (p z k_3), \quad (4.10)$$

де:  $T$ — тривалість відволожування зерна, год.;

$p$ — густина зерна, кг/м<sup>3</sup>;

$z = 2...4$  — кількість бункерів, шт.;

$k = 0,85...0,90$  — коефіцієнт заповнення бункера зерном.

Потрібну потужність  $N$ , кВт, для приведення в дію гвинтового змішувача в першому наближенні визначають за формулою:

$$N = N_1 + N_2 + N_3, \quad (4.11)$$

де  $N_1$  – потужність, яка витрачається на надання кінетичної енергії зерну, кВт:

$$N_1 = \frac{Q v_a^2}{7,2 \cdot 10^6}, \quad (4.12)$$

$N_2$  - потужність, яка витрачається на подолання опору від сил тертя зерна у внутрішню поверхню кожуха гвинта, кВт:

$$N_2 = \frac{Q \tau v_a f}{7,2 \cdot 10^6} (\omega^2 D + 2 g \cos \beta \cos(0,75 \varphi_0)), \quad (4.13)$$

$N_3$  - потужність, яка витрачається на подолання опору від сил тертя зерна у гвинті та піднімання зерна, кВт:

$$N_3 = \frac{D (\omega - \omega_3)}{2 \cdot 10^3} (P_1 \frac{D_0}{D} + P_2) \quad (4.14)$$



де:  $P_1, P_2$  - колові сили, дотичні до кіл з діаметрами  $D_o = 0,75D$ , які виражаються такими співвідношеннями:

$$P_1 = \frac{Q\tau g}{3,6 \cdot 10^3} \sin \varepsilon \operatorname{tg} \alpha_0 + \varphi + \cos \beta \sin(0,75\varphi_0), \quad (4.15)$$

$$P_1 = \frac{Q\tau f}{7,2 \cdot 10^3} \omega_3^2 D_0 + g \cos \beta \cos(0,75\varphi_0), \quad (4.16)$$

де  $\alpha_0$  – кут підйому гвинтової лінії на діаметрі  $D_0$ :

$$\alpha_0 = \operatorname{arctg} \frac{t}{\pi D_0}, \quad (4.17)$$

На сучасних зернопереробних підприємствах для ГТО застосовують апарати для обробки зерна теплом і вологою. В залежності від призначення їх умовно поділяються на групи: для обробки зерна на млинах, круп'яних заводах і комбікормових виробництвах. Для підготовки зерна для обробки на крупи поширення одержали водяні, повітряні, повітряно-водяні і парові кондиціонери.

Гідротермічна обробка круп'яних культур передбачає пропарювання зерна парою, сушіння і охолодження в спеціальних апаратах періодичної та безперервної дії (рис. 4.4).

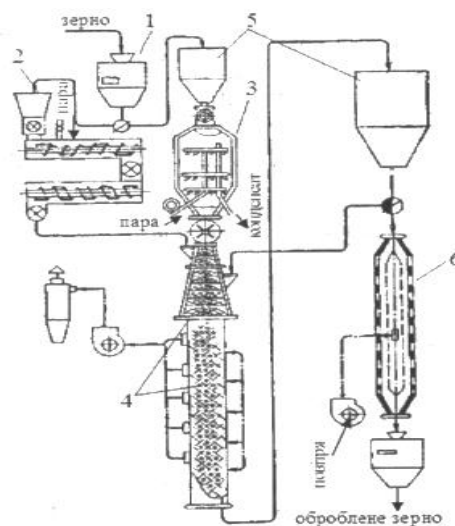


Рисунок 4.4 – Узагальнена функціональна схема ГТО зерна в круп'яному виробництві

Після такої обробки поліпшуються технологічні властивості зерна, полегшується відділення оболонки від ядра під час луцення, збільшується вихід цілого ядра, поліпшуються споживчі властивості крупи (скорочується тривалість її варіння, консистенція готової каші стає більш розсипчастою; підвищується стійкість крупи під час зберігання в результаті інактивації ферментів, що сприяють псуванню крупи тощо).

Способи і режими гідротермічної обробки зерна круп'яних культур (табл. 4.5) досить різноманітні, їхній вибір залежить від властивостей зерна, асортименту продукції і від того, як впливають режими обробки на зміну зовнішнього вигляду крупи тощо.

Пропарювання – сушіння – охолодження застосовують для гречки, вівса і гороху. Особливість цього процесу – висока температура.

Таблиця 4.5 – Режими гідротермічної обробки зерна

Культура	Тиск пари, МПа	Тривалість пропарювання, хв.	Вологість зерна, %	
			після пропарювання, хв.	після гідротермічної обробки
Гречка	0,25...0,30	4,0...6,0	18...19	12,5...13,5
Овес	0,05...0,10	3,0...5,0	16...18	10/12...13*
Горох	0,10...0,15	2,0...3,0	16...18	13,5...14,5
Пшениця	0	0,5...2,0		14,5...15,0
Кукурудза	0	2,0...3,0		15,0...16,0**

Нагрівання зерна (110-120 °С) під час пропарювання; він відбувається при надлишковому тиску пари. Зерно швидко і добре прогрівається і зволожується; воно стає більш еластичним і менш крихким, тому менше дробиться під час луцення і шліфування. Пластифікація ядра відбувається як від зволоження, так і від хімічних перетворень (клейстеризації крохмалю, карамелізації цукру й денатурації білків). Короткочасне сушіння пропареного зерна в більшій мірі обезводнює квіткові і плодові оболонки, вони стають більш крихкими і легше руйнуються під час луцення. Зміни в складових частинах зерна в процесі

пропарювання, сушіння і охолодження приводять до зменшення енергомісткості подальших процесів оброблення зерна [15,22].

Для пропарювання зерна використовують спеціальні апарати - пропарювачі безперервної і періодичної дії. Серед пропарювачів безперервної дії найбільш поширені горизонтальні шнекові пропарювачі

#### 4.6 Пропозиції виробництву у використанні виробництва швидкорозварюваних круп

Процеси гідротермічної обробки круп'яних культур, а також термічна обробка вже готових круп, добре проглядається при виробництві швидкорозварюваних круп.

Згідно ДСТУ 1055:2006 зовнішній вигляд гречаної швидкорозварюваної крупи має бути розсипчастою, допускають наявність дрібно дроблених крупів не більше ніж 3,0 % за масою, а вівсяною - розсипчата маса, допускають окермі нещільно злежані грудочки. Колір гречаної крупи - жовто - коричневий різних відтінків, а вівсяної - жовто - кремовий різних відтінків.

За фізико - хімічними показниками крупи повинні відповідати вимогам, зазначеним в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Фізико – хімічні показники

Назва показника	Норма	Метод
Масова частка вологи, %, не більше ніж	10,0	Згідно з ГОСТ 15113.4
Масова частка металоманітної домішки (частинок не більше ніж 0,3 мм у найбільшому лінійному вимірі, а маса окремих її часток не повинна перевищувати 0,4 мг), %, не більше ніж	$30 \cdot 10^4$	Згідно з ГОСТ 15113.2
Готовність страви з гречаних, вівсяних крупів до споживання, хв, не більше ніж	20	Згідно з ГОСТ 15113.3
Наявність побічних і мінеральних домішок, зараженість шкідниками хлібних запасів	Не дозволено	Згідно з ГОСТ 15113.2

Виробництво швидкорозварюваних круп складається з наступних основних технологічних етапів: зважування і контрольне просіювання сировини, зволоження, первинне відволоження, пропарювання вологих круп, повторне відволоження, підсушування, плющення, висушування плющених круп, просіювання їх, магнітний контроль, фасування і пакування.

Контрольне просіювання сировини здійснюють у розсійниках або крупосортувалках для забезпечення високого вирівнювання круп за розмірами.

Відсортовані крупы завантажують в бункер. Кожний номер круп потребує окрему місткість.

Зволоження круп здійснюють в зволожувальних апаратах до вологості 25-27 %.

Етап зволоження круп можна сумістити з миттям і застосувати для цього машину для миття. Найкраще використовувати теплу воду з температурою 25-27 °С.

Відволоження круп після зволоження, аби запобігти їх злипанню, проводять в бункерах з підігрівачами або в шнеках при мінімальній швидкості обертання лопаток. Тривалість відволоження для всіх видів круп – 40 хв.

Пропарювання круп проводять в шнекових пропарювачах безперервної дії при тиску пари 0,1 МПа та експозиції пропарювання 3 хв. Вологість круп після пропарювання - 28-29 %.

Пропарені крупы проходять процес повторного відволоження. Процес відволоження, здійснюють знову при постійному перемішуванні круп, оскільки після пропарювання вони здатні ще більше злипатися. Тривалість повторного відволоження - 3-40 хв.

Після повторного відволоження крупы підсушують до вологості 23- 25 %. Плющення круп проводять в плющильних або вальцьових верстатах при встановленні диференціалу 1:1. При використанні вальцьових верстатів встановлюють такий режим роботи: кількість рифлів - 10 на 1 см; ухил - 8 %, розташування рифлів - сп/сп.

Висушені швидкорозварювані крупы піддають ситовому контролю.

При сортуванні швидкорозварюваних круп відбирають утворені під час сушіння грудочки злиплих крупинок (схід із сита з крупними отворами), а також дрібні частинки зруйнованих крупинок і мучку (прохід сходового сита).

Після просіювання готові крупи подають на фасування і пакування в пачки масою 0,5 -1,0 кг.

Режим роботи транспортного обладнання повинен бути таким, щоб він не спричиняв руйнування плющених круп.

Кінцевим процесом є фасування і пакування круп. Крупи упаковують у споживчу і транспортну тару. Споживчою тарою для крупів є: пакети паперові; пачки картонні або паперові з внутрішнім пакетом; пакети з термозварюваних полімерних матеріалів. Пакети і пачки повинні бути склеєні. Крупи пакують у споживчу тару масою від 250 г до 1 кг, кратними 25 г.

Транспортною тарою для упакування крупів є ящики фанерні, дощані, з гофрованого картону та мішки. Пакети й пачки з крупами складають у ящики місткістю не більше 15 кг. Транспортна тара для упакування крупів повинна бути міцною, сухою і без сторонніх запахів. Для перевезення автомобільним транспортом допускається групове упакування пачок і пакетів з крупами у папір спеціальних марок в один або два шари і в полімерну харчову термосідальну плівку спеціальної марки. Маса нетто групової упаковки повинна бути не більшою за 15 кг.

Маркування наносять на кожну одиницю споживчої тари. Воно повинно мати такі данні: товарний знак і (або) назву підприємства-виробника, його місце знаходження і підпорядкованість; назву продукту (вид, різновид, сорт-, номер); масу нетто (кг); дату виготовлення і номер зміни упаковки; строк зберігання (для крупів); позначення стандарту; фразу "зберігати в сухому місці"; інформацію про харчову і енергетичну цінність 100 г продукту. Дата виготовлення і номер зміни позначаються семизначним числом арабськими цифрами і повинні бути нанесені на поверхню упаковки або етикетки друкуванням маркувальною фарбою чи штампуванням.

## Висновки до розділу

1. При визначенні впливу зволоження та тривалості відволоження на вихід крупі вівса встановлено, що в результаті режимів обробки оболонки при луценні легше відокремлюються від вівса на 5-7%.
2. Запропоновані пропозиції до удосконалення технології виробництва круп'яних продуктів із зерна вівса шляхом використання машин підвищеної ефективності роботи.
3. Для інтенсифікації процесу розшарування зерна по густині в підготовчих операціях мийки зерна, використовувати повітря.
4. Запропонована функціональна схема холодного кондиціювання круп'яного зерна.
5. Виконаний розрахунок параметрів зволоження круп'яного зерна.
6. Надані пропозиції виробництву для використання отримання швидкорозварюваних круп з рекомендаціями проведення процесів зволоження в апаратах до 25-27%; відволоження з оптимальною тривалістю для всіх видів круп- 40хв; проведення пропарювання при тиску пари 0,1 МПа та експозиції у 3 хв, з отриманням вологості круп після пропарювання – 28-29%.

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 5.1 Вимоги безпеки праці під час роботи з технологічним обладнанням цеху з виробництва круп

#### Загальні положення

До роботи машиністом (оператором) зернопереробних комплексів допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли навчання з обслуговування і безпечної експлуатації цих агрегатів та попереднє навчання й перевірку знань із питань охорони праці і мають про це відповідне посвідчення.

Машиністи (оператори) з обслуговування електрифікованих комплексів, агрегатів та машин повинні мати відповідну кваліфікаційну групу з електробезпеки [25,41,46,47].

До ручних робіт на токах (підгрібання зерна до завантажувальних транспортерів машин, перелопачування буртів зерна, очищення приямків норій, затарювання зерна, завантаження у транспортні засоби тощо) допускаються особи, які навчені безпечним способам виконання робіт і пройшли інструктаж з охорони праці.

Узгоджувати з безпосереднім керівником чітке визначення меж вашої робочої зони. Не допускати знаходження сторонніх осіб у робочій зоні.

До роботи приступати у спецодязі, упевнившись, що він не має пошкоджень, елементів, які звисають, не прилягають і можуть бути захоплені деталями, що рухаються й обертаються.

Якщо під час роботи виділяється багато пилу, захищайте органи дихання респіратором типу «Лепесток», а органи зору – окулярами захисними ПО-2.

Не приступати до роботи у стані алкогольного, наркотичного або медикаментозного сп'яніння, у хворобливому або стомленому стані.

Курити дозволено тільки у спеціально відведених і обладнаних для цих цілей місцях.

Не працювати несправним інструментом і пристосуваннями, не використовуйте їх не за призначенням, а також не користуйтеся сторонніми предметами.

Перед вживанням їжі вимити руки з милом, витріть їх чистим рушником або висушити повітрям.

Не відпочивати на буртах зерна.

Вимоги безпеки перед початком робіт

Для машиністів (операторів) зерноочисних і сортувальних машин і зерноавантажувачів

Отримати від керівника робіт завдання.

Одягнути спецодяг та засоби індивідуального захисту (не переодягайтесь поблизу обертових або рухомих деталей і механізмів машин і обладнання).

Провести технічне обслуговування згідно з інструкцією заводу-виготовлювача.

Пересувні машини й обладнання встановити на току так, щоб вітер відносив пил із робочої зони.

Перевірити наявність і справність захисних огорожень приводів робочих органів, наявність захисних (запобіжних) решіток на завальних ямах та приймальних бункерах.

Забезпечити захист струмопідвідних проводів і кабелів до електрифікованих машин і установок від механічних пошкоджень або підвісьте їх на висоту, недоступну для пошкодження машинами та торкання людьми.

Перевірити надійність кріплення й наявність заземлення електрообладнання машин і пультів керування ними. Не приступайте до роботи на машинах з відчиненими дверцятами пультів керування, знятих кришках магнітних пускачів та іншої електроапаратури.

Перед включенням зерноочисної машини переконатись, що нікому із присутніх біля машини не загрожує небезпека від рухомих частин і механізмів.

Випробувати роботу машини на холостому ходу, виявлені недоліки усувати.



Для машиністів (операторів) зерноочисних агрегатів і зерноочисно-сушільних комплексів

Необхідно переконатись, що у приміщенні пульта керування агрегатом, комплексом є:

- запас запобіжників і сигнальних ламп;
- набір інструментів;
- показчик напруги;
- комплект захисних засобів;
- аптечка;
- інструкція з охорони праці.

Переконатись у відсутності зерна у напрямках норій. У випадку його виявлення повідомте керівника робіт і з допомогою виділених допоміжних працівників приберіть його.

Оглянути робочі органи машин і при виявленні недоліків усуньте їх.

Перевірити затяжку болтових з'єднань, при необхідності затягніть їх.

Вимоги безпеки під час виконання роботи

Для машиністів (операторів) зерноочисних і сортувальних машин і зерноавантажувачів

Перед включенням машин переконатись, що поблизу машин відсутні люди, і подати звуковий сигнал.

Не працювати зі знятими огороженнями пасових і ланцюгових передач трієрних циліндрів та інших обертових частин зерноочисних машин, муфт, блоків натяжних пристроїв, місць набігання полотен транспортерів на барабани, опорних роликів і роликів нижньої гілки стрічки в зонах робочих місць, а також рухомих частин машин і механізмів, що знаходяться в місцях, вільних для доступу.

Усувати пошкодження, проводьте очищення машини від зерна й домішок, мащення й регулювання тільки при виключеному рубильнику, відключеному штепсельному з'єднанні і зупиненій машині [25].

Під час обслуговування й очищення вузлів машин і електрообладнання, що знаходяться високо, користуватися розсувною або переносною драбиною з

опорними наконечниками, що виключають можливість сковзання її по підлозі (землі, площадці тощо).

При переміщенні самопересувних машин не допускати натягу живильного кабелю, а також наїзд на нього.

Під час зміни місця роботи зерноочисних і установки гідротермічної обробки, навантажувачів зерна та іншого пересувного обладнання від'єднувати від силової шафи живильний кабель.

Очищати решета спеціальною щіткою.

Регулювання щіток проводити тільки після зупинки машини.

При обслуговуванні решітних станів по очистці зерна та подрібнюваних машин не ставати на раму щіткового механізму.

Під час роботи зерноочисних машин зерно й відходи прибирати зі скатних дошок і лотків спеціальними скребками з довгими ручками.

Не чистити руками осадові камери аспіраційних улаштувань через оглядові люки. Цю роботу виконувати після повної зупинки машини.

Не допускати накопичення пилу, відходів соломи, зернових решток та іншого сміття біля машин, в робочій зоні.

Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

При зриві факела в топці цеха сушки терміново зупинити подачу палива, усунути несправність і після продувки топки повітрям протягом 10–15 хв. приступати до повторного розпалювання.

Зупинити машину при електроударі, з'явленні стороннього шуму, вібрації, запаху горілого, іскор і полум'я з випускного отвору вентилятора сушильної камери і загорянні зерна в сушильній камері. Зупинку машини починати з припинення подавання палива до форсунки.

При появі напруги на корпусі машини терміново відключіть загальний рубильник. Викликати чергового електрика. Усі пошкодження електроприводів, пульта управління, силової й освітлювальної мереж повинен усувати тільки електрик.

При враженні працівника електричним струмом як можна швидше звільнити потерпілого від його дії (тривалість дії струму визначає тяжкість травмування), для цього негайно відключити рубильник чи інший пристрій.

При неможливості швидкого відключення електроустановки вживати заходів щодо звільнення потерпілого від струмоведучих частин, користуючись мотузкою, палицею, дошкою чи іншими сухими діелектричними предметами, або відтягніть потерпілого за одягу (якщо вона суха і відстає від тіла), наприклад за поли піджака, за комір, при цьому уникайте дотику з оточуючими металевими предметами й частинами тіла потерпілого, не покритими одягом.

Якщо потерпілий торкається проводу, який лежить на землі, то перш ніж підійти до нього положити собі під ноги суху дошку, згорток сухої одягу або суху, що не проводить електричний струм, підставку і відокремити провід від потерпілого за допомогою сухої палиці, дошки. При цьому рекомендується діяти по можливості однією рукою [33].

У разі, якщо потерпілий судорожно стискає в руці один струмоведучий елемент (наприклад провід), відокремити потерпілого від землі (просунути під нього суху дошку, відтягнути ноги від землі мотузкою або за одягу).

Якщо нема можливості відокремити потерпілого від струмоведучих частин чи вимкнути електроустановку від джерела живлення, перерубати провід сокирою із сухим дерев'яним держакком або перекусити їх інструментом з ізольованими ручками. Перерубувати й перекушувати кожний провід окремо. Можна скористатися і неізольованим інструментом, тільки необхідно обгорнути його ручки сухою вовняною або прогумованою тканиною [34].

При зриві факела в топці терміново зупинити подачу палива, усунути несправність і після продувки топки повітрям протягом 10–15 хв. приступайте до повторного розпалювання.

В разі виникнення пожежі на стаціонарних об'єктах викликати пожежну команду, повідомити керівництво і приступити до ліквідації осередку загоряння згідно з вимогами інструкції про заходи з пожежної безпеки.

При виникненні пожежі на електроустановках у першу чергу необхідно повідомити про це пожежну охорону, відповідального за електрогосподарство, керівника робіт.

При виникненні пожежі в самій електроустановці чи поблизу неї, в першу чергу до прибуття пожежників вимкнути електроустановки з мережі. Якщо це неможливо, спробувати перерізати проводи (послідовно по одному) інструментом з ізольованими ручками.

У випадку загоряння зерна погасити топку, виключити вентилятори і вивантажувальні пристрої, закрити випускні заслінки і, не зупиняючи подачі вологого зерна, відкрити люки дифузорів, виявивши осередок загоряння, через вікно короба спробуйте витягнути його із шахти. Якщо осередок загоряння усунути не вдається, включити розвантаження на максимальну продуктивність, а осередки загоряння зерна гасить водою й усувайте з основного потоку зерна. Після розвантаження всього зерна ретельно очистити стінки камери й поверхню коробів від нагару.

При загорянні одязі намагатися зняти її або накрийте палаючу ділянку щільною матерією, при можливості занурити у воду.

Вимоги безпеки після закінчення роботи

Відключити двигуни машин агрегату, комплексу в зворотній послідовності їхнього включення.

Очистити машини, обладнання, майданчики, робочі приміщення від пилу, зернових відходів і солом'яних решток, сміття віднесіть у спеціально відведене місце.

Топки, що працюють на рідкому паливі, зупинити шляхом перекриття подачі палива, а на твердому – згідно з вимогами п. 3.3.11 цієї інструкції.

Прибрати робоче місце. Очистіть інструмент, інвентар, пристрої і покладіть у відведене місце. Приведіть у порядок спецодяг і засоби індивідуального захисту і здайте їх на зберігання.

Помити руки й обличчя теплою водою з милом.

При здачі зміни повідомити змінника про технічний стан обладнання і розкажіть про особливості роботи.

Повідомити керівника про всі помічені недоліки у процесі роботи і вжиті заходи до їх усунення.

## 5.2 Забезпечення електробезпеки у цеху з виробництва гречаної крупи

Роботою передбачається підвищення ступеня захищеності працівників від впливу електричного струму, пару гарячої води пропонуємо вжити ряд заходів:

- дотримання правил експлуатації електроустановок цеху;
- створення добровільних дружин для проведення періодичного навчання персоналу;
- забезпечення неможливості помилкової подачі напруги;
- установка знаків безпеки і огорожа струмоведучих частин, робочого місця.
- впровадити перевірку ізоляції струмовідних частин, дане рішення забезпечить технічну працездатність електроустановок, зменшить вірогідність потраплянь людини під напругу, замикань на землю і на корпус електроустановок;
- впровадити системи блокування, що дасть змогу унеможливити доступ до неізольованих струмовідних частин без попереднього зняття з них напруги, попередити помилкові оперативні та керуючі дії персоналу при експлуатації електроустановок, не допустити порушення рівня електробезпеки та вибухозахисту електрообладнання без попереднього відключення його від джерела живлення.
- розробити засоби орієнтації в електроустановках, що дасть можливість персоналу чітко орієнтуватись при монтажі, виконанні ремонтних робіт і запобігають помилковим діям;
- впровадити перевірку та технічне обслуговування систем заземлення технологічного обладнання цеху;

- розробити та провадити використання попереджувальних сигналів з метою забезпечення надійної інформації про перебування електрообладнання під напругою, про стан ізоляції та пристроїв захисту, про небезпечні відхилення режимів роботи від номінальних тощо;

- обладнати обладнання світловою сигналізацією незалежно від величини напруги, також передбачається попереджувальна сигналізація станів «Увімкнено» і «Вимкнено».

### 5.3 Розрахунок штучного заземлення електроустановок цеху з виробництва вівсяної крупи

З технологічної схеми для заземлення обрано вальцовий верстат, який подрібнює зерно в крупу (рис. – 2.3) розділ 2.

Згідно пункту 10.4.7 ПУЕ [39] за чинниками виробничий цех переробки круп відноситься до сухих приміщень, відносна вологість якого не перевищує 60 % .

Визначаємо розрахунковий опір ґрунту з урахуванням сезонних змін:

$$\rho_{\epsilon} = \rho_{zp} \cdot k_c^{\epsilon} = 80 \cdot 2 = 160 \text{ Ом}\cdot\text{м} \quad (5.1)$$

де  $\rho_{zp}$  – питомий опір ґрунту, згідно завдання  $\rho_{zp} = 80 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ ;

$k_c^{\epsilon}$  – коефіцієнт сезону, приймаємо 2,0.

Визначаємо опір одиночного вертикального електрода, Ом:

$$R_{\epsilon} = \frac{0,366 \cdot \rho_{\epsilon}}{L} \cdot \left[ \lg \left( \frac{2L}{d} \right) + 0,5 \lg \left( \frac{4S + L}{4S - L} \right) \right], \quad (5.2)$$

де  $S$  – відстань від денної поверхні до середини вертикально розташованого електрода, м.

$$S = t_0 + 0,5L = 0,9 + 0,5 \cdot 2,6 = 2,2 \text{ м} \quad (5.3)$$

Тепер

$$R_e = \frac{0,366 \cdot 160}{2,6} \cdot \left[ \lg \left( \frac{2 \cdot 2,6}{0,6} \right) + 0,5 \lg \left( \frac{4 \cdot 2,2 + 2,6}{4 \cdot 2,2 - 2,6} \right) \right] = 23,2 \text{ Ом.}$$

Визначаємо приблизну кількість електродів  $n_0$ , приймаючи коефіцієнт використання вертикальних електродів  $\eta_e = 1$  і припустимий опір заземлюючого обладнання  $R_0 = 4$  Ом:

$$n_0 = \frac{R_e}{\eta_e \cdot R_0} = \frac{23,2}{1 \cdot 4} = 5,8 \text{ штук} \quad (5.4)$$

Проведемо перевірочний розрахунок необхідної кількості вертикальних заземлювачів:

$$n = \frac{R_e}{\eta_e \cdot R_0} = \frac{23,2}{0,85 \cdot 4} = 6,8 \text{ штук}$$

Приймаємо кінцеву кількість електродів яка складає 7 штук і позначається  $n_{e.ост.}$ , коефіцієнт використання вертикальних електродів  $\eta_{e.ост.} = 0,76$  і визначаємо довжину горизонтальної з'єднувальної смуги  $L_z$ .

Довжина горизонтальної з'єднувальної смуги при розташуванні електродів в ряд визначаємо за формулою:

$$L_z = 1,05 \cdot a \cdot n_{e.ост.} - 1 = 1,05 \cdot 2,6 \cdot 7 - 1 = 16,38 \text{ м.} \quad (5.5)$$

Визначаємо опір горизонтальної смуги:

$$R_2 = \left( \frac{0,366 \cdot \rho_2}{L_2} \right) \cdot 0,51g \left( \frac{2 \cdot L_2^2}{b \cdot t_0} \right), \quad (5.6)$$

де  $\rho_2$  – розрахунковий опір для горизонтальної смуги.

$$\rho_2 = \rho_{zp} \cdot k_c^2 = 80 \cdot 6 = 480 \text{ Ом} \quad (5.7)$$

де  $k_c^2$  – коефіцієнт клімату для горизонтальної смуги.

Тепер,

$$R_2 = \left( \frac{0,366 \cdot 480}{16,38} \right) \cdot 0,51g \left( \frac{2 \cdot 16,38^2}{0,08 \cdot 0,9} \right) = 15,39 \text{ Ом}$$

Визначаємо сумарний опір контуру заземлення:

$$R_{\text{сум}} = \frac{R_g \cdot R_2}{R_g \cdot \eta_2 + n_{\text{г.ост.}} \cdot R_2 \cdot \eta_{\text{г.ост.}}} = \frac{23,2 \cdot 16,39}{23,2 \cdot 0,76 + 7 \cdot 15,39 \cdot 0,65} = 3,62 \text{ Ом} \quad (5.8)$$

де  $\eta_2$  – коефіцієнт використання горизонтальної смуги.

Згідно розрахунків кількість заземлювачів складає 7 штуки довжиною по 2,6 м, довжина з'єднувальної смуги складає 16,38 м, електроди розставлені в ряд, сумарний опір контуру заземлення складає 3,62 Ом.

Схема системи заземлення електрообладнання цеху з виробництва круп (рис.5.1).



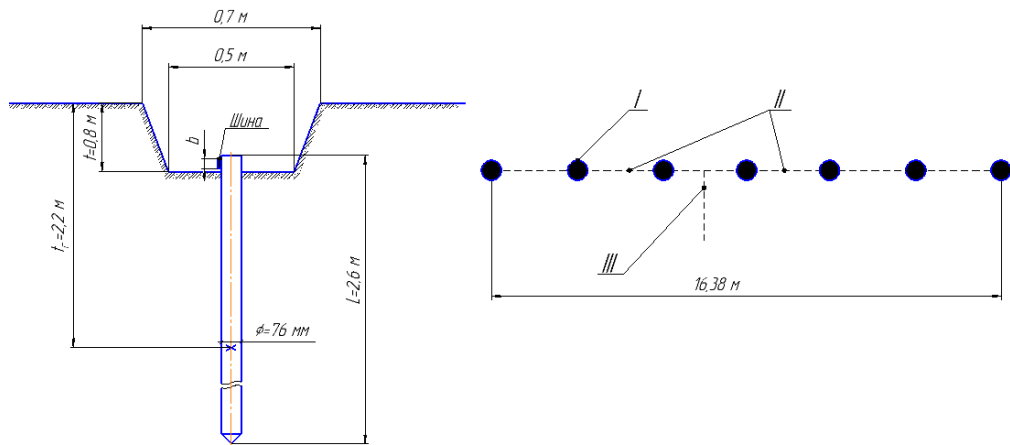


Рисунок 5.1 – Схема системи заземлення електрообладнання цеху з виробництва круп

I – електрод заземлення; 2 – шина; 3 – провідник заземлення.

#### 5.4 Технологічна ефективність гідротермічної обробки зерна

Технологічну ефективність гідротермічної обробки зерна визначають або за кінцевим результатом переробки зерна, або за деякими проміжними результатами. Так, за сортового помелу пшениці технологічну ефективність можна визначити уже на першому етапі розмелювання зерна в обдирному процесі за кількістю і якістю частинок ендосперму, які одержують на перших трьох технологічних системах подрібнення. Ці проміжні фракції на шляху перетворення зерна в борошно одержали назву продукти першої якості. Їхній сумарний вихід і зольність значною мірою визначають вихід і якість борошна, між якими існує тісна кореляція. Ефективність гідротермічної обробки зерна залежить як від способів і режимів обробки, так і від технологічних властивостей зерна.

За гарячого кондиціювання збільшується загальний вихід проміжних продуктів з перших трьох обдирних систем і зменшення їхньої зольності. При цьому дещо зменшується вихід крупної крупки, що пов'язано із значними структурними змінами в зерні і зменшенням його міцності. Гаряче кондиціювання позитивно впливає також на біохімічні і хлібопекарські властивості борошна, зокрема поліпшує якість слабкої клейковини, збільшується об'єм хліба за рахунок підвищення газоутворюючої здатності тіста. За жорсткого режиму теплової

обробки зерна зменшується активність ферментів, відбувається часткова денатурація білків і зменшується їхня розчинність в воді. Це є негативне явище.

Очищення мийних вод і своєчасне видалення з них відходів і мікрофлори сприяє поліпшенню умов охорони навколишнього середовища [50].

За холодного кондиціювання показники змін технологічних властивостей зерна дещо менші, ніж за гарячого кондиціювання внаслідок зменшеної швидкості поглинання води зерном і зниження активності ферментів, що не сприяє ефективним змінам у білковому комплексі.

### 5.5 Поліпшення умов праці

З метою поліпшення умов, безпосередньо у цеху з виробництва круп необхідно створити безумовно наступні заходи:

- забезпечити герметизацію очагів запилення від таких машин як дискові дробарки по подрібненню зернової сировини, вальцові верстати, які також подрібнюють зерно самотечні системи по завантаженню машин сировиною;
- обов'язково виконати заземлення від статичної електричної енергії, усі пневмопроводи по переїщенню зерна і круп внемотранспортом;
- забезпечити дільниці робочих місць з установкою по шіжротермічної переробки сировини в крупі, захисними шторами та приладами.

### Висновки до розділу

1. Розглянули основні вимоги до безпеки на круп'яному виробництві перед початком роботи, під час її виконання і в аварійних ситуаціях.
2. Запропоновано схему заземлення електрообладнання цеху з виробництва круп.
3. Розглянута технологічна ефективність гідротермічної обробки зерна в круп'яному цеху.
4. Запропоновані пропозиції поліпшення умов праці у цеху виробництва круп.

## 6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 6.1 Організація проведення досліджень

Проведення економічних розрахунків по обґрунтуванню ефективності досліджень пов'язано з оцінкою отриманих результатів і доцільності проекту по обґрунтуванню процесу гідротермічної обробки зерна при виробництві круп.

Можливо, найбільш затратними статтями кошторису будуть витрати на організацію досліджень, а саме це витрати на установку по зволоженню та термообробки, витрати на електроенергію та заробітну плату працівників. Перелік робіт, що передбачається проведення дослідження з встановлення впливу режимних параметрів гідротермічної обробки на ефективність процесу виробництва круп, представлених у табл. 6.1.

До плану проведення дослідження будується сітьовий графік – графічна модель, що відображає майбутню роботу або процес у вигляді окремих етапів і дозволяє шляхом розрахунків визначити оптимальний варіант її виконання. На стадії реалізації сітьовий графік забезпечує можливість оперативного управління ходом виконання роботи (Рис.6.1).

Таблиця 6.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт $i-j$	Найменування робіт	Тривалість робіт $t_{ij}$ , днів
1	2	3
1-2	Літературний та патентний огляд	18
2-3	Визначення основних характеристик обладнання	8
3-4	Розробка методик та послідовності виконання дослідів	4
4-5	Підготовка сировини для проведення дослідження	1
5-6	Підготовка проведення досліджень згідно методики	25
6-7	Визначення фізико-механічних властивостей сировини	3

Продовження таблиці 6.1

1	2	3
6-8	Визначення впливу вологості на ефективність процесу виробництва крупи	4
6-9	Визначення технологічних та режимних параметрів на гідротермічний процес виробництва круп.	8
7-10	Обробка матеріалів експериментальних досліджень	1
8-10		1
9-10		3
10-11	Аналіз отриманих результатів	10
11-12	Формування презентаційних матеріалів	4

Відповідно до плану проведення дослідження будується сітьовий графік – графічна модель, що відображає майбутню роботу або процес у вигляді окремих етапів і дозволяє шляхом розрахунків визначити оптимальний варіант її виконання. На стадії реалізації сітьовий графік забезпечує можливість оперативного управління ходом виконання роботи (Рисунок – 6.1).

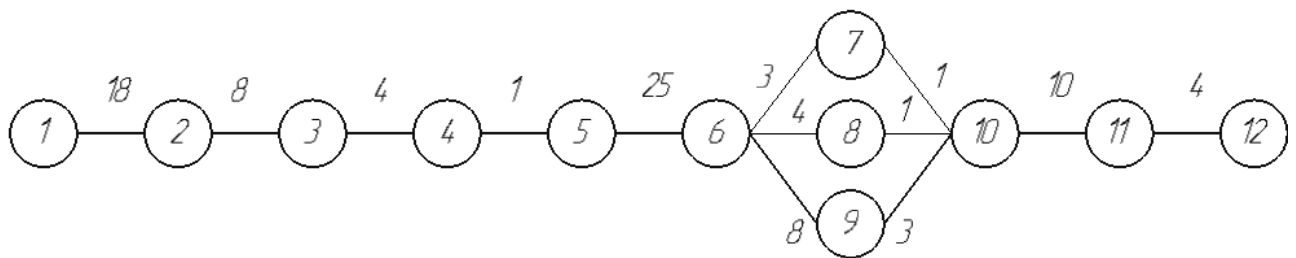


Рисунок 6.1 – Сітьовий графік проведення науково-дослідної роботи

Використовуючи сітьовий графік, знаходять повний шлях – тривалість послідовних робіт від початкової події до кінцевої.

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-8-11-12-13}^1 = 3 + 15 + 3 + 4 + 2 + 25 + 1 + 1 + 5 + 4 = 63;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-9-11-12-13}^2 = 3 + 15 + 3 + 4 + 2 + 25 + 3 + 1 + 5 + 4 = 65;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-10-11-12-13}^3 = 3 + 15 + 3 + 4 + 2 + 25 + 8 + 3 + 5 + 4 = 72;$$

Шлях, який має максимальну тривалість називають критичним. У нашому випадку критичним є третій шлях з тривалістю в 72 дні.

Наступний етап – розрахунок параметрів часу:

- пізній термін здійснення події  $T_i^n$  – різниця між критичним шляхом та максимальним шляхом від даної події до кінцевої;

- ранній термін здійснення події  $T_i^p$  – найбільший шлях від початкової до і-тої події; ранній термін здійснення кінцевої події дорівнює тривалості критичного шляху  $L_{KP} = 72$  дні.

Резерв шляху розраховують за формулою:

$$R_1 = T_1^n - T_1^p, \quad (6.1)$$

де  $R_1$  – резерв шляху, днів;

$T_1^n$  – пізній термін здійснення події, днів;

$T_1^p$  – ранній термін здійснення події, днів.

Результати розрахунку представлені у табл. 6.2.

Повний резерв часу роботи – максимальна кількість часу, на який можна збільшити тривалість даної роботи, не змінюючи при цьому тривалість критичного шляху.

Повний резерв часу роботи розраховують за формулою:

$$R_{ij}^n = T_j^n - T_i^n - t_{ij}, \quad (6.2)$$

де  $R_{ij}^n$  – повний резерв часу роботи, днів;

$t_{ij}$  – загальна тривалість роботи, днів.

Вільний резерв часу – максимальна кількість часу, на який можна збільшити тривалість робіт чи відстрочити її початок, не змінюючи при цьому ранніх термінів початку наступних робіт. Показник визначають по формулі:

$$R_{ij}^e = T_j^p - T_i^p - t_{ij}, \quad (6.3)$$

де  $R_{ij}^e$  – вільний резерв часу роботи, днів;

$T_1^n$  – пізній термін здійснення події, днів;

$T_1^p$  – ранній термін здійснення події, днів.

Таблиця 6.2 – Терміни здійснення подій (ранній та пізній) і резерв шляху

Номер події	Ранній термін здійснення події $T_1^p$ , дні	Пізній термін здійснення події $T_1^n$ , дні	Резерв шляху $R_1$ , дні
1	0	0	0
2	3	3	0
3	18	18	0
4	21	21	0
5	27	27	0
6	29	29	0
7	52	54	0
8	53	62	9
9	55	62	7
10	60	60	0
11	63	63	0
12	68	68	0
13	72	72	0

Коефіцієнт напруженості робіт дозволяє судити про те, наскільки вільно можна мати у своєму розпорядженні наявні резерви.

Коефіцієнт напруженості робіт розраховують за формулою:

$$K_{ij}^H = \frac{L_{maxij} - t_{ij}}{L_{кр} - t_{ij}}, \quad (6.4)$$

де  $L_{maxij}$  – довжина максимального шляху, що проходить через роботу;

$L_{кр}$  – довжина критичного шляху ( $L_{кр} = 72$  дні).

Результати розрахунків наведені у табл. 6.3.

Отже, використання мережевого планування допомагає правильно організувати дослідження, змодельовати, проаналізувати, а також, при необхідності, перебудувати його план з метою економії часу і коштів. При складанні сіткового графіка потрібно прагнути до рівнобіжного виконання окремих робіт, що дозволяє скоротити загальний термін проведення експерименту.

Таблиця 6.3 – Результати розрахунку вільного і повного резервів часу

Шифр робіт $i-j$	Вільний резерв часу $R_{ij}^s$ , дні	Повний резерв часу $R_{ij}^n$ , дні	Коефіцієнт напруженості
1-2	0	0	0,00
2-3	0	0	0,05
3-4	0	0	0,26
4-5	0	0	0,31
5-6	0	0	0,36
6-7	0	0	0,57
7-8	0	7	0,73
7-9	0	5	0,75
7-10	0	0	0,81
8-11	0	0	0,75
9-11	0	0	0,77
10-11	0	0	0,87
11-12	0	0	0,94
12-13	0	0	1,00

Проаналізувавши отримані розрахункові дані, можна зробити висновок, що на виконання повного комплексу робіт, передбаченого ходом дослідження, потрібно витратити 72 дні. Виконання робіт, які лежать на критичному шляху,

необхідно закінчувати точно в термін, адже вони не мають резерву часу, а коефіцієнт їх напруженості дорівнює найбільшому значенню.

Однак дані табл. 6.3 свідчать про те, що календарні терміни окремих видів робіт можна зміщувати в часі в разі виникнення необхідності.

## 6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

Витрати, пов'язані з проведенням дослідження, визначаються за допомогою кошторису витрат. До них належать: витрати на матеріали, електроенергію, нарахування на заробітну плату, амортизацію, накладні витрати.

Витрати на основні та побічні матеріали розраховують за формулою:

$$M = \sum m_i \cdot C_i, \quad (6.5)$$

де  $m_i$  – кількість витраченого  $i$ -го матеріалу;

$C_i$  – – ціна одиниці  $i$ -го матеріалу, грн.

Результати розрахунку витрат на матеріали наведені в табл. 6.4.

Таблиця 6.4 – Необхідна кількість основних матеріалів та їх вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн	Сума, грн
Зерно вівса, кг	200	6,50	1300,00
Всього			1300,00

Заробітна плата людей, що приймали участь у дослідженнях, визначається множенням середньочасового заробітку працівника на кількість витраченого часу.

Результати розрахунку наведені в табл. 6.5.

Таблиця 6.5 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	8000	47,62	20	952,40
Всього				952,40



Нарахування на заробітну плату приймаються у розмірі 22 % від єдиного податку. Від загальної суми заробітної платні вони складають:

$$H = \frac{952,40 \cdot 22}{100} = 209,53 \text{ грн.}$$

Затрати на витрачену електроенергію визначають за формулою:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (6.6)$$

де  $M$  – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

$K$  – коефіцієнт використання потужності ( $K = 0,9$ );

$T$  – час роботи на установці, год;

$a$  – тариф за електроенергію, грн/(кВт/год).

Затрати енергії на привід робочих органів сепарувальної машини віброударної дії складають:

$$E_{c.m.} = 1,6 \cdot 0,9 \cdot 32 \cdot 1,68 = 77,41 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на сушильну шафу складають:

$$E_{c.ш.} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 16 \cdot 1,68 = 21,77 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на роботу персонального комп'ютера:

$$E_{n.k.} = 0,6 \cdot 0,9 \cdot 48 \cdot 1,68 = 43,55 \text{ грн.}$$

Загальні витрати електроенергії складуть:

$$E_{заг} = E_{c.m.} + E_{c.ш.} + E_{n.k.} = 77,41 + 21,77 + 43,55 = 142,73 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію устаткування, що використовується в процесі проведення досліджень, розраховуємо за формулою:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 12}, \quad (6.7)$$

де  $A$  – амортизаційні відрахування, грн;

$\Phi$  – вартість устаткування, грн;

$H$  – річна норма амортизації, %;

$t$  – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

12 – кількість місяців у році.

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведені в табл. 6.6.

Таблиця 6.6 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Установка для гідротермічної обробки круп	16000,00	20	4	35,07
Сушильна шафа	4600,00	20	2	5,04
Персональний компютер	8800,5	20	6	28,93
Всього				69,04

Накладні витрати пов'язані з обслуговуванням та управлінням виробництвом. До них відносять: витрати на оплату праці обслуговуючого та адміністративно-управлінського персоналу. Накладні витрати, що включають витрати пов'язані з обслуговуванням установки, приймаються рівними 80 % від розрахованої заробітної плати виконавців дослідження і становлять:

$$\frac{952,40 \cdot 80}{100} = 761,92 \text{ грн.}$$

Кошторисвитрат на проведення дослідження наведений в табл. 6.7.

Таблиця 6.7 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	1300,00
Заробітна плата	952,40
Нарахування на заробітну плату	209,53
Електроенергія	142,73
Амортизація	69,04
Накладні витрати	761,92
Всього	3435,62

Аналіз показав, що на першому місці стоять витрати на заробітну плату і нарахування на заробітну плату.

### 6.3 Розрахунок вартості дослідження

Науково-дослідна робота належить до фундаментальних досліджень, тому ціна визначалась на основі витрат на дослідження і рентабельності:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (6.8)$$

де  $Ц$  – вартість дослідження, грн;

$C$  – витрати на дослідження, грн;

$P$  – нормативна рентабельність ( $P = 30$ ), %.

$$Ц = 3435,62 + \frac{30 \cdot 3435,62}{100} = 4466,31 \text{ грн.}$$

Витрати на проведені дослідження становлять 4466,31 грн.

## Висновки до розділу

Згідно розробленого плану проведення дослідження було побудовано сітьовий графік, тривалість критичного шляху якого складає 72 дні. Така тривалість критичного шляху не перевищує визначений термін для виконання роботи над дослідженням, а отже, складений сітьовий графік можна вважати оптимальним.

В отриманих розрахунках найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на основні матеріали та витрати на заробітну плату, які складають 1300,00 грн та 952,40 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 4466,31 грн.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Виконана робота дозволяє зробити такі основні висновки:

1. Визначений склад сировини та умови її попередньої та основної обробки для отримання якісних круп.
2. Проаналізовано технологічні процеси і обладнання, що дозволяє визначити необхідні машини для процесів попередньої та гідротермічної обробки круп.
3. Визначені поопераційно потрібні для технологічних процесів подрібнюючі та вальцові машини, сепаруючі пристрої та в цілому комплекти обладнання, які необхідна для виробництва круп.
4. На основі визначеної мети та завдань досліджень розроблена і реалізована програма, за якої можна знайти оптимальні технологічні параметри гідротермічної обробки зерна при виробництві круп.
5. Для інтенсифікації процесу розшарування зерна по густині в підготовчих операціях мийки зерна, використовувати повітря.
6. При визначенні впливу зволоження та тривалості відволоження на вихід крупи вівса встановлено, що в результаті режимів обробки оболонки при луценні легше відокремлюються від вівса на 5-7%.
7. Запропонована функціональна схема холодного кондиціонування круп'яного зерна та виконано розрахунок параметрів процесу зволоження.
8. Надані пропозиції виробництву для використання отримання швидкорозварюваних круп з рекомендаціями проведення процесів зволоження в апаратах до 25-27%; відволоження з оптимальною тривалістю для всіх видів круп- 40 хв; проведення пропарювання при тиску пари 0,1 МПа та експозиції у 3 хв, з отриманням вологості круп після пропарювання – 28-29%.

9. Рекомендації по технологічним параметрам гідротермічної обробки круп'яної сировини передані на діюче підприємство Никопольського круп'яного цеху.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Байтова С. Н. Технология крупы и хлопьев из овса голозерного: автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.18.01. "Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства" / Байтова Светлана Николаевна; МГУП. - Могилёв, 2012. - 30 с.
2. Березівський П. С. Організація виробництва в аграрних формуваннях: навч. Посіб. Київ: Центр начальної літератури, 2005.- 560 с.
3. Бурков А. И. Зерноочистительные машины: Конструкция, исслед., расчёт и испытание / А. И. Бурков., Н. Л. Сычугов // - Киров: НИИСХ Северо- Востока, 2000. - 258 с.
4. Бушуев Н. М. Семяочистительные машины, теория конструкция и расчет //Н. М. Бушуев //М. - С: Машгиз, 1962 - 238 с.
5. Бутковский В. А., Мельников Е. М. Технология мукомольного, крупяного и комбикормового производства с основами экологии : Учебник.- М.: ВО Агропромиздат, 1989.- 464 с.
6. Визначення категорій приміщень, будинків і зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою: ДСТУ Б В.1.1 – 36:2016.- [Чинний від 2017-01-1]. – Київ: мінрегіонбуд, 2016.- 66 с.- (Національний стандарт).
7. Вінокурова Л.Е., Васильчук М.В., Гаман М.В. Основи охорони праці. Підручник. – К. 2001.
8. Гулій І. С. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. В; Нова книга, 2001-576 с.
9. Гавриченко В. И. Организация и планирование производства на мукомольных, крупяных, комбикормовых и хлебоприёмных предприятиях / В. И Гавриченко //- М.: Колос, 1970. - 250 с.
10. Гехтман А. А. Машина МПО-50 для предварительной очистки зерна / А. А. Гехтман, В. В. Антюхин // Тракторы и сельхозмашины. 1983. 2-С. 24 - 25.

11. Гинзбург А. В. Технология крупяного производства. Изд. 2-е, перераб. и доп / А. В. Гинзбург // - М.: Колос, 1969 - 369 с.
12. Глинзберг Е. Н. Производство крупы / Е. Н. Глинзберг // -М.: Агропромиздат, 1985 - 103 с.
13. Гаро В. Е. Влияние воднотепловой обработки зерна на белковые вещества и качество пшеничной муки : автореф. канд. техн. наук : спец. 05.18.02 "Технология зерновых, бобовых, крупяных продуктов и комбикормов" / В. Е. Гаро. - Одесса, 1981. - 21 с.
14. Демский А. Б. Основные направления совершенствования зерноочистительного оборудования / А. Б. Детский, В. Ф. Веденеев // - М.: ЦНИИТЭИлегницемаш, 1978- 73 с
15. Евдокимова Г. И. Влияние гидротермической обработки зерна кукурузы на биохимические и товарные свойства крупы: автореф. дис. ..канд. техн. наук : спец. 05.375 "Хранение зерна (элеваторно-складное хозяйство)" / Г. И. Евдокимова. - Одесса,1975. - 27 с.
16. Егоров Г. А., Мельников Е. М., Журавлев В. Ф. Технология и оборудование мукомольно – крупяного и комбикормового производства. –М.: Колос, 1979 – 368 с.
17. Егоров Г. А. Технология муки. Технология крупы / Г. А. Егоров. - М.: Колос,2005. - 296 с.
18. Егоров Г. А. Технологические свойства зерна / Г. А. Егоров. - М.: Агропромиздат, 1985.- 334 с.
19. Єгунов Ю. А. організація виробництва на промисловому підприємстві: навч. посіб. Київ: Центр навчальної літератури, 2006.- 488 с.
20. Жемела Г. П. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва / Г. П. Жемела, В. І. Шемавньов, О. М. Олексюк // Полтава,2003.- 420 с.
21. Жигунов Д. А. Режимы влаготепловой обработки зерна пшеницы различных типов / Д. А. Жигунов // Хранение и переработка зерна.- 2012.- 10.- С. 53 - 57.



22. Жигунов Д. А. Режимы влаготепловой обработки зерна пшеницы различных типов / Д. А. Жигунов // Хранение и перераб. зерна. - 2012.- 10.- С.53 - 57.
23. Жемела Г. П. , Шемавньов В. І., Олексюк О. М. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва. П.: TERRA, 2003. - 419 с.
24. Зінченко І. М. Дослідження технологічних властивостей продуктів нового покоління / І. М. Зінченко, В. А. Терлецька, Т. І. Янюк // Наукові здобутки молоді - вирішенню проблем харчування людства, мат. кон.- К.: НУХТ, 2008 - С. 255.
25. Зеркалов Д.В. Охорона праці в галузі. – К.2011.
26. Казаков Е. Д. Биохимия зерна и хлебопродуктов / Е. Д. Казаков, Г. А. Крпиленко. - П.: ГИОРД. - 2005.- 512 с.
27. Каминский В. Д. Производство крупы : монография / В. Д. Каминский, Н. В. Остапчук. - К.: Урожай, 1992- 64 с.
28. Кустов І. О. Розробка технології підготовки і переробки голозерного вівса в круп'яні продукти: автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.02 " Технологія зернових, бобових, круп'яних продуктів і комбікормів, олійних культур" / Кустов І. О. ; ОНАХТ. - Одеса.- 2015.- 23 с.
29. Кожуховский И. Е. Зерноочистительные машины. – М.: Машиностроение, 1979.- 200 с.
30. Машины и аппараты пищевых производств / С. Т. Антипов, И. Т. Кресов, А. Н. Остриков и др.: В 2 кн.- М.: Высшая шк., 2001.- Кн 1. -703 с.; Кн. 2.- 680 с.
31. Мельников В. С. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. // Л. - Колос, 1980.- 488 с.
32. Машины та обладнання переробки виробництв / За редакцією проф. О. В. Дацишина. - К.: Вища освіта, 2005.- 159 с.
33. Нисис М. И., Гинкруг Г. Н. Справочник по технике безопасности. – К.: Будівельник, 1973. – 172 с.

34. НПАОП 45.2-3.01-04. Норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам, зайнятим у будівельному виробництві(32421).

35. Подпряттов Г. Ш. Скалецька Л. Ф. ,Сеньков А. М. Зберігання і переробка продукції рослинництва,- К.: Мета,2002.-494 с.

36. Павленко В. С. Лабораторний практикум з деталей машин та основ конструювання./ В. С. Павленко і ін.//- К. ІСДО, 1995.- 144 с.

37. Погожих М. І. Гідротермічна обробка круп із використанням принципів сушіння змішаним теплопідводом : монографія / М. І. Погожих, А. О. Пак, А. В. Пак та ін.. - Харків: ХДУХТ ,2014. - 170 с.

38. Правила організації і ведення технологічного процесу на круп'яних заводах / Крошко Г. Д., Левченко В. І., Назаренко Л. Н. та ін. / - К.: Віпол, 1998. - 163 с.

39. ПУЕ: 2006. Правила улаштування електроустановок. ПУЕ:2006. Глава 1.7 Заземлення і захисні заходи електробезпеки (41434).

40. Процеси і апарати харчових виробництв: підручник / За редакцією проф. І. Ф. Анежика. - К.: НУХТ, 2003. - 400 с.

41. Полівода Л. А. надання першої домедичної допомоги при надзвичайних ситуаціях / Л. А. Полівода, С. К. Ненько.- Херсон: НМЦ, 2014.- 27 с.

42. Практикум по технологии муки, крупы и комбикормов : Учебник./ Г. А. Егоров, В. И. Ливниченко, Е. М. Мельников, Т. А. Петренко. - 2 - е изд. Доп. и перераб. - М.: Агропромиздат, 1991.- 208 с.

43. Соколов А. Я. Технологическое оборудование предприятий по хранению и переработке зерна.- М.: Колос, 1967 - 488 с.

44. Соколов А. Я. Основы расчета и конструирования машин и автоматов пищевых производств. Учебное пособие для вузов.- М.: Машиностроение, 1969. – 637 с.

45. Соц С. М. Вплив воднотеплової обробки зерна на вихід і якість цілої крупы з голозерного вівса / С. М. Соц, О. С. Волошенко, І. О. Кустов // Наукові

праці Одеської національної академії харчових технологій. - 2013. - Т. 1, вип. 44.- С. 7 - 10.

46. Ткачук А.В., Запашний Р.В. та ін. Навчальний посібник. Охорона праці та промислова безпека. – К. 2009.

47. Целінський В. П. Техніка безпеки та охорона праці в сільськогосподарському виробництві. К.: Урожай, 1986.- 64с.

48. Чеботарев О. Н., Шазо А. Ю., Мартыненко Я. Ф. Технология крупы и муки.- М.: ЦКЦ "МарТ", Ростов - н/Д Издат. центр "МарТ", 2004.- 688 с.

49. Черняев Н. П. Производство комбикормов, - М.: Агропромиздат, - 1989.- 224 с.

50. Шклюдов В. Р. Безопасность производственных процессов на зерновых заводах : Учебник. - М.: Агропромиздат, 1990.- 160 с.

# ДОДАТКИ

# ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ГІДРОТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНА ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КРУП.

Виконавець студентка 2 курсу, групи  
МГХТ-1-19  
за спеціальністю 181 "Харчові технології"

Ковальчук Є.О

- ▣ Актуальність дослідження обґрунтовується тим, що зниження енергетичної витрат та поліпшення якості готової круп'яної продукції потребує сучасних інноваційних технологічних рішень.
- ▣ Об'єктом дослідження з'являються фізико-хімічні властивості та фракційний склад круп'яних культур, таких як гречка і овес.
- ▣ Предмет дослідження є процес вологої та термічної обробки круп'яних культур для перетворення їх в високоякісні круп'яні вироби.
- ▣ Суб'єктом дослідження виступає круп'яний цех.
- ▣ Метою дослідження є обґрунтування режимних параметрів процесу гідротермічної обробки зерна при виробництві круп.
- ▣ Наукова новизна одержаних результатів заключається в розробці параметрів гідротермічної обробки зерна.
- ▣ Практичне значення одержаних результатів полягає в створенні рекомендацій для виробництва на круп'яних підприємствах швидкорозварюваних круп.

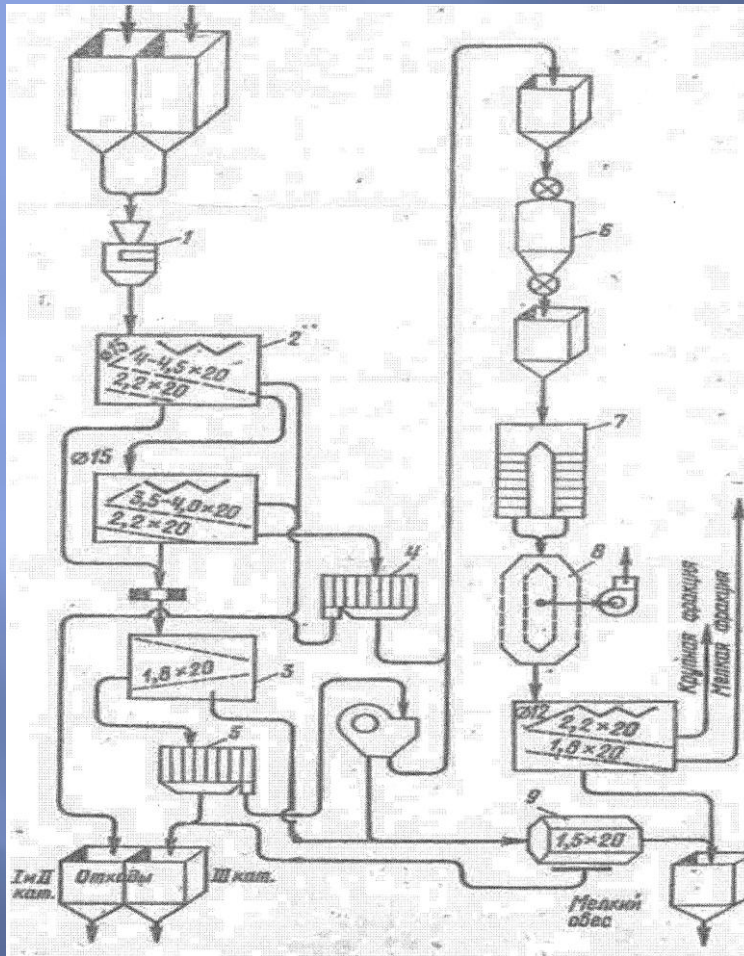


Рис. 1.3. Підготовка вівса до переробки:

1 - автоматичні ваги; 2 - повітряно-ситовий сепаратор, 3 - крупосортировочна машина; 4 - вівсюговідбірничкова машина; 5 - куколеотборочная машина; 6 - пропариватель; 7 - сушилка; 8 - охолоджувальна колонка; 9 - бурат.

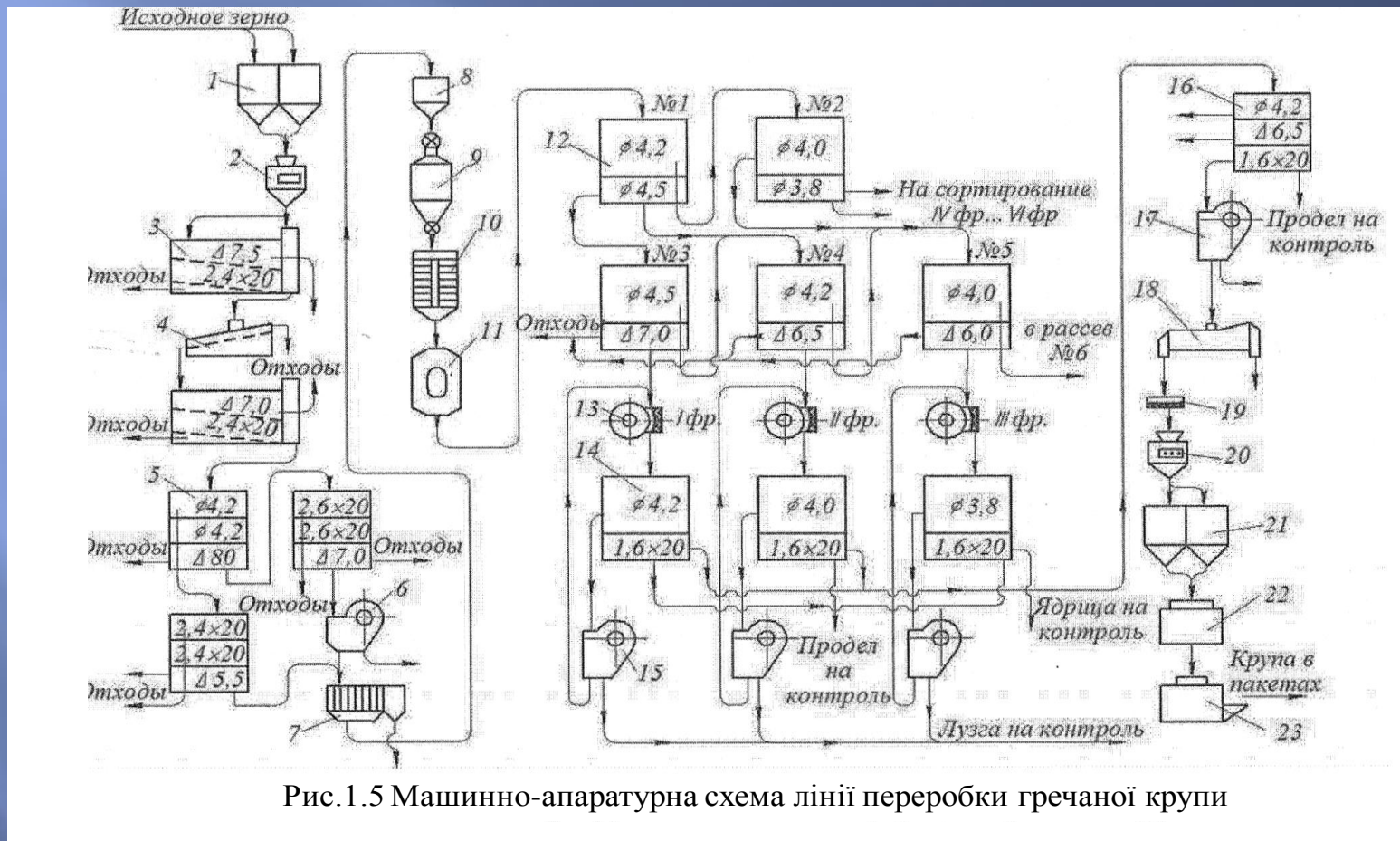


Рис.1.5 Машинно-аппаратурна схема лінії переробки гречаної крупи



Метою досліджень є обґрунтування режимних параметрів процесу гідротермічної обробки зерна при виробництві круп.

У зв'язку з визначеною метою завданнями досліджень з'являються:

Оцінювання фізико-хімічних властивостей зерна круп і значення впливу гідротермічної обробки на їх якість;

Визначення характеристик сировини вівса та гречки для проведення досліджень;

Дослідити основні закономірності процесу вологої та термічної обробки круп'яної сировини;

Визначити технологічні параметри гідротермічної обробки круп'яної сировини для отримання якісної крупи;

Обґрунтувати вибір технологічного обладнання для процесів комплексної обробки сировини, включно з гідротермічної обробкою.

Рекомендувати технологічне обладнання та режими обробки круп'яної сировини для реальних виробничих цехів.

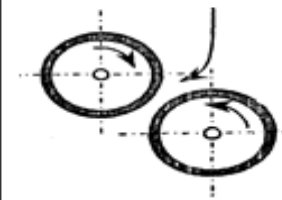
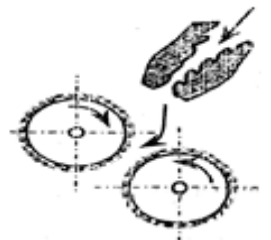
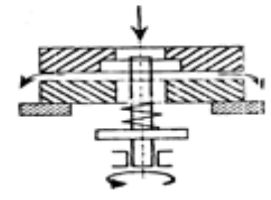
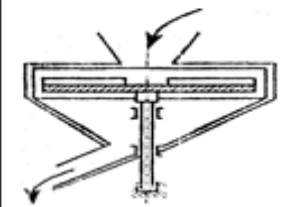
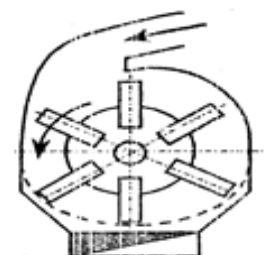
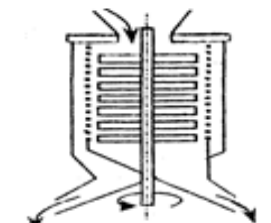
Види впливу робочих органів машин на продукт, що подрібнюється		
Стиск	Стиск і зрушення	Стиск і зрушення
Типи машин за робочим органом		
Плющильний верстат	Вальцевий верстат	Жорновий постав
		
Види впливу робочих органів машин на продукт, що подрібнюється		
Удар	Удар і перетирання	Перетирання й удар
Тип машин за робочим органом		
Дисковий подрібнювач	Молоткова дробарка	Бичева машина
		

Рисунок 2.1 – Схеми обладнання для подрібнення сировини



## ПРОГРАМА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.

З урахування мети досліджень та завдань, які необхідно виконати по дослідницькій роботі передбачається:

1. Розробити схему та створити лабораторну установку для проведення досліджень.
2. Провести дослідження по підготовці круп'яної сировини до переробки, тобто очищення, калібрування.
3. Провести гідрообробку сировини вівса та гречки, методом зволоження холодним кондиціюванням.
4. Провести гідротермічну обробку сировини вівса та крупи підвищеними температурами та паром.
5. Провести сушення крупи після обробки.
6. Провести якісну оцінку крупи вівса, яка пройшла всі етапи обробки.



Рис. 3.1.- Лабораторне обладнання для проведення гідротермічної обробки зразків



Рис.3.3 – Сушильна шафа СЕШ-3М



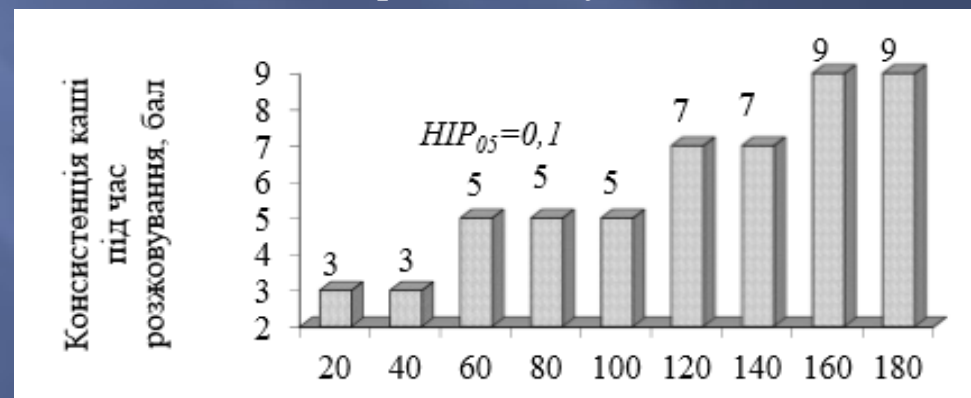
Рис. 3.4 – Пурка хлібна ПХ-1



Таблиця 4.3 Кулінарна оцінка каші з крупи з пшениці спельти №1 залежно від тривалості лушення, бал

Тривалість лушення, с	Показник			
	Запах	Смак	Колір	Консистенція
20	7	7	5	9
40	7	7	5	9
60	7	7	7	9
80	9	7	7	9
100	9	7	7	9
120	9	9	9	9
140	9	9	9	9
160	9	9	9	9
180	9	9	9	9
<i>HIP<sub>05</sub></i>	0,4			

Рис. 4.1. Тривалість лушення, сек.



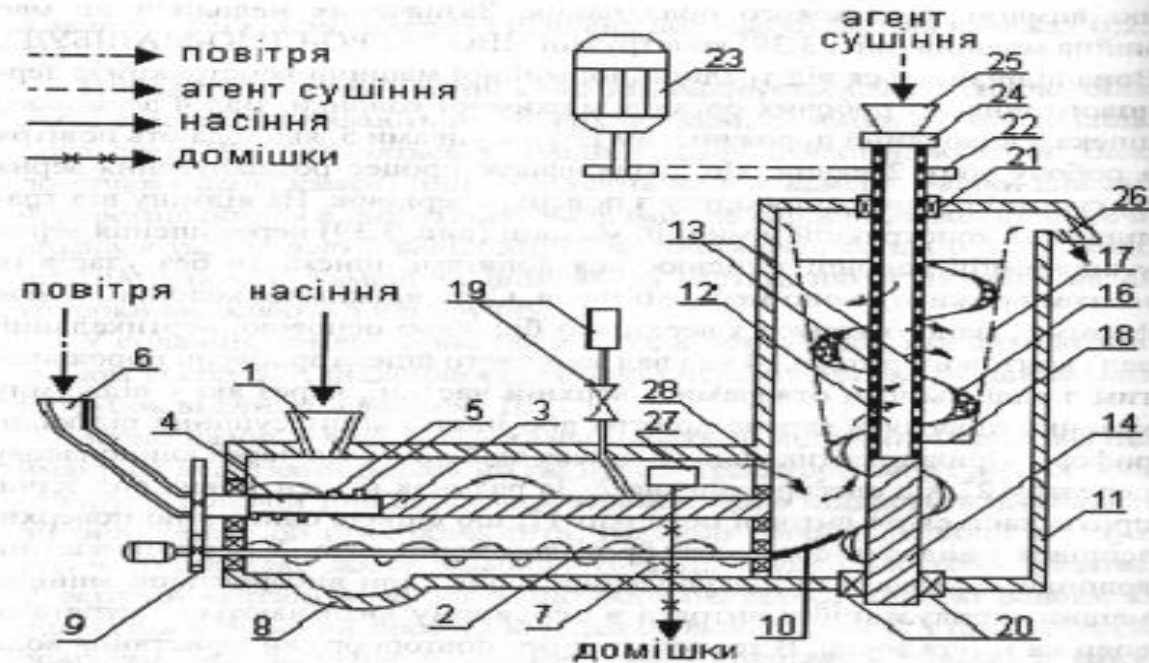


Рис.4.2

**Функціональна схема мийної машини з м'яким режимом миття:**

- 1 – завантажувальний пристрій; 2 – ванна; 3 – зерновий шнек;  
 4 – порожнистий вал; 5 – штуцер; 6 – патрубок; 7 – шнек мінеральної  
 домішки; 8 – відстійник; 9 – привод шнеків; 10 – козирок; 11 – кожух  
 колонки; 12 – порожнистий перфорований вал; 13 – отвори; 14 – гвинтовий  
 ротор; 16 – лопатки; 17 – сито; 18 – розтяжки; 19 – патрубок для подачі води;  
 20, 21 – опори; 22 – клинопасову передача; 23 – двигун;  
 24, 25 – з'єднувальний пристрій; 26 – зерновий патрубок; 27 – вікно для  
 відведення води з легкою домішкою; 28 – вікно для зерна



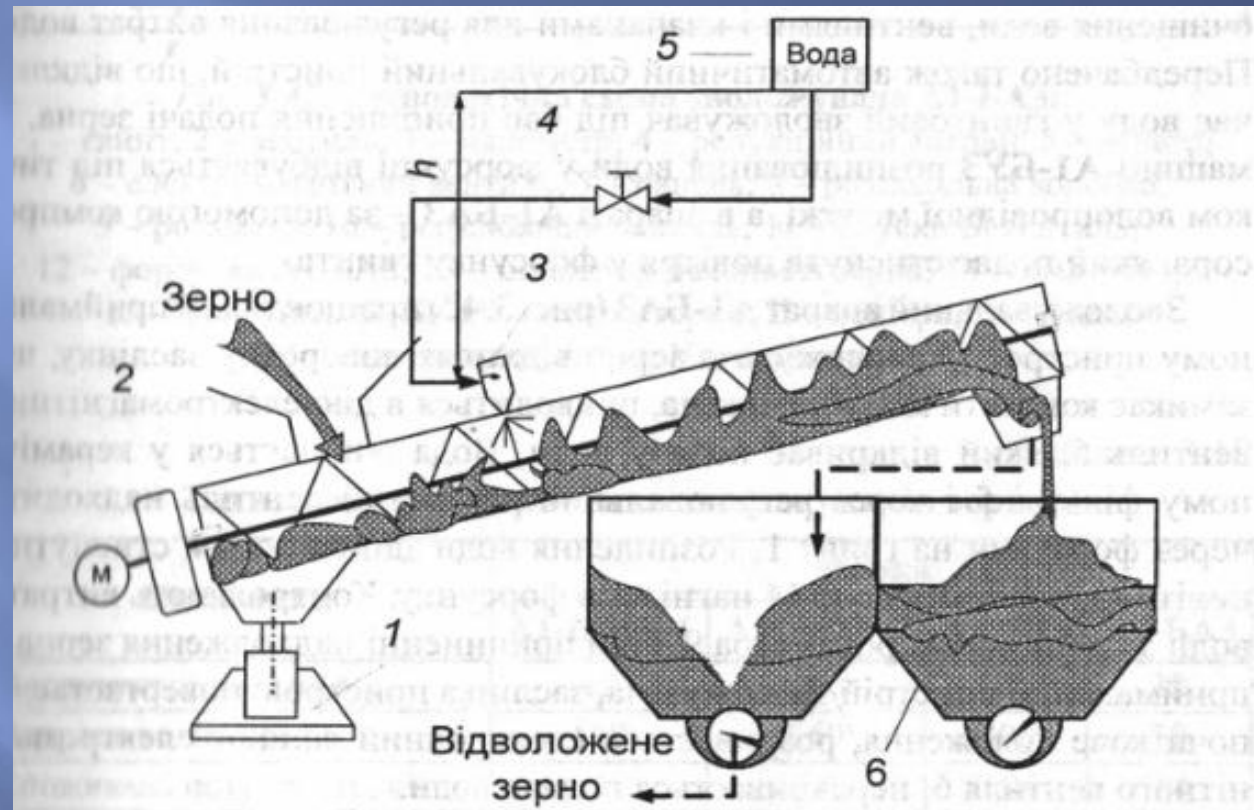


Рис. 4.3 Функціональна схема холодного кондиціонування зерна:  
 1 – поворотна п'ята; 2 – гвинтовий змішувач; 3 – форсунка; 4 – дозатор;  
 5 – бак; 6 – бункери відлежування

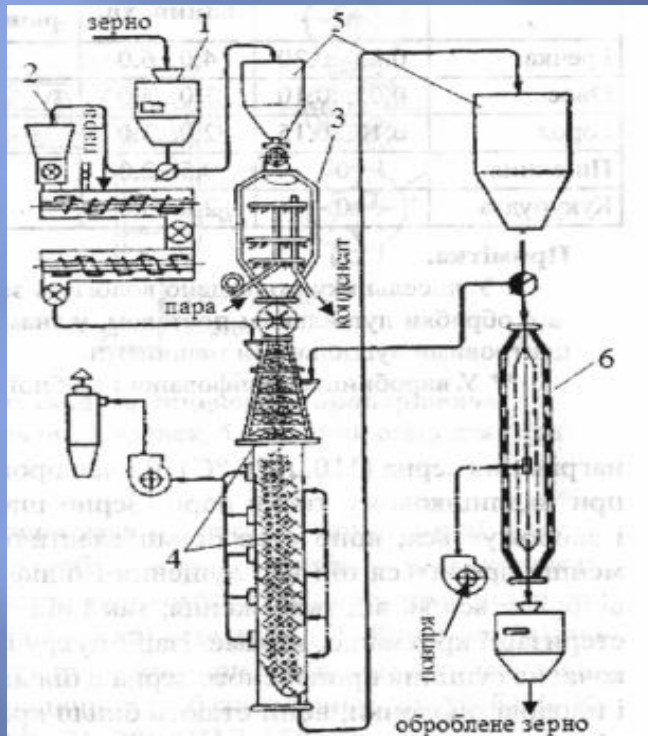


Рис. 4.4 Узагальнена функціональна схема ГТО зерна в круп'яному виробництві:

1 – дозатор зерна; 2 – пропарювач безперервної дії; 3 – пропарювач періодичної дії; 4 – сушарка; 5 – бункер-накопичувач; 6 – охолоджувальна колонка

Культура	Тиск пари, МПа	Тривалість пропарювання, хв.	Вологість зерна, %	
			після пропарювання, хв.	після гідротермічної обробки
Гречка	0,25...0,30	4,0...6,0	18...19	12,5...13,5
Овес	0,05...0,10	3,0...5,0	16... 18	10/12...13*
Горох	0,10...0,15	2,0...3,0	16...18	13,5...14,5
Пшениця	0	0,5...2,0		14,5...15,0
Кукурудза	0	2,0...3,0		15,0...16,0**

Таблиця 4.5 Режими гідротермічної обробки зерна

За фізико - хімічними показниками крупи повинні відповідати вимогам, зазначеним в таблиці 4.4.

Назва показника	Норма	Метод контролювання
Масова частка вологи, %, не більше ніж	10,0	Згідно з ГОСТ 15113.4
Масова частка металоманітної домішки (частинок не більше ніж 0,3 мм у найбільшому лінійному вимірі, а маса окремих її часток не повинна перевищувати 0,4 мг), %, не більше ніж	$30 \cdot 10^4$	Згідно з ГОСТ 15113.2
Готовність страви з гречаних, вівсяних крупів до споживання, хв, не більше ніж:	20	Згідно з ГОСТ 15113.3
Наявність побічних і мінеральних домішок (піску), Не зараженість шкідниками хлібних запасів	Не дозволено	Згідно з ГОСТ 15113.2

## ПОЛІПШЕННЯ УМОВ ПРАЦІ

З метою поліпшення умов, безпосередньо у цеху з виробництва круп необхідно створити безумовно наступні заходи:

забезпечити герметизацію очагів запилення від таких машин як дискови дробарки по подрібненню зернової сировини, вальцові верстати, які також подрібнюють зерно самотечні системи по завантаженню машин сировиною;

обов'язково виконати заземлення від статичної електричної енергії, усі пневмопроводи по переміщенню зерна і круп в немотранспортом;

забезпечити ділянки робочих місць з установкою по шіжротермічної переробки сировини в крупи, захисними шторами та приладами.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Виконана робота дозволяє зробити такі основні висновки:

Визначений склад сировини та умови її попередньої та основної обробки для отримання якісних круп.

Проаналізовано технологічні процеси і обладнання, що дозволяє визначити необхідні машини для процесів попередньої та гідротермічної обробки круп.

Визначені поопераційно потрібні для технологічних процесів подрібнюючі та вальцові машини, сепаруючі пристрої та в цілому комплекти обладнання, які необхідна для виробництва круп.

На основі визначеної мети та завдань досліджень розроблена і реалізована програма, за якої можна знайти оптимальні технологічні параметри гідротермічної обробки зерна при виробництві круп.

Для інтенсифікації процесу розшарування зерна по густині в підготовчих операціях мийки зерна, використовувати повітря.

При визначенні впливу зволоження та тривалості відволоження на вихід крупи вівса встановлено, що в результаті режимів обробки оболонки при лущенні легше відокремлюються від вівса на 5-7%.

Запропонована функціональна схема холодного кондиціювання круп'яного зерна та виконано розрахунок параметрів процесу зволоження.

Надані пропозиції виробництву для використання отримання швидкорозварюваних круп з рекомендаціями проведення процесів зволоження в апаратах до 25-27%; відволоження з оптимальною тривалістю для всіх видів круп- 40хв; проведення пропарювання при тиску пари 0,1 МПа та експозиції у 3 хв, з отриманням вологості круп після пропарювання – 28-29%.

Рекомендації по технологічним параметрам гідротермічної обробки круп'яної сировини передані на діюче підприємство Никольського круп'яного цеху.

**ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!**



MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE

MYKHAILO TUHAN-BARANOVSKYI  
DONETSK NATIONAL UNIVERSITY OF ECONOMICS AND TRADE



**NUTRIENT ADDITIVES.  
HEALTHY MAN AND  
HUMAN PATIENT DIET**

**PROCEEDINGS OF  
IX INTERNATIONAL  
SCIENTIFIC AND PRACTICAL  
INTERNET CONFERENCE**

October 23, 2020

Prague - 2020

Food Additives. Healthy Man and Human Patient Diet : proceedings of IX International scientific and practical internet conference. Prague, Oktan-Print s.r.o., 2020, 322 p.

The collection contains proceedings of IX International scientific-practical internet conference "Food Additives. Healthy Man and Human Patient Diet", the topics of which contain a wide range of issues related to the development of technologies for special and functional products. The materials cover the areas and problems of using food supplements to ensure a healthy lifestyle, in medicine, sports, agriculture, ensuring their quality and safety.

The publication is assigned with a DOI number:

**<https://doi.org/10.46489/FAHM-01>**

The paper version of the publication is the original version. The publication is available in electronic version on the website:

**<https://www.oktanprint.cz/p/food-additives>**

Multilanguage edition

Passed for printing 30.10.2020

Circulation 100 copies

**ISBN 978-80-907863-9-4**

OKTAN PRINT s.r.o.

5. května 1323/9, Praha 4, 140 00

[www.oktanprint.cz](http://www.oktanprint.cz)

tel.: +420 770 626 166

jako svou 30. publikaci

Vydání první

Scientific Committee of the Conference is not responsible  
for the content of the reports.

© Mykhailo Tuhon-Baranovskyi Donetsk National University  
of Economics and Trade, 2020

© Oktan-Print s.r.o., 2020



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ  
ІМЕНІ МИХАЙЛА ТУГАН-БАРАНОВСЬКОГО

**ХАРЧОВІ ДОБАВКИ.  
ХАРЧУВАННЯ ЗДОРОВОЇ ТА  
ХВОРОЇ ЛЮДИНИ**

**МАТЕРІАЛИ**

ІХ МІЖНАРОДНОЇ  
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ

23 жовтня 2020 року

Прага – 2020

УДК 613.292 : (612.395 + 612.395.6) (082)  
X 22

**X 22 Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини:** матеріали ІХ Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. – Прага: Oktan Print s.r.o., 2020. – 322 с.

**ISBN 978-80-907863-9-4**  
**DOI: 10.46489/FAHM-01**

У збірнику опубліковано матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції „Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини”, тематика яких містить широке коло питань, пов'язаних із розробкою технологій продуктів спеціального та функціонального призначення. У матеріалах висвітлюються напрямки і проблеми використання харчових добавок для забезпечення здорового способу життя людини, у медицині, спорті, сільському господарстві, забезпечення їх якості та безпеки.

**Науковий комітет конференції за зміст матеріалів доповідей  
відповідальності не несе**

УДК 613.292 : (612.395 + 612.395.6) (082)

© Донецький національний університет  
економіки і торгівлі імені Михайла  
Туган-Барановського, 2020

© Oktan Print s.r.o., 2020

<b>Garonyuk I.</b> Investigation of worker gas flow gradient on heat and mass exchange of phase media.....	199
<b>Garonyuk I.</b> Dynamics of operating gas parameters in the layer of bulk bodies.....	201
<b>Гапонок І.І.</b> Дослідження градієнту течії робочих газів на тепло-масообмін фазових середовищ.....	203
<b>Гапонок І.І.</b> Моделювання досліджень критеріальними рівняннями.....	205
<b>Сусол Н.Я, Мазурчак А.М.</b> Аспекти диверсифікації послуг постачання ресторанної їжі в умовах пандемії covid-19.....	207
<b>Бойко О.В.</b> Проблеми роботи закладів в умовах карантину та шляхи їх рішення.....	209
<b>Улянич І.Ф.</b> Мікробіологічний стан кормових сумішей.....	210
<b>Ліхачова Л.Ф., Шапаренко А.Л.</b> Сутність та економічне значення ресторанного господарства.....	212
<b>Дорохович А.М., Дорохович В.В.</b> Доцільність застосування тиксотропії в технології кондитерських виробів.....	214
<b>Дорохович В.В.</b> Можливість та доцільність розроблення органічних борошняних кондитерських виробів функціонального призначення.....	215
<b>Вакуленко Д.О.</b> Проблеми співпраці фермерських та ресторанних господарств.....	216
<b>Дяченко О.О., Корецька І.Л.</b> Вода як основна складова закладів ресторанного господарства.....	217
<b>Янаков В. П.</b> Оцінка розвитку технологій замісу (аспекти приготування тіста).....	218
<b>Загорулько О.С., Загорулько А.М., Гордієнко І.О.</b> Розробка інфрачервоного обладнання для виробництва сушених напівфабрикатів.....	220
<b>Гречаникова Г.С., Горальчук А.Б., Хаустова Т.М.</b> Удосконалення технології виробів з пісочного тіста з використанням олеогелів.....	221
<b>Чурсінов Ю.О., Ковальова О.С., Калина В.С., Головія Н.В., Ковальчук Є.О.</b> Метод отримання харчових білкових добавок з сока зелених рослин.....	223

## МЕТОД ОТРИМАННЯ ХАРЧОВИХ БІЛКОВИХ ДОБАВОК З СОКА ЗЕЛЕНИХ РОСЛИН

**Чурсінов Ю.О., доктор техн. наук, професор,  
Ковальова О.С., канд. техн. наук, доцент,  
Калина В.С., канд. техн. наук, доцент,  
Головня Н.В., зав. навчальною лабораторією,  
Ковальчук Є.О., магістр  
ДДАЕУ, м. Дніпро**

Як відомо, зелені рослини в своєму складі мають багато хлоропластових білків, які зосереджені в стебловій та листовій частинах. В процесі висихання на полі, або при скошуванні, всі харчові речовини залишаються в рослинах і являється гарним кормом для тварин.

Однак на стадії бутонізації амаранту і люцерни в своєму складі вони мають велику кількість розсерджених білків, до того ж хлоропластових, кормового призначення і цитоплазматичних, харчового призначення. Завдання складається, яким чином їх розділити, на якому етапі технологічної обробки, щоб направити потім цитоплазматичні білки в якості білкових харчових добавок в хлібобулочні, кондитерські та інші харчові вироби.

Метод отримання харчових цитоплазматичних білків полягає в подрібненні зелених рослин амаранту або люцерни, віджиму зеленого соку, як це робиться, наприклад, за допомогою віджиму виноградного соку; проведення коагуляції соку. Але процес коагуляції дуже складний тому, що хлоропластові білки і харчові цитоплазматичні, згортаються (коагулюють) при різних температурах, при чому температура коагуляції хлоропластових білків нижча чим коагуляція цитоплазматичних.

Тому в дослідженнях створювали процес таким чином, що проводився процес коагуляції хлоропластових білків з соку рослин, потім робили процес фільтрації і виділяли хлоропластну фракцію кормового білка. Далі, отриманий фільтрат, освітлений сік, додатково коагулювали при вищій температурі, яка відповідає температурі коагуляції цитоплазматичних білків і знову проводили фільтрування з виділенням вже фракції цитоплазматичних білків.

Відомо, що термічна коагуляція широко використовується в різних промислових установах для отримання протеїнового зеленого концентрату (ПЗК). Однак окрім термічної коагуляції доцільно використовувати фізико-хімічний вплив, при якому принцип ізотермічного осадження білків значно перспективніше.

Подальші наші дослідження направлені на організацію послідовного безперервного процесу розділення і цитоплазматичних білків із соку зелених рослин амаранту і люцерни.