

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Донецький національний університет економіки і торгівлі  
імені Михайла Туган-Барановського  
Навчально-науковий інститут ресторанно-готельного бізнесу та туризму  
Кафедра загальноінженерних дисциплін та обладнання

ДОПУСКАЮ ДО ЗАХИСТУ  
Гарант освітньої програми «Галузеве  
машинобудування»  
Цвіркун Л.О.  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**  
на здобуття ступеня вищої освіти «Бакалавр»  
зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»  
за освітньою програмою «Галузеве машинобудування»

на тему: **«РОЗРОБКА ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО  
ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА КОВБАС»**

Виконав:

здобувач вищої освіти: Ємільяненко Владислав Володимирович \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по-батькові) (підпис)

Керівник: професор кафедри, д.т.н., проф. Хорольський В.П. \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у кваліфікаційній  
роботі немає запозичень з праць інших  
авторів без відповідних посилань

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_  
(підпис)

Кривий Ріг  
2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ  
ІМЕНІ МИХАЙЛА ТУГАН-БАРАНОВСЬКОГО  
Навчально-науковий інститут ресторанно-готельного бізнесу та туризму  
Кафедра загальноінженерних дисциплін та обладнання

Форма здобуття вищої освіти заочна

Ступінь бакалавр

Галузь знань Механічна інженерія

Освітня програма Галузеве машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Гарант освітньої програми  
«Галузеве машинобудування»

Цвіркун Л.О.

«    »                      2021 року

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Ємільяненко Владиславу Володимировичу

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Розробка та оптимізація технологічного обладнання для виробництва ковбас»

Керівник роботи професор кафедри, д.т.н., проф. Хорольський В.П.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Затверджено: наказом першого проректора ДонНУЕТ імені Михайла Туган-Барановського від «01» лютого 2021 р. № 54 с.

2. Строк подання здобувачем ВО роботи «23» травня 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи:

1. Технічна документація до устаткування.

2. Монографії, наукові статті, автореферати дисертацій, тези доповідей на наукові конференції.

3. Навчальна і методична література, інформація мережі Інтернет.

4. Зміст пояснювальної записки:

1. Вступ.

2. Аналітична частина. Існуючі системи виробництва та обладнання ковбасних виробів.

3. Розробка системи роботизованого і автоматизованого проектування процесами керування підготовки та виробництва м'ясних продуктів.

4. Охорона праці.

5. Висновки.
6. Список використаних джерел
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
1. Лінія виробництва варених ковбас.
  2. Схема вовчка К6-ФВП-160.
  3. Схема ріжучого механізму дзиги з ножами, що зносилися.
  4. Зміцнення поверхні ножів за допомогою плазмового поверхневого загартування.
6. Дата видачі завдання « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_ р.

7. Календарний план

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи
1	Вступ	
2	Аналітична частина. Існуючі системи виробництва та обладнання ковбасних виробів	
3	Розробка системи роботизованого і автоматизованого проектування процесами керування підготовки та виробництва м'ясних продуктів.	
4	Охорона праці.	
5	Висновки по роботі	
6	Оформлення роботи і подання до захисту	

Здобувач вищої освіти

\_\_\_\_\_ (підпис)

Ємильяненко В.В.  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

Хорольський В.П.  
(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Обсяг і структура бакалаврської роботи. Повний обсяг бакалаврської роботи – 67 сторінки, в тому числі основного тексту – 47 сторінок. Робота містить: 8 таблиць, 15 рисунків, 4 креслень. Список використаних джерел складається з 28 найменувань.

Об'єкт дослідження – процес підготовки м'яса для виробництва ковбасних виробів.

Предмет дослідження – яловичина - сировина, способи підведення енергії УЗК, форма та об'єм робочої камери, структурно-механічні та мікроструктурні показники тендеризованого м'яса, його активна кислотність та здатність утримувати вологу.

Методи дослідження – аналітичні, теоретичні та експериментальні з використанням контрольно-виміральної апаратури відповідної точності, стандартні та оригінальні методики дослідження харчової сировини, сучасні методи математичної статистики, кореляційного аналізу та комп'ютерних технологій моделювання.

Мета роботи – удосконалення технологічного обладнання для підготовки м'яса для виробництва ковбасних виробів з великим вмістом сполучної тканини за допомогою ультразвукових коливань.

В роботі досліджено вплив тривалості ультразвукової обробки, параметрів ультразвукової коливальної системи, форми робочої камери, структурно-механічних властивостей сировини на ефективність проведення процесу тендеризації за допомогою ультразвукових коливань. Отримано залежності сили та роботи різання, граничного напруження зсуву відносної деформації тендеризованої м'ясної сировини від тривалості ультразвукової обробки. Визначено ефективні параметри процесу тендеризації м'яса за допомогою УЗК: коефіцієнт завантаження робочої камери –  $\leq 0,7$ ; частота – 22 кГц; тривалість процесу –  $(12...16) \cdot 60$  с; об'єм робочої камери –  $3 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup>; маса шматочків м'яса –  $\leq 0,15$  кг. Розроблено апарат для тендеризації м'яса за допомогою УЗК. Здійснено комплекс заходів щодо впровадження результатів досліджень у виробництво.

Ключові слова: м'ясна сировина, ультразвук, ультразвукова хвиля, енергія ультразвуку, що розсіялася, структурно-механічні показники м'ясних фаршів.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА. ІСНУЮЧІ СИСТЕМИ ВИРОБНИЦТВА ТА ОБЛАДНАННЯ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ.....	8
1.1. Технологія виробництва та опис технологічного обладнання.....	8
1.2. Технологічна схема виробництва та розрахунок основних елементів обладнання.....	11
1.3. Удосконалення ріжучого механізму Вовчка К-160-1. Пристрій, аналіз роботи й характеристики основних причин втрати працездатності апарата. ....	13
РОДІЛ 2. РОЗРОБКА СИСТЕМИ РОБОТОТИЗОВАНОГО І АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ПРОЦЕСАМИ КЕРУВАННЯ ПІДГОТОВКИ ТА ВИРОБНИЦТВА М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ.....	19
2.1. Дослідження методів підвищення якості м'ясних смарт- продуктів харчування.....	19
2.2 Розробка промислового зразка апарата.....	26
2.3. Проектування та виконання проектних рішень щодо розробки робототехнологічного комплексу виробництва ковбасних виробів.....	28
2.4. Впровадження результатів дослідження та їх економічна ефективність.....	33
РОДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	36
3.1. Охорони праці на підприємствах.....	36
3.2. Охорони праці на підприємствах м'ясної промисловості.....	37
3.3. Заходи з охорони праці, техніки безпеки та протипожежної профілактики.....	42
3.4. Розслідування та облік нещасних випадків.....	43
3.5. Основні напрямки формування безпечних умов праці.....	44
ВИСНОВКИ.....	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	48
ДОДАТКИ.....	53

<b>ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ</b>				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Ємильяненко		
Перевір.		Хорольський		
Н. Контр.		Омельченко		
Затверд.		Омельченко		
<b>Розробка та оптимізація технологічного обладнання для виробництва ковбас</b>				
		Літ.	Арк.	Аркуші
		5	63	
<b>ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО</b>				

## ВСТУП

**Актуальність роботи.** Ковбасні вироби користуються високим попитом серед населення, яке проживає на територіях з техногенним забрудненням. В процесі їх виробництва з існуючих на сьогоднішній день підходів, яким найбільш ефективно вирішуються питання автоматизованого і роботизації технологічних процесів в харчових виробництвах, є використання нових видів енергії та її високоефективного підведення до взаємодіючих речовин. Таким видом енергії є імпульсні ультразвукові коливання високої інтенсивності (УЗКВІ), які дозволяють інтенсифікувати процеси хімічних, мікробіологічних і харчових технологій.

Дослідженнями вітчизняних і закордонних учених Г.М. Постнова, І.Е. Ельпінера, І.О. Рогова, Д.А. Нечипуренка В.М. Горбатова, Ю.Ф. Заяса, В.М. Хмелева, М.А. Чеканова присвяченими питанню використання ультразвуку (УЗ), заснованого на властивостях і специфічності дії ультразвукових коливань (УЗК) на біологічні об'єкти, доведено, що в основі ультразвукової обробки м'яса лежить енергетичний вплив УЗК на клітинну структуру м'яса, за якого відбувається порушення цілісності як м'язових волокон, так і елементів сполучної тканини. На теперішній час УЗК в м'ясній промисловості використовуються для інтенсифікації процесів соління, витоплювання жиру та покращення якості м'ясопродуктів.

**Мета та задачі дослідження.** Метою бакалаврської роботи є удосконалення технологічного обладнання для підготовки м'яса для виробництва ковбасних виробів з великим вмістом сполучної тканини за допомогою ультразвукових коливань.

**Практична та наукова новизна.** Перспективним напрямом розширення асортименту продукції високої якості під час виробництва м'ясопродуктів є використання м'яса другого сорту з великим вмістом сполучної тканини (ВВСТ) та його підготовка за допомогою УЗК. Удосконалення процесу тендеризації м'яса з ВВСТ за допомогою УЗК дозволить більш раціонально використовувати ресурси яловичої туші та скоротити тривалість технологічних процесів за рахунок фізико-хімічних процесів, які відбуваються в сировині під час тендеризації і сприяють зміні її функціонально-технологічних властивостей, скороченню тривалості технологічних процесів, підвищенню харчової цінності м'ясопродуктів, поліпшенню їх засвоюваності та збільшенню термінів зберігання. Отже доцільність використання ультразвукової енергії під час переробки м'яса в процесі виробництва ковбасних виробів на теперішній час визначена як актуальне завдання, яке дозволяє підвищити якість продукції.

					<b>ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ</b>			
<b>Зм.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>	<b>Розробка та оптимізація технологічного обладнання для виробництва ковбас</b>	<b>Літ.</b>	<b>Арк.</b>	<b>Аркушів</b>
Розроб.	Ємильяненко						6	63
Перевір.	Хорольський							
Н. Контр.	Омельченко							
Затверд.	Омельченко					<b>ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО</b>		

**Для досягнення мети необхідно було вирішити наступні завдання:**

- провести проектно-конструктивні дослідження та розробити обладнання для виробництва ковбасних виробів;
- провести теоретичне обґрунтування застосування УЗК для підготовки м'яса у виробництві м'ясо-ковбасних виробів;
- дослідити способи підведення УЗ-енергії до оброблюваних зразків м'яса і кількість енергії, яка при цьому розсіялась в ньому;
- визначити параметри, що впливають на ефективність процесу підготовки м'яса за допомогою УЗК та розробити робототехнологічний комплекс виробництва ковбасних виробів.;
- розробити технічний опис та інструкцію з експлуатації апарата для тендеризації м'яса з ВВСТ;
- провести дослідження техніко-експлуатаційних характеристик робототехнологічного апарата для підготовки м'яса для ковбасних виробів.

**Наукова новизна одержаних результатів:**

- науково обґрунтовано та експериментально підтверджено спосіб тендеризації м'яса з ВВСТ за допомогою УЗК.
- розроблено оригінальну методику дослідження енергетичного балансу процесу тендеризації м'яса з ВВСТ за допомогою УЗК, яка дозволяє визначати абсолютні та відносні значення підведеної та розсіяної енергії в об'ємі робочої камери;
- встановлено, що для випромінювача з частотою 22 кГц товщина м'ясної сировини, за якої спостерігається повне розсіяння енергії УЗ-хвилі, обернено пропорційна діаметру випромінювача;
- розроблено математичні моделі для залежності сили та роботи різання м'ясної сировини після тендеризації за допомогою УЗ від частоти випромінювача та об'єму робочої камери;
- встановлено закономірності змін структурно-механічних, морфометричних показників та стану вологи у м'ясі з ВВСТ, тендеризованому за допомогою УЗК.

**Практичне значення одержаних результатів:**

- визначено раціональні режими процесу тендеризації м'яса за допомогою УЗК;
- розроблено раціональну конструкцію випромінювача та робочої камери апарата для тендеризації м'яса з ВВСТ за допомогою УЗК;
- розроблено технічний опис та інструкцію з експлуатації апарата для тендеризації м'яса з ВВСТ за допомогою УЗК для м'ясопереробних підприємств;
- визначено конструктивні параметри, експлуатаційні характеристики апарата та вимоги щодо його продуктивності;
- результати досліджень впроваджено у виробництво та навчальний процес.

					<b>ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ</b>	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**РОЗДІЛ 1**  
**АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА. ІСНУЮЧІ СИСТЕМИ**  
**ВИРОБНИЦТВА ТА ОБЛАДНАННЯ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ.**

**1.1. Технологія виробництва та опис технологічного обладнання**

Оскільки припинив свою діяльність Криворізький м'ясокомбінат і в місті немає підприємств, які здійснюють переробку сільськогосподарської сировини, тому м'ясопереробне підприємство потужністю 3 тони виробів за зміну доцільно побудувати в смт Лозуватка.

Аналіз даних показує, що при чисельності населення в регіоні 620 тисяч чоловік, ступінь задоволення потреб у м'ясних продуктах становить в середньому 47%, що в свою чергу доводить потребу будівництва підприємства в даному регіоні.

М'ясопереробне підприємство доцільно розташувати на околиці смт Лозуватка, на території, розташованій далеко від житлових масивів.

В асортименті м'ясопереробного підприємства переважають варені ковбасні вироби, оскільки вони користуються підвищеним попитом у населення через високу харчову цінність, помірну ціну, нетривалий технологічний процес і термін зберігання та високий вихід готової продукції.

Їх виробництво та асортимент в Україні з кожним роком зростає. Це зумовлено вимогами до сучасного стилю життя, високими смаковими та споживчими властивостями цих виробів. Частка в загальному обсязі виробництва варених ковбас, сосисок і сардельок – 60%, а частка напівкопчених та варено-копчених ковбас відповідно становить 30 і 10%.

Попит на варені ковбасні вироби найбільш високий, що стимулює їх виробництво. Ринком збуту продукції слугуватимуть магазини та супермаркети міста Кривого Рогу та Криворізького району.

Виготовлення варених ковбас складається з таких стадій: 1 – попереднє здрібнення м'ясної сировини; 2 – посол і дозрівання м'яса; 3 – тонке здрібнення також приготування фаршу; 4 – шприцювання фаршу в оболонку; 5 – в'язання батонів і навішення його за раму; 6 – теплова обробка (обсмажування, варіння і охолодження); 7 – збереження і упаковка.

Обвалене м'ясо жилують і нарізають залежно від групового асортименту на шматки масою до 1 кг. М'ясо в шматках чи здрібненому вигляді зважують і піддають посолі мокрим чи сухим методом з використанням посолочних інгредієнтів. Потім сировину повторно подрібнюють. Сировину, прянощі, воду (лід) та інші матеріали зважують відповідно до рецептурою з урахуванням доданих при посолі солі чи розсолу та фарш на кутері, кутері-мішалці, мішалці-подрібнювачі чи інших машинах.

					<b>ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ</b>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Смильяненко</i>			<b>Розробка та оптимізація технологічного обладнання для виробництва ковбас</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Хорольський</i>					8	63
<i>Н. Контр.</i>		<i>Омельченко</i>			<b>ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО</b>			
<i>Затверд.</i>		<i>Омельченко</i>						



Спочатку завантажують нежирне м'ясне сировину (подрібнене на вовчку з діаметром отворів ґрати 2...3 мм): яловичину вищого, 1-го і другого сортів, нежирну свинину, баранину жиловану, і навіть додають частину холодної води (льоду), розчин нітриту натрію, фосфатиди, сироватку чи плазму крові, білковий стабілізатор, соєві білкові препарати як гелю. Після 3...5 хв. перемішування вводять напівжирну яловичину, прянощі, препарат гемоглобіну чи кров, вершкову олію (для ковбаси дієтичної), аскорбінат чи ізоаскорбінат натрію, або аскорбінову кислоту і обробляють фарш ще 3...5 хв., за 2...5 хв. остаточно обробки додають крохмаль чи борошно.

При приготуванні фаршу ковбасних виробів з допомогою білкових препаратів (ізольованих і концентрованих соєвих білків, казеїнатів тощо.) наприкінці перемішування в кутер додають сіль з розрахунку 2,5 кг на 100 кг гідратованих білкових препаратів. Загальна тривалість обробки фаршу на кутері чи кутері-мішалці 8...12 хв., температура готового фаршу залежно від температури вихідного сировини, кількості доданої криги й типу подрібнювача становить 12...18 °С.

Для приготування фаршу в високошвидкісних вакуумних кутерах чи подрібнювачах (швидкість різання більш 120 м/с) використовують несолоножилване м'ясо в шматках. І тому завантажують яловичину, додають лід, розчин нітрату натрію, сіль та інші інгредієнти, закривають кришку кутера, створюють залишкове тиск 15кПа і кутерують сировину 5...8 хв. Потім знімають вакуум і продовжує кутеровання протягом 3...4 хв. до готовності фаршу. Загальна тривалість кутеровання 8...12 хв. Температура готового фаршу 11...12 °С.

Кількість води, доданої при приготуванні фаршу, залежить від складу сировини й становить 15...30% від безлічі кутеруємої сировини. Для зниження температури фаршу рекомендується воду замінити льодом частково чи цілком.

Наповнення ковбасних кишкових і штучних оболонки фаршем виробляють на пневматичних, гідравлічних чи механічних вакуумних шприцах при залишковому тиску 8 кПа. Наповнення фаршем штучних оболонки діаметром 100...120 мм виробляють із використанням цівки діаметром 40...60 мм. В'язку батонів виробляють віскозним шпагатом і лляними нитками. Останнім часом широко використовуються штучні полімерні оболонки, та їх формування проводиться за допомогою кліпсаторів. Батони сирих ковбас у натуральній оболонці, на шприцювання не залучаючи вакууму, піддають короткочасною осаді (для підсушування оболонки, та ущільнення фаршу) протягом 2 год при 0...4°С. У стаціонарних камерах батони обсмажують при 90...100°С протягом 60...140 хв. Обжарені батони варять паром в пароварочних камерах чи воді за нормальної температури 75...85°С до температури у центрі батона 70 °С. Після варіння ковбаси охолоджують під душем холодною водою протягом десяти хв, потім у камері за нормальної температури не вище 8°С повагою та відносної вологості повітря 95% до температури у центрі батона не вище 15°С.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Обладнання для подрібнення і перемішування сировини: вовчки призначені для подрібнення м'яса; кутера призначені для остаточного подрібнення м'яса; фаршмішалки призначені для перемішування компонентів фаршу; агрегат К6-АТИМ-2 призначений для змішування попередньо подрібненого м'яса з компонентами й тонкого подрібнення м'яса і субпродуктів при приготуванні фаршу для сосисок, сардельок і ліверних ковбас; установка К7-ФВЕ призначена для варіння і бланширування субпродуктів; шприці призначені для наповнення фаршем оболонки при виробництві ковбас; напівавтомати ФВ2Д і ФВ2С призначені для безперервної в'язки ниткою оболонки, наповненої фаршем; термоагрегат ТРС-500 призначений для термічної обробки сосисок гарячим повітрям і димоповітряною сумішшю; автокоптилку використовують при копченні ковбаси, окосту, грудинки, корейки та інших продуктів; автоматичний димогенератор ЕЛРО призначений для отримання промислового диму, застосовуваного при холодному і гарячому копченні ковбасних виробів; ротаційна піч з газовим обігрівом призначена для випічки м'ясних хлібів, обжарювання і запікання буженини, карбонату та інших безоболочкових м'ясних виробів.

Технологічне устаткування залежно від його призначення можна поділити на декілька груп: · механічне; · теплове; · холодильне; · навантажувально-розвантажувальне; · торгове.

Механічне устаткування охоплює машини, призначені для механічної або гідромеханічної дії на об'єкти. До них належать: машини для обробки картоплі та овочів, риби, м'яса, приготування тіста та кремів, нарізування хліба й гастрономічних продуктів, миття столового посуду і начиння, а також універсальні машини з комплектом механізмів, що знімаються.

Теплове устаткування призначене для теплової обробки продуктів. До нього відносять: - плити, що працюють на різних видах енергоносіїв (тверде, рідке, газоподібне паливо, електроенергія); - апарати для готування їжі: казани, автоклави, пароварильні апарати, апарати для смаження, шашликові апарати, кип'ятильники, водонагрівачі, кавоварки, апарати для теплової обробки продуктів у полі надвисокочастотних електромагнітних коливань та інфрачервоного випромінювання; - допоміжні теплові апарати, зокрема марміти, теплові стійки, термоси, термоконтейнери, лінії прилавоків самообслуговування; - модульне теплове устаткування для обслуговування за методом «шведського столу».

Холодильне устаткування призначене для зберігання продуктів, що швидко псуються, при низькій температурі. Воно охоплює: стаціонарні холодильні камери, збірно-розбірні холодильні камери, холодильні шафи, прилавки, прилавки-вітрини, охолоджені торгові автомати.

Навантажувально-розвантажувальне устаткування призначене для механізації навантажувально-розвантажувальних робіт. До цього виду устаткування відносять: роликові доріжки, чи електроталі, ліфти, самохідні візки, навантажувачі, стрічкові, пластинчасті, роликові конвеєри та інші засоби механізації.

					<b>ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ</b>	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.2. Технологічна схема виробництва та розрахунок основних елементів обладнання

Основою для вибору обладнання є технологічна схема виробництва продукції, кількість сировини, що переробляється за зміну, а також технічний рівень обладнання.

Лінія виробництва варених ковбас наведена на Креслені 1.

Після розбирання і обвалки м'ясо направляють на жиловку: відділення сполучної тканини, кровоносних і лімфатичних судин, хрящів, дрібних кісточок і забруднень. Жиловане м'ясо на підприємствах малої потужності подрібнюють в вовчку 1 і з допомогою напільних візків 2 транспортують до змішувача 3, у яких виробляють посол. Посолене м'ясо вивантажують з змішувача 3 в підлогову візок і транспортують до камери дозрівання 4.

На підприємствах середньої та великої потужності здрібнення і посол м'яса здійснюють з допомогою посолочного агрегату 5 чи комплексу устаткування посла м'яса 6. У першому агрегаті подрібнене м'ясо самопливом потрапляє у змішувач, тоді як у другому – фаршевим насосом перекачується трубопроводом від дзиги в ваговій бункер змішувача. Посолочні речовини подають автоматичні дозатори у кількості, пропорційному масі подрібненого м'яса в діжі змішувача. Після перемішування і вивантаження сировину у візках направляють у камеру дозрівання 4.

З використанням чашечного кутера 7 для тонкого подрібнення і приготування фаршу дошприцюючій машині 8 фарш транспортують в напільних візках, які з допомогою підйомника розвантажуються в прийомний бункер шприца. І тут формування ковбасних батонів виробляють вручну в відрізу оболонку з однією забитим кінцем із наступною ручний в'язкому батонів шпагатом на конвеєрному столі 9 і розвантаженням в ковбасні рами 10.

Для приготування варених ковбас з вищим рівнем механізації застосовують комбіновані машини на приготування фаршу 12 і агрегат для формування ковбасних виробів 13. Змішувач-подрібнювач 11 призначений для змішування витриманого в посолі подрібненого м'яса з рецептурними інгредієнтами і його тонким подрібненням. Формування варених ковбас виготовлення оболонки з рулонного матеріалу здійснюють на ковбасному агрегаті 13.

Після в'язки чи накладення петлі батони навішують на палиці, які потім вони розміщують рами 10 та питаннями спрямовують в термокамеру 14 для термічної обробки (опади, обжарки, варіння і охолодження).

При виборі обладнання необхідно враховувати:

- можливість випуску високоякісної продукції і інтенсифікацію
- виробничого процесу;
- відповідність високої продуктивності машин і коефіцієнта їх використання;
- спеціалізацію або універсалізм;
- санітарно-гігієнічні умови праці і обслуговування;
- площу, яку машини займають;
- кількість працюючих для обслуговування;
- техніку безпеки при роботі та обслуговуванню.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11



Рисунок 1.1. Загальний вид технологічного обладнання

В сировинному відділенні передбачаємо стіл для розбирання, обвалювання, жилування яловичини і свинини. Довжину стаціонарного стола розраховують по формулі:

$$L = \frac{nl}{k},$$

де  $n$  – кількість робітників, які виконують дану операцію;

$l$  – довжина стола на одного робітника по нормам ( $l = 1$  м);

$k$  – коефіцієнт враховуючий роботу з одного або двох боків столу ( $k = 1$  або  $2$ ).

$$L = 5 \cdot 1/2 = 2,5 \text{ м}$$

Кількість машин безперервної дії розраховуємо за формулою:

$$N = \frac{A}{QT},$$

де  $Q$  – продуктивність обладнання, кг/год;

$T$  – час зміни, год;

$A$  – кількість сировини, кг.

Кількість машин періодичної дії визначається за формулою:

$$N = \frac{At}{G},$$

де  $G$  – одночасна загрузка, кг;

$t$  – час операції, год.

Кількість чанів для посолу визначається за формулою:

$$N = \frac{At}{g \cdot 0,8},$$

де  $t$  – час посолу, дів;

$0,8$  – коефіцієнт завантаження;

$g$  – одночасна загрузка, кг;

$A$  – кількість сировини.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Кількість універсальних термокамер розраховуємо за формулою:

$$N = \frac{A\tau}{gnT},$$

де А – кількість виробляємої продукції за зміну, кг;  
τ – час термічної обробки, хв;  
g – продуктивність однієї секції, кг;  
n – кількість секцій;  
Т – час зміни, хв.

Результати розрахунків зводимо до табл. 1.1. (додаток А)

На рис. 1.2. (додаток Б) показана схема технологічного процесу капітального ремонту машині і апаратів харчових виробництв. На відміну від технології виготовлення машин технологічний процес їх капітального ремонту складний і включає ряд додаткових специфічних робіт (приймання в ремонт, очищення, розбирання, дефектацію та ін.).

Виробничим процесом ремонту називається сукупність всіх дій людей і знарядь виробництва, що виконуються для відновлення працездатності обладнання.

Виробничий процес ремонту охоплює не лише всі технологічні роботи, але і інші необхідні види діяльності (організаційно-економічні, постачальницькі, зберігання, транспортування тощо). Він відноситься до ділянки, цеху, підприємства (виробничий процес механічної ділянки тощо).

Технологічний процес відноситься до деталі, агрегату, машини, стенду і т.д. Він є найбільш значущою частиною виробничого процесу. Його структура і ступінь розчленовування залежать від устрою ремонтowanego устаткування, виду і методу ремонту (поточний, середній, капітальний, індивідуальний експлуатуючою організацією, потоковий на спеціалізованому підприємстві та ін.).

### **1.3. Удосконалення ріжучого механізму Вовчка К-160-1. Пристрій, аналіз роботи й характеристики основних причин втрати працездатності апарата.**

Вовчок К 160-1 призначений для середнього й дрібного здрібнювання м'ясної сировини.

Він складається із чотирьох основних механізмів: живильне ріже 2, привода й станини, на якій монтуються всі складальні одиниці, деталі, електродвигун 9 і пускова електроапаратура. Вовчок включає також підпирні ґрати 1, ножовий вал 3, одновиткову лопату 5, клиноремінну передачу 8 ножового вала, майданчик 10 для санітарної обробки, ринва 11 і трубчасту насадку 12. Схема вовчка К6-ФВП-160 наведена на Кресленні 2.

Живильний механізм включає бункер 6 і шнеки 4. Ріжучий механізм (рис. 1.3.) складається з підпирних ґрат 1, вихідних ножових ґрат 2, ножів 3, проміжної 4 і приймальні 5 ґрат, а також циліндра із внутрішніми ребрами й гайкою-маховиком із трубчастою насадкою.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

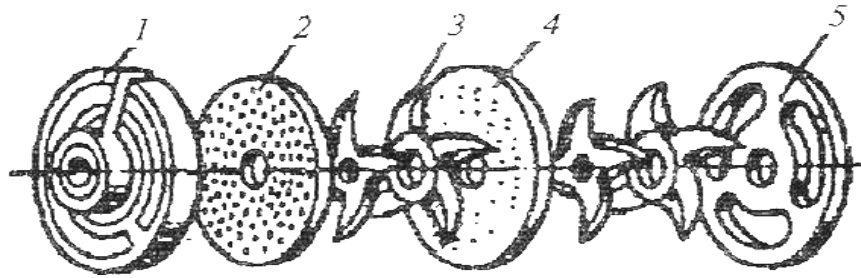


Рисунок 1.3. Ріжучий механізм

Ножі виконані із двох частин і мають криволінійні зуби, між якими розташовані прохідні канали для продукту. Частота обертання ножів (8,3 с-і) перевищує частоту обертання робочого шнека (3,3 с-і).

Це досягається тим, що вал, що приводить в обертання ножі, проходить усередині робочого шнека й має самостійний привод. Робочий шнек у місці завантаження має западини для заповнення продуктом, а завантажувальний бункер під шнеком - ребра, що відтинають. Ця конструкція забезпечує рівномірну й безперервну подачу продукту в робочу зону.

Привод складається з електродвигуна 9, редуктора циліндричного й клиноремінної передачі 7.

Вовчок працює в такий спосіб: жиловане м'ясо в шматках масою до 0,5кг подається в бункер, звідки захоплюється робітником і допоміжними шнеками й направляється в зону ріжучого механізму. У ньому сировина подрібнюється до заданого ступеня, який забезпечується шляхом установки ножів і ножових ґрат з відповідними діаметрами отворів.

Вплив технічного стану перегородок з несправностями на роботу теплообмінника: зношуваність ріжучої крайки ножів дуже впливає на роботу дзиги в цілому, при зношуванні ножів погіршується якість здрібнювання м'ясної сировини. Відповідно необхідно застосувати технологію, що забезпечує підвищення зносостійкості, жароміцності, корозійної стійкості поверхні перегородок.

Через постійний контакт із продуктом і механічного впливу ножі можуть зношуватися й покриватися корозією. Для зміцнення ножів дзиги застосуємо метод плазмового загартування.

Схема ріжучого механізму дзиги з ножами, що зносилися наведено на Кресленні 3.

Ножі насаджені на вал між ґратами й щільно притиснуті до них за допомогою притискного кільця.

Основним дефектом є механічне зношування поверхні ножів, який виникає через постійний механічний вплив сировини.

Розбирання вузла, агрегату або машини в цілому здійснюється в певній послідовності, яка визначається конструкцією виробу, а також програмою ремонтного підприємства і її однорідністю відносно типів і марок ремонтуваних машин.

При розробці схеми розбирання ставиться завдання розчленувати заданий вузол на складені елементи (групи, підгрупи) таким чином, щоб можна було здійснювати розбирання найбільшої кількості цих елементів незалежно друг від друга (паралельно).

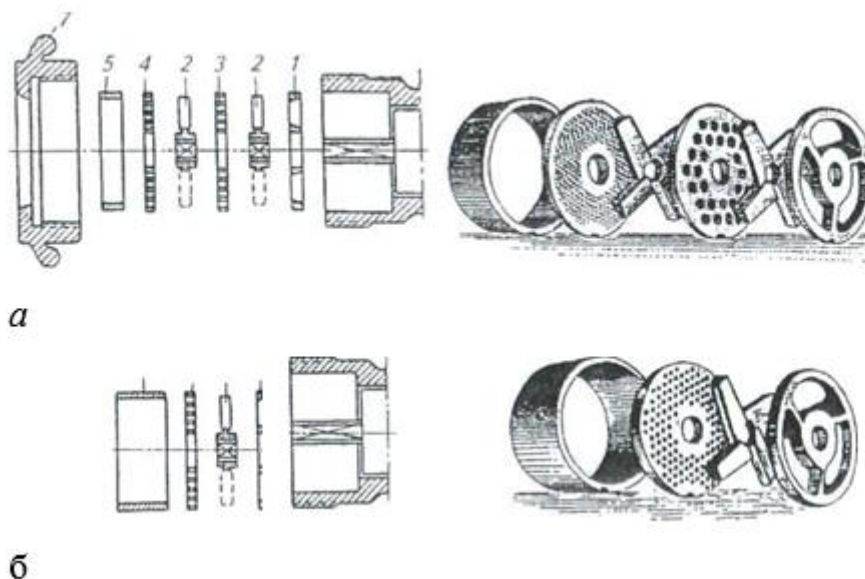


Рисунок 1.4. Структурна схема розбирання апарата

Розбирання розглянутого вовчка: Знімаємо затяжну гайку 7, для того щоб одержати доступ до ріжучого механізму. Після цього знімаємо притискне кільце 8, потім дрібні ґрати 6, дістаємо перший ніж 5. Після дістаємо великі ґрати 4, щоб дістати другий ніж 3.

Дефектація – це перевірка й відбраковування деталей, вузлів і агрегатів під час ремонту техніки, яка проводиться в процесі розбирання виробу.

Дефектація полягає у візуальному огляді, обмірюванні й контролі деталей і агрегатів за допомогою різного виду дефектоскопів. Дефектація проводиться в визначеному порядку, установленому технологією ремонту, і на підставі технічних умов. Результати дефектації вносяться у відомість, яка є основним документом для ремонту виробу.

У цьому випадку дефектація ножів полягає в перевірці основної робочої поверхні. Виявлення дефектів ножів можливо оглядом.

Технологічний процес дефектації показаний на рис. 1.5. (додаток В)

Зміцнення ножів можна зробити за допомогою плазмового загартування.

**МАТЕРІАЛИ, ЩО ЗАЗНАЮТЬ ПЗ** - інструментальні сталі, чавуни, тверді сплави, цементовані сталі, кольорові сплави й інші матеріали.

**ПРИКЛАДИ ЗАСТОСУВАННЯ ПЗ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ:**

- ножі й пилки для установок м'ясопереробки;
- молотки для здрібнювання тютюну, масловичалювальні шнеки;
- деталі перекачувальних насосів, дріжджових і молочних сепараторів;
- деталі бурякосахарного, консервного, крахмалопаточного, хлібопекарського, молочного, бродильного встаткування.

### ПЕРЕВАГИ:

- низькі інтегральні температури нагрівання деталей;
- більша глибина зміцненого шару в порівнянні, наприклад, с лазерною закалкою;
- високий ефективний КПД нагрівання плазмовою дугою до (85%), для порівняння, при лазернім зміцненні - 5%;
- відсутність застосування спеціальних додаткових хімічних препаратів або речовин;
- можливість ведення процесу без застосування охолодних середовищ, вакууму, спеціальних покриттів для підвищення поглинаючої здатності зміцнюючих поверхонь;
- простота, низька вартість, маневреність, малі габарити технологічного обладнання;
- можливість автоматизації й роботизації технологічного процесу.

### ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ плазмового загартування визначається:

- підвищенням працездатності й зносостійкості деталей і інструмента;
- скороченням витрат на виготовлення запасних деталей і додаткової кількості інструмента для виконання заданої виробничої програми;
- зменшення обсягу заточувальних операцій, часу й засобів, пов'язаних з настроюванням пресів і металообробних верстатів для інструмента, підданого плазмовому загартуванню ;
- вивільненням працівників, зайнятих на виготовленні запасних деталей і додаткової кількості інструмента;
- інтенсифікацією режимів роботи інструмента;
- збільшенням випуску продукції на існуючій устаткуванні, внаслідок скорочення простоїв для заміни зношених деталей і аварійних ремонтів устаткування.

Зміцнення поверхні ножів за допомогою плазмового поверхневого загартування наведено на Кресленні 4.

СУТНІСТЬ плазмового загартування полягає у високошвидкісним нагріванні потоком плазми поверхневого шару металу й швидкім його охолодженні в результаті передачі тепла в глибинні шари матеріалу деталі.

ЦІЛЬ плазмового загартування - виготовлення деталей і інструмента зі зміцненим поверхневим шаром товщиною до декількох міліметрів при незмінному загальному хімічному складі матеріалу й збереженні у внутрішніх шарах первісних властивостей вихідного металу.

Для генерації концентрованого потоку енергії при плазмовім загартуванні використовуються спеціальні пристрої – плазмотрони. Плазмозна дуга при цьому має високу температуру (15000...20000 ДО) і зосереджений тепловий потік.

Технологічними параметрами процесу ПЗ є: струм плазмової дуги (струменя), витрата плазмоутворюючого газу, відстань між плазмотроном і виробом, швидкість переміщення.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Для високотемпературного поверхневого загартування застосовують установку УВПЗ-2М. До її складу входять: джерело електроживлення; пульт керування із цифровою системою індикації параметрів, оптимізації процесу й неруйнуючого контролю; електродугові пальники с кабель-шланговими пакетами; спеціальні формуючі насадки зі шланговими пакетами; пакет монтажних з'єднань і ЗИП.

Технічна характеристика: табл. 1.2 (додаток Г)

Складання ремонтного креслення

Ремонтні креслення виконують відповідно до правил, передбачених

Дст 2.604-68 «Креслення ремонтні» і ОСТ 70.0009.006-85 «Креслення ремонтні. Порядок розробки, узгодження й твердження».

Ремонтне креслення є основним документом, по яким розробляється технологічний процес відновлення деталі.

Плани операцій технологічних процесів по маршрутах:

1 - Знежирення й очищення області загартування

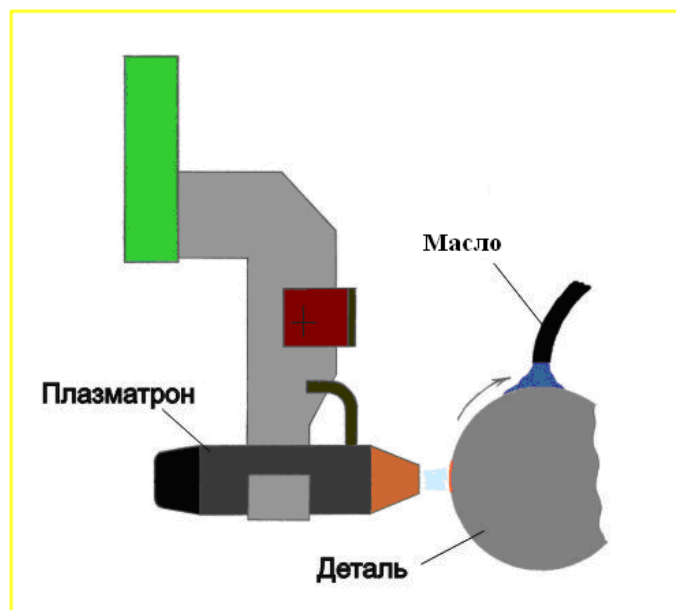
2- Плазмове загартування

3 - Контроль

1. Знежирення й очищення – це видалення з поверхні металу жирних плям і інших забруднень.

Для знежирення області загартування будемо використовувати засіб, що знежирює: лотоксан (є безпечною альтернативою озоноруйнуючих хлорзмістовних вуглецевим розчинникам).

2. Сутність плазмового термоупрочнення залізовуглецевих сплавів полягає в нагріванні локальної ділянки поверхні деталі вище критичних температур фазових переходів і наступним охолодженні з високою швидкістю, що гарантує утвор гартівних структур з підвищеними твердістю й експлуатаційним ресурсом.



Матеріал: 30X13 (1.4028 420) - сталь нержавіюча мартенситна, що гартується до твердості HRC 50/52, деталі з високою зносостійкістю.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Устаткування для громадського харчування, форсунки миючих систем, крани (затвори), чаші для ваг.

Полум'я стислої дуги на виході із плазматрона має температуру порядку 15000°C. Поверхня деталі нагрівається до температури загартування за дуже короткий проміжок часу. Рекомендована температура загартування для сталі 30X13 – 1000 - 1050°C.

Робити загартування на глибину 3 мм і ширину загартованої зони 10 мм.

Охолодне середовище: масло або повітря.

Контроль якості плазмового загартування обробленої поверхні здійснюється візуально по наявності й порівнянню колірного фарбування з еталоном, а також по збільшенню твердості й мікротвердості.

У даній роботі був розроблений технологічний процес по зміцнення ножів за допомогою плазмового загартування. Складені необхідні креслення, обрані режими основних технологічних операцій.

У результаті отримані зміцнені ножі з високою твердістю й зносостійкістю.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

**РОЗДІЛ 2**  
**РОЗРОБКА СИСТЕМИ РОБОТОТИЗОВАНОГО І**  
**АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ПРОЦЕСАМИ КЕРУВАННЯ**  
**ПІДГОТОВКИ ТА ВИРОБНИЦТВА М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ**

**2.1. Дослідження методів підвищення якості м'ясних смарт-продуктів харчування**

Спочатку розглянемо методику оцінки ефективності процесу тендеризації за допомогою УЗ, що ґрунтується на визначенні кількості розсіяння акустичної енергії УЗК, у робочій камері апарата та на зразках м'яса, залежно від частоти випромінювача, типу робочого органа, тривалості обробки. Вимірювання температури нагрівання зразків м'яса в робочій камері проводилося за допомогою гребінки з 5 хромель-копелевих термопар. Термо-ЕРС з вільних кінців термопари знімали за допомогою точкового самописця «ЭПП-9».

Розрахунок енергії, яку випромінює перетворювач, проводили наступним чином:

$$E_{\text{вип}} = (1/2)\rho(2\pi f)^2 A^2 V_{\text{рк}}, \quad (2.1)$$

де  $E_{\text{вип}}$  – енергія випромінювача, Дж/м<sup>3</sup>;  $\rho$  – густина середовища, кг/м<sup>3</sup>;  $f$  – частота випромінювача, кГц;  $A$  – амплітуда коливань торця випромінювача, м;  $V_{\text{рк}}$  – об'єм робочої камери, м<sup>3</sup>.

Кількість енергії, яку випромінює перетворювач за одиницю часу, величина постійна та дорівнює 149,4 кДж. Середньооб'ємну температуру з 5 термопар визначали наступним чином:

$$t_v(\tau) = \frac{1}{V_{\text{зр}}} \left( \sum_{i=1}^n V_i \cdot t_i(\tau) \right), \quad (2.2)$$

					<b>ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ</b>			
<b>Зм.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>				
<i>Розроб.</i>		<i>Єсмільяненко</i>			<b>Розробка та оптимізація технологічного обладнання для виробництва ковбас</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Хорольський</i>					19	63
<i>Н. Контр.</i>		<i>Омельченко</i>				<b>ДонНУЕТ</b>		
<i>Затверд.</i>		<i>Омельченко</i>				<b>Кафедра ЗІДО</b>		

де  $V_i$  – об'єм, в якому розташовувалася  $i$ -та термопара, мЗ;  $t_i$  – апроксимація сигналу, отриманого з  $i$ -тої термопари;  $V_{зр}$  – загальний об'єм зразка, мЗ;  $t_v$  – середньооб'ємна температура, °С.

Кількість енергії, яка розсіялася в зразках м'яса, визначалася наступним чином:

$$\Delta E = c_m \rho_m V_{зр} \Delta t_v, \quad (2.3)$$

де  $\Delta E$  – кількість теплоти, яка необхідна об'єкту для того, щоб його температура збільшилася на  $\Delta t$ , Дж/мЗ;  $c_m$  – теплоємність м'яса, Дж/(кг·К);  $\rho_m$  – густина м'яса, кг/мЗ;  $f$  – частота випромінювача, кГц;  $A$  – амплітуда коливань торця випромінювача, м;  $V$  – об'єм зразка, мЗ.

Нормальне напруження зсуву визначали на пенетрометрі за методикою Ребіндера, тангенційне напруження зсуву – на модернізованому еластопластометрі за методикою Толстого. Модернізований еластопластометр відрізняється від відомого тим, що має датчик лінійних переміщень, який поєднаний з аналогово-цифровим перетворювачем, фіксує лінійні переміщення навантаженої пластини та передає дані до комп'ютера у двоїчному коді. Роботу різання визначали як різницю загальноспожитої потужності електром'ясорубки та потужності холостого ходу за методикою Солов'ова. Силу різання – за методикою Варнера-Братцлера на оригінальній установці, яка відрізняється від відомої тим, що має електродвигун, черв'ячний редуктор, трубчасту пружину, динамометр годинникового типу, ніж. При цьому ширина леза елемента не враховується або вважається, що вона близька до 0. Стан вологи досліджували калориметричним методом та методом пресування, величини рН – потенціометричним методом на універсальному іонометрі «рН-Эв-74». Гістологічні дослідження проводили за стандартною методикою виготовлення парафінових гістозрізів з наступним їх фарбуванням гематоксиліном та еозином за методом Малорі. Використовувався об'єктив 20×, окуляр 10×, Jenamed.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Обробку результатів досліджень було проведено з використанням сучасних методів математичної статистики, кореляційного аналізу та комп'ютерних технологій.

Виконаємо експериментальні дослідження та наведемо результати експериментальних досліджень щодо обґрунтування та вибору частоти випромінювання, визначення та розрахунок основних параметрів УЗКС. На основі дослідження робочих органів випромінювачів, математичного моделювання процесу тендеризації за допомогою УЗК, наведено результати дослідження структурно-механічних показників, величини рН та стану вологи та результати морфометрії тендер-ризваного м'яса.

За результатами випробування трьох серійних магнітострикційних випромінювачів частотою 16 22, 42 кГц визначено їх вплив на процес тендеризації м'яса за допомогою УЗК. Результати розрахунків та досліджень основних енергетичних параметрів УЗКС наведені в табл. 1 та на рис.2. 1.

Видно, що УЗ-випромінювач частотою 22 кГц має найкращі енергетичні показники, оскільки величина середньооб'ємної температури за тієї ж тривалості обробки у нього більша.

Це підтверджується даними табл.3. 1, де амплітуда зсуву часток та корисна акустична потужність джерела звуку у нього найбільша. Тому випромінювач частотою 22 кГц було визнано найефективнішим для проведення тендеризації м'яса за допомогою УЗК.

Табл. 2.1. Основні параметри УЗКС (додаток Д)

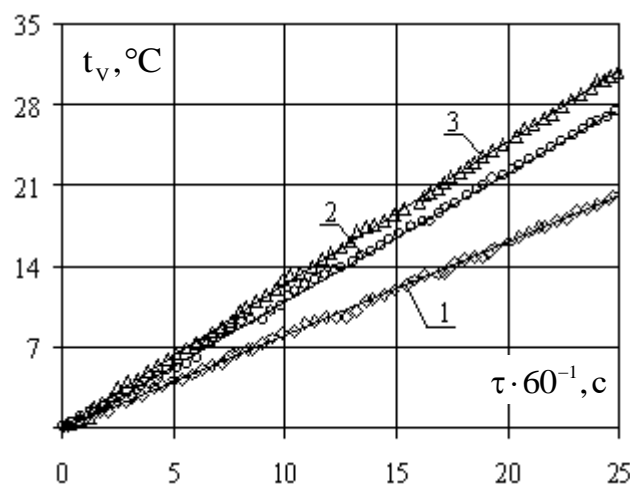


Рисунок. 2.1. Зміна середньооб'ємної температури рідини в робочій камері в процесі обробки випромінювачами різної частоти, кГц: 1 – 15; 2 – 22; 3 – 35

Коефіцієнти пропускання  $k_D$ , відбиття  $k_r$ , акустичний опір середовища  $R_A$  не залежать від частоти випромінювання, а змінюються лише від швидкості звуку та густини середовища,  $k_D = 0,93$ ,  $k_r = 0,06$ ,  $R_A = 1,61 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^{-1}$ . Розрахунки проводилися для випромінювачів з діаметром  $15 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ , площею –  $1,7 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ .

Для перевірки та підтвердження розрахованих теоретично параметрів робочих органів УЗКС були виготовлені робочі органи наступних форм: конічний із вузьким дном, конічний із широким дном, циліндричний, циліндричний основний із підведенням випромінювача в середину робочої камери. Величину розсіяння акустичної енергії знаходили як середньооб'ємну температуру зразків, з подальшим розрахунком за формулами (1–3), результати розрахунків наведено на рис. 2.2. Встановлено, що найбільшу величину акустичної енергії, яка була поглинута у воді модельним тілом, демонструє циліндричний основний робочий орган. Це відбувається тому, що енергія УЗ-хвилі завдяки конструкції випромінювача потрапляє безпосередньо до внутрішнього об'єму робочої камери.

Під час визначення загальної енергії УЗ-хвилі та кількості енергії УЗ-хвилі, що розсіялась під час процесу обробки УЗК різних видів м'ясної сировини, було встановлено (рис. 2.3), що основна частина УЗ-енергії розсіюється в поверхневих шарах м'яса, а саме: на відстані  $\lambda/2$  енергія хвилі зменшується на половину, а на відстані  $\lambda$  – повністю затухає. Для УЗ-випромінювача частотою 22 кГц довжина хвилі  $\lambda = 0,07 \text{ м}$ . Тобто геометричний розмір зразків м'яса не повинен перевищувати  $2d$  випромінювача (3 см) та має бути висотою не більше 5 см.

Це підтверджується результатами розрахунків, наведеними у табл.2 2.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

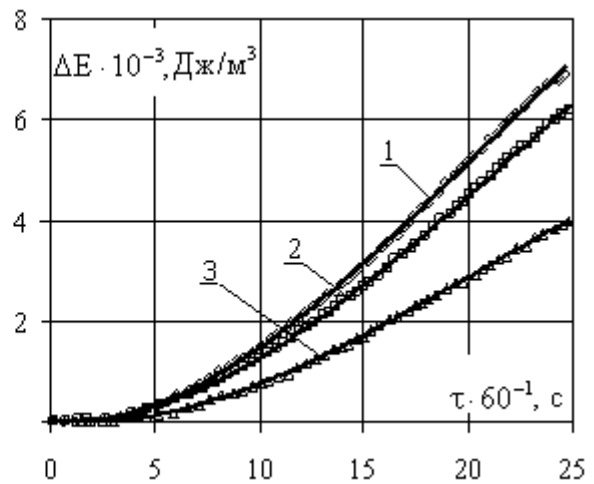
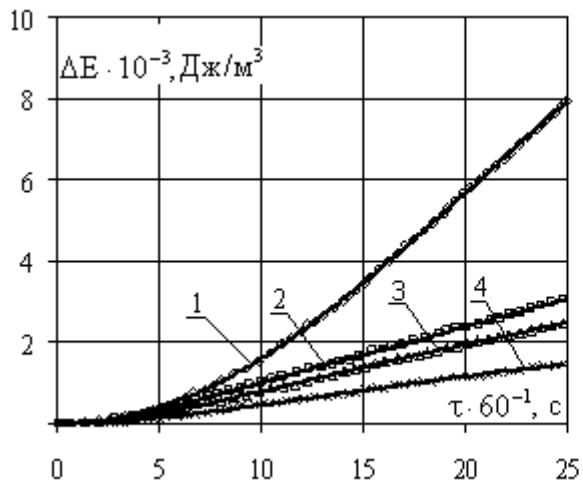


Рис. 2.2. Зміна розсіяння енергії УЗК під час УЗ-обробки в робочих органах різної форми: 1 – циліндричний основний; 2 – циліндричний; 3 – конічний із широким дном; 4 – конічний із вузьким дном

Рис. 2.3. Зміна розсіяння енергії УЗК в процесі обробки м'ясної сировини випромінювачем з частотою 22 кГц: 1 – зразки з гомілки; 2 – пащини; 3 – шийної частини

Енергія, яка розсіюється на зразках яловичини, зі збільшенням тривалості УЗ-обробки збільшується за умови постійного підведення енергії. Причому розсіяння на зразках із гомілки більше, ніж на зразках з пащини, а розсіяння на зразках із пащини більше, ніж на зразках із шийної частини. Розсіяння енергії УЗК відбувається більше в тих зразках м'ясної сировини, де сполучної тканини більше. Оскільки відомо, що ступінь нагрівання м'ясної і жирової тканини зумовлений характером поглинання, інтенсивністю і частотою УЗ, внаслідок неоднорідності структури м'язової тканини поглинання в ній більше, ніж у шарі жиру.

Під час реологічних досліджень фаршів із тендеризованого м'яса, стану та структури вологи в ньому та величини рН (табл.2. 2) було встановлено, що робота та сила різання, нормальне граничне напруження зсуву, відносна деформація, модуль миттєвої пружності, модуль еластичності, пластична в'язкість, в'язкість пружної післядії зі збільшенням тривалості обробки зменшуються.

Для контрольного зразка нормальне напруження зсуву складає 2400 Па, після УЗ-обробки його величина зменшувалась залежно від тривалості обробки до 45%. Дані зміни свідчать про те, що УЗ-обробка яловичини з ВВСТ суттєво зменшує його жорсткість. Пояснюється це тим, що під дією УЗ-обробки збільшується проникність міжклітинних мембран, кількість рідини в клітинах збільшується, що, в свою чергу, призводить до покращення консистенції м'яса. Крім того, під дією УЗ-обробки відбувається механічна дезагрегація колагену з одночасним утворенням глютину, який має більшу кількість гідрофільних груп, що призводить до збільшення здатності утримувати вологу та збільшення величини піддатливості системи.

Табл. 2.2. Результати дослідження зміни реологічних властивостей м'ясної сировини, стану вологи та рН тендеризованого м'яса (додаток Ж)

Дослідженнями стану вологи встановлено, що під дією енергії УЗК відбувається перерозподіл структури вологи в м'ясі, що підтверджується даними, отриманими калориметричним методом та методом пресування. Це пояснюється тим, що УЗ-обробка призводить до деформації тривимірної структури колагену за рахунок послаблення та розривів водневих зв'язків, які утримують поліпептидні ланки, які руйнуються, і, як наслідок, збільшується питома поверхня молекул з гідрофільними групами, здатними утримувати вологу. Зменшення величини рН є ознакою механічного руйнування між білками сарколеми, внаслідок чого збільшується активна поверхня білкових молекул.

За результатами гістологічних досліджень було встановлено, у тендеризованому м'ясі після УЗ-обробки протягом 5·60 с набухають м'язові волокна і частково руйнуються контакти колагенових волокон ендомізію і перемізію з сарколемою м'язових волокон. Під час морфометричних досліджень було встановлено збільшення товщини м'язових волокон на 19,3...20,5% та товщини прошарків ендомізію на 21,4...25,3%. Такі зміни зумовлені підвищенням гідратації білків саркоплазми та основної речовини пухкої сполучної тканини ендомізію та перемізію.

					<b>ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24



Зміни в тендеризованому м'ясі після УЗ-обробки протягом 10·60 с подібні до попередніх, але при цьому набухання м'язових волокон і рівень гідратації основної речовини ендомізію та перемізію збільшується.

Товщина м'язових волокон збільшується на 7,1...9,2%, а товщина прошарків ендомізію зменшується на 1,5...2,6%.

Збільшення тривалості УЗ-обробки до 15·60 с призводить до суттєвих структурних змін усіх структурних компонентів м'язової тканини. Колагенові волокна ендомізію, перемізію втрачають чіткий контур, набухають. Відмічені численні їх розриви, а також повна дезінтеграція як із сарколемою м'язових волокон, так і з сухожиллями. Серед м'язових волокон збільшується кількість волокон з хвилястою конфігурацією і локальними розривами. Встановлено, що рівень гідратації білків саркоплазми і колагенових волокон ендомізію та перемізію збільшується. На це вказують збільшення товщини м'язових волокон на 1,3...2,5% і товщини прошарків ендомізію на 14,7...16,1%. Обробка протягом 20·60 с призводить до глибоких деструктивних змін в усіх компонентах м'язової тканини. У м'язових волокнах мають місце розриви сарколеми, дезінтеграції міофібрил на саркомери, вихід компонентів саркоплазми за межі волокон. Елементи сполучної тканини втрачають здатність до гідратації і виявляють ознаки дегідратації.

Встановлено, що в результаті таких процесів товщина м'язових волокон зменшується на 21,2...24,1%, товщина прошарків ендомізію зменшується на 28,6...30,4%, що свідчить про втрату здатності основної речовини підтримувати стан гелю.

Після УЗ-обробки протягом 25·60 с на гістозрізах виявляються численні ділянки лізису колагенових волокон, що є ознакою дезагрегації колагену і зміни його фізико-хімічних властивостей. При цьому товщина м'язових волокон в експериментальних зразках зменшується на 15,3...17,1%, а товщина прошарків ендомізію зменшується на 21,8...26,4%.

					<b>ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Ефективність процесу тендеризації розглядали як зміну величин кількості зв'язаної вологи, роботи різання й сили різання. В результаті проведених досліджень отримані рівняння, що дозволяють описати процес тендеризації м'яса за допомогою УЗ відносно роботи різання  $A_{\text{різ}}$ , сили різання  $F_{\text{різ}}$ , кількості зв'язаної вологи  $W_{\text{зв}}$ :

$$A_{\text{різ}}(\tau) = 0,72 + 1,84 \cdot e^{-0,112\tau}, \quad (2.4)$$

$$F_{\text{різ}}(\tau) = -18,76 + 89,96 \cdot e^{-0,018\tau}, \quad (2.5)$$

$$W_{\text{зв.МП}}(\tau) = (5,33 \cdot 10^{-5} \tau^2 - 1,61 \cdot 10^{-3} \tau + 0,03)^{-1}, \quad (2.6)$$

$$W_{\text{зв.МК}}(\tau) = (4,07 \cdot 10^{-5} \tau^2 - 1,22 \cdot 10^{-3} \tau + 0,03)^{-1}. \quad (2.7)$$

Завдяки одержаним закономірностям (2.4-2.7) визначено раціональні параметри процесу тендеризації м'яса за допомогою УЗК, а саме: коефіцієнт завантаження робочої камери –  $\leq 0,7$ ; частота – 22 кГц; тривалість процесу – (12...16)·60 с; об'єм робочої камери –  $3 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup>; маса шматочків м'яса –  $\leq 0,15$  кг.

## 2.2 Розробка промислового зразка апарата

При виконанні проектних робіт щодо розробки робототехнологічного комплексу необхідно сформульовано вимоги до конструкції апарата, проведено розрахунок магнітострикційної УЗКС, розрахунок і проектування трансформаторів пружних коливань і хвилеводів, розрахунок і проектування робочої камери апарата. Обґрунтовано раціональну конструкцію апарата для тендеризації м'яса з ВВСТ за допомогою УЗК. Загальний вигляд апарата для тендеризації м'яса з ВВСТ за допомогою УЗК, спроектованого з використанням програми SolidWorks, наведено на рис. 2.4.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інженерні розрахунки із визначення основних характеристик та параметрів апарата для тендеризації м'яса, води та фаршу за допомогою УЗК, дозволив підтвердити ідею про підвищення якості сировини за рахунок впливу ультразвукових коливань. Розрахунок на міцність магнітострикційного перетворювача та моделювання електричних процесів виконано з використанням методу розрахунку еквівалентної схеми коливального контуру. Для персоналу цеху з виробництва ковбасних виробів розроблено інструкцію з експлуатації та технічний опис роботи технічного апарату для тендеризації м'яса за допомогою УЗК з ВВСТ з визначенням його основних вихідних характеристик.

Принцип дії апарата полягає в наступному. У разі підключення генератора УЗК до електричної мережі на обмотку трансформатора перетворювача подається живлення з частотою 22 кГц. У магніто-стрикційному перетворювачі відбувається перетворення електричної енергії в енергію механічних коливань трансформатора, які підсилює концентратор. Випромінювачі 3 передають пружні УЗ-коливання в рідину широким фронтом хвилі. Рідина обирається таким чином, щоб її акустичний імпеданс наближався до акустичного імпедансу м'яса, яке розміщується в цій рідині. Після подачі живлення над торцем випромінювача виникає зона кавітації.

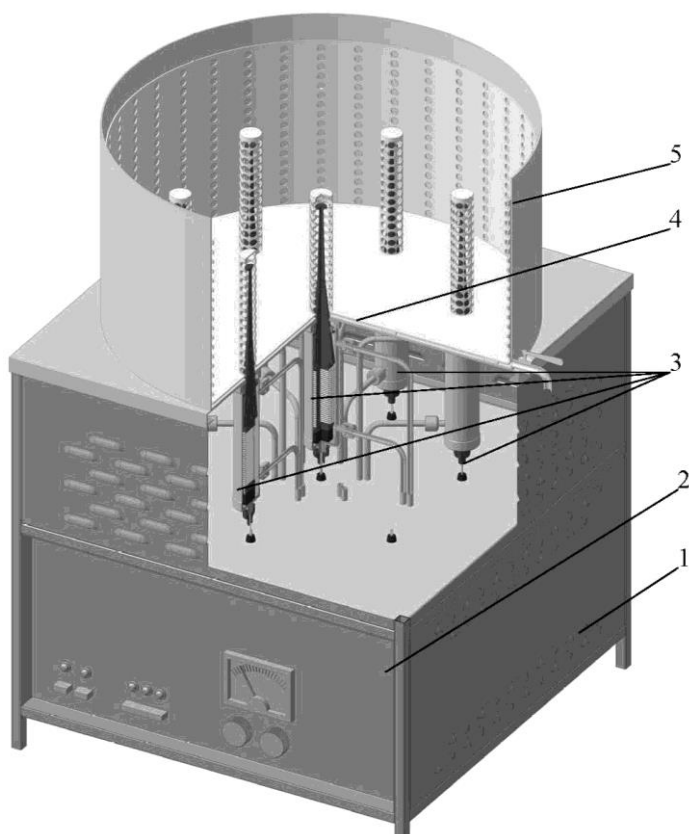


Рисунок. 2.4. Загальний вигляд апарата для тендеризації м'яса за допомогою УЗК: 1 – корпус; 2 – УЗ-генератор; 3 – магнітострикційні випромінювачі; 4 – сітчастий кошик; 5 – робоча камера апарата

Під час виникнення кавітації у рідині створюються зони тиску і розрядження, оскільки у рідині тиск передається рівномірно та одночасно на всі боки. УЗК при поширенні у рідині відбиваються від стінок сітчастого кошика, стінок циліндричного корпусу та від поверхні рідини (межа поділу фаз «рідина-повітря») практично повністю та поглинаються середовищем і дослідними зразками. За цих умов у середовищі виникають УЗ-мікропотоки, які на межі поділу фаз «рідина-тверде тіло» (м'ясо) інтенсифікують масообмінні процеси шляхом зміни проникливості оболонок клітин білків сполучної тканини. У табл. 2.3 (додаток 3) наведено основні технічні характеристики апарата для тендеризації м'яса за допомогою УЗК, порівняння його енергетичних показників із вакуум-масажем Inject Star MC 400 – у табл. 2.4. (додаток 3)

За результатами аналізу табл. 2.2-2.4 доведено, що використання апарату для тендеризації м'яса за допомогою УЗК характеризується низькими енерговитратами та високою якістю отриманої продукції у порівнянні з вакуум-масажем Inject Star MC 400.

### **2.3. Проектування та виконання проектних рішень щодо розробки робототехнологічного комплексу виробництва ковбасних виробів.**

Ковбасні вироби користуються широким попитом серед населення, яке проживає на техногенних територіях. В Україні сьогодні харчова промисловість виробляє більше 150 сортів ковбасних виробів. Вони характеризуються високою харчовою цінністю та дозволяють швидко задовільнити потребу людей.

З метою створення продуктів здорового харчування для населення яке мешкає і працює на території з техногенним забрудненням необхідно збагатити їх харчовими додатками, а саме: мікро і макроелементами і вітамінами з врахуванням дефіцитних станів організму сучасної людини.

Включення в рецептуру ковбас борошна із біомодифікованої пророщеної в активізованій воді квасолі золотистої та люпину дозволяє провести корекцію нутрієнтного складу готових виробів. Такі продукти значно покращають здоров'я робітників підземних професій, металургів, хіміків, дітей, що проживають і працюють в криворізькому мегаполісі.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відповідно до рецептів харчування населення, яке проживає на забруднених територіях, розроблених вченими ДонНУЕТ імені Михайло Туган-Барановського м. Кривий Ріг в фарш ковбасних виробів під дією ультразвукових коливань додається борошно люпину і пророщеної квасолі золотистої, що дозволяє збагатити вироби клейковиною і стабілізувати емульсії. Ці складні технологічні процеси виконуються в полі ультразвукових коливань робототехнологічного комплексу підготовки сировини.

Внесення в рецептуру інгредієнтів дозволяє одержати ковбасні вироби збагачені вітамінами і мінеральними речовинами, в тому числі з корекцією рівня кальцію і йоду.

У процесі навчання в ДонНУЕТ нами спроектовано робототехнологічний комплекс з виробництва ковбасних виробів. Розглянемо основні етапи проектування робототехнологічного комплексу.

Алгоритм виконання проектних робіт починається з вхідних даних:

- технічні вимоги до технічного завдання (ТЗ), результати ОПР;

Процедура автоматизованого проектування (АП) полягає у виконанні наступних етапів:

1. Початок: аналіз даних ТЗ та результатів дослідження ультразвукового апарату для підготовки сировини та інгредієнтів;

2. Формування критеріїв якості до м'ясних продуктів та робототехнологічного комплексу виробництва ковбасних виробів;

3. Вибір робочої частоти взаємодії ультразвукових коливань з м'ясним продуктом та інгредієнтами;

4. Вибір і розрахунок силового імпульсного впливу УЗК на частинки фаршу та інгредієнтів;

5. Вибір генератора УЗК і розрахунок силового імпульсного поля та регулятора керування робототехнологічним комплексом;

6. Вибір електроприводу давальників подачі сировини та системи змішування інгредієнтів;

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

7. Проектування системи мікропроцесорного керування узгодженням складових додатків - інгредієнтів;

8. Проектування систем контролю якості продукції - ковбасних виробів та системи робот-завантаження продукції;

9. Комп'ютерне моделювання якості системи керування на базі ПЗ та оцінка працездатності робототехнологічного комплексу;

10. Розробка проектної документації та навчання персоналу;

11. Випробування системи та здача робототехнологічного комплексу в експлуатацію.

На рис. 2.5. наведено алгоритм моделювання рецептури нутрізбалансованого харчового продукту, а на рис. 2.6. представлено принципову схему робототехнологічного комплексу виробництва ковбасних виробів з високим рівнем нутрієнтних характеристик.

Моделювання рецептур ковбасних виробів для харчування робітників підземних професій, металургів, хіміків, збагачувальників та інших професій, які працюють на підприємствах Гірничо-металургійного комплексу розпочинається з вибору сировинного складу нової рецептурної суміші із інформаційної бази даних та бази знань. На другому етапі для кожного інгредієнту виконується ініціалізація меж його процентного складу в рецепті, вибір нормативного еталону та комп'ютерного модулювання рецептури продукту.

Рис. 2.5. Алгоритм моделювання рецептури нутрізбалансованого харчового продукту – ковбасних виробів (додаток І).

Сумарна кількість усіх інгредієнтів в рецептурі ковбасних виробів не повинна перевищувати 100%. Тому на етапі підготовки до комп'ютерного моделювання алгоритм передбачає автоматичне регулювання введених даних і завдань системі мікропроцесорного керування робототехнологічним комплексом (РТК). Наступним етапом роботи алгоритму є моделювання рецептури продукту, оцінка якості рецепту і створення оперативної бази даних (ОБД).

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Аналіз і збереження в інформаційній базі даних результатів комп'ютерного моделювання може бути проведений по наступним параметрам: вибору оптимального рецепту з найкращими показниками збалансованості нутрієнтів; вартість сировини, вартість електроенергії тощо. Крім цього важливими показниками моделювання є - показники якості ковбасних виробів. Результати моделювання рецептури ковбасних виробів наведені в табл. 2.7. (додаток Л).

Таким чином, використання алгоритму проектування робототехнологічного комплексу виробництва продукту харчування, який базується на виборі комплексу компонентів з метою забезпечення найбільшої нутрієнтної адекватності харчового продукту. Надходження харчових і біологічно активних речовин в організм людини, яка працює і мешкає на території з техногенним забрудненням є еталонним показником щодо розробки (проектних рішень) продуктів здорового харчування та робототехнологічного комплексу з виробництва інноваційних ковбасних виробів «Кривбас».

Важливим елементом харчування, яка працюють і проживають на території з техногенним забрудненням, є мінеральні речовини. Їх вважають пластичним матеріалом для побудови зубної та кісної тканини, вони входять до складу гемоглобіну, ферментів і гормонів. Дефіцит мінеральних речовин приведе до зниження опору організму захворюванням на Covid-19 та приведе до впливу негативних наслідків екологічної складової на організм робітників важких професій та особливо дітей. До числа найбільш дефіцитно-мінеральних речовин у харчуванні сучасної людини віднесені: йод, кальцій, залізо, магній, селен, цинк; до надлишкових віднесемо – фосфор і натрій. Крім цього в повітрі криворізької техногенної території найбільш вразливими для організму людини є CO<sub>2</sub> і пил розміром 2-5мкр. Тому розробка продуктів харчування з великим рівнем нутрієнтних характеристик на базі комп'ютерних технологій і робототехнологічних комплексів дозволяє підвищити якість життя населення регіону та запропонувати схему виробництва з безлюдною технологією. В виробничій системі головним елементом є робототехнологічний комплекс з

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

ультразвуковим апаратом конструкції ХДУХТ для виробництва ковбасних виробів.

Рис. 2.6. Роботизований комплекс виробництва ковбасних виробів (додаток К).

В роботехнологічній системі керування виробництвом ковбасних виробів використані наступні автоматизовані системи:

АСК 1 – підготовки та очищення води с параметрами ЕХА води рН=10,8-11,2;

АСК 2 – підготовки яловичини (свинини) та її автоматичне перероблення у фарш; управлінські параметри операції  $\tau=8-12$  хв.

АСК 3 – підготовки інгредієнтів: жир сирець свинячий, борошно люпини, підготовка квасолі, лактулози тощо.

Планування виробничих процесів і керування ними за допомогою БЗ, ОБД, ПЗ (програмних забезпечення) матеріальними потоками в АСУ ТП верхнього рівня виробництва ковбас виконано за допомогою MES – систем.

Мікропроцесорні системи автоматизованих систем керування нижнього рівня виконані за допомогою SCADA – систем. Автоматичне керування технологічними апаратами виконано за допомогою наступних адаптивних систем керування:

1 – наповнення оболонки фаршем;

2 – відсаження батонів шляхом оптимізації параметрів  $t = 4-6$  °С час виробництва 1-2 години;

3 – обсмаження при  $t = 80-110$  °С; час процесу  $\tau = 60-140$  хв.

4 – зварювання ковбас: робочі характеристики процесу  $t = 75-85$  °С, оптимальний час процесу  $\tau = 60-120$  хв. до температури

5 – АСК стадія охолодження продукту. Оптимізація параметрів в межах до  $t = 8-15$  °С в центрі батону.

6 – АСК якості готової продукції.

В системі упакування використані роботи маніпулятори.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32



Робототехнологічний комплекс, в якому основним технологічним апаратом є ультразвуковий диспергатор з УЗ генератором і магнітострикційним випромінювачем і робочою камерою управляється за допомогою САУ РТК. В робочій камері виконується під дією ультразвукових коливань з частотою 20 кГц підготовка фаршу та інших інгредієнтів.

Результати лабораторних експертних досліджень якості продукції включали: органолептичну оцінку якості одержаних ковбасних виробів, збагачених функціональними інгредієнтами та експертну оцінку якості за допомогою розробленої цифрової платформи «Їжа».

Низькі значення мікробіальної обсеменентності ковбасних виробів після збереження на протязі 72 годин одержані завдяки значними бактеріаційними властивостями аноліту та впливу імпульсних ультразвукових коливань з частотою 20 кГц на процеси підготовки води, м'ясної сировини, рослинної сировини та стадій приготування фаршу.

#### **2.4. Впровадження результатів дослідження та їх економічна ефективність**

В процесі виконання наукової роботи студента одержані економічні розрахунки, які показали, що застосування робота-апарата для тендеризації м'яса за допомогою УЗК на м'ясопереробному виробництві є доцільним та ефективним інвестиційним проектом, який може бути реалізований як у новостворених лініях з виробництва м'ясних продуктів, так і на вже діючих підприємствах.

У першій ситуації виконуються усі умови, що висуваються до критеріїв економічної ефективності інвестицій: чистий приведений прибуток є позитивним і у порівнянні з вакуум-масажером Inject Star MC 400 складає 2896,34 тис. грн на рік, термін окупності проекту складає 3,6 місяця. Результати, отримані в роботі, щодо підвищення якості продукції за рахунок підвищення нутрієнтних характеристик виробів. мають значний соціальний ефект.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Соціально-економічний ефект від розроблених технічних рішень досягнуто за рахунок багатофакторного впливу на людину збалансованого харчування, яка проживає на території з техногенним тиском. Це дозволяє одержати наступні результати:

1. Компенсувати нутрієнтну незбалансованість, мінеральну та вітамінну недостатність, покращити роботу травлення, виконати очищення організму від шлаків, нормалізувати кислотно-лужний баланс, підвищити імунітет, стимулювати обмін речовин та виконати оздоровлення людини, яка працює, проживає на техногенній території можливо за рахунок «розумного» харчування. У період короно вірусних пандемій, коли кожного дня сто тисяч працівників криворізьких підприємств зранку та ввечері переміщуються з роботи на зміну тому особливу увагу необхідно звернути на охорону здоров'я робітників підприємств ГМК та школярів. Для цього необхідно розробити систему інтелектуального управління харчуванням населення регіону (робітників гірничо-металургійного комплексу, школярів, населення) з цифровими платформами «Їжа» та медичного обслуговування населення.

2. Комп'ютерне моделювання рецептур на основі комбінування м'ясних та рослинної сировини дозволило автору роботи одержати інноваційні продукти зі збалансованим нутрієнтним складом високої якості та біологічної цінності.

Високу нутрієнтну збалансованість та харчову адекватність розроблених смарт- продуктів харчування для гірників, школярів досягнуто за рахунок розробки і впровадження робототехнічних комплексів та робототехнічних інтенсифікаторів ,та цифрових систем адаптивного керування, що привело до одержання значного профілактичного ефекту за рахунок показників енергетичної цінності продуктів харчування.

3. Враховуючи, що конкурентоспроможність розробленого смарт- продукту забезпечена новітнім технологічним обладнанням з робототехнічними системами керування, а споживання населенням такої продукції, буде збільшуватись за рахунок параметрів безпечності продуктів та показника

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

екологічної чистоти його складових - екоскладових. Високе значення екологічної чистоти продукції харчування одержано за рахунок впливу ультразвукових коливань на гетерогенне середовище, кавітаційних процесів в системі диспергатор м'ясних продуктів (фаршу) та використання високоякісної сировини в рецептурі продукту, відсутності або мінімізації в його складі штучних харчових добавок, генетично-модифікованих інгредієнтів.

Результати розрахунку та ситуаційного моделювання прогнозної конкурентоспроможності розумних продуктів харчування для гірників, школярів та населення, яке проживає на забруднених територіях довели, що рахунок високого рівня автоматизації та роботизації якісні характеристики «розумної» продукції, нутрієнтна збалансованість екоскладу та оптимальна ціна щодо значення комплексного показника вони знаходяться на рівні світових стандартів суттєво перевершують традиційні м'ясопродукти.

4. Економічний ефект від впровадження у виробництво розроблених проектних рішень в роботі вимірюється додатковим прибутком, який має місце в результаті зниження собівартості продукції, енергоносіїв за рахунок впровадження алгоритму керування матеріальними потоками та робототехнічними комплексами по-стадійного виробництва продукції.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

## РОЗДІЛ 3 ОХОРОНА ПРАЦІ.

### 3.1. Охорони праці на підприємствах

В сучасний період скорочуються наукові дослідження з проблем безпеки праці, зменшується чисельність інспекторів, скорочуються служби охорони праці. Як наслідок, надзвичайні ситуації в Україні виникають у 5...8 разів частіше, ніж в інших промислово розвинутих країнах світу, в результаті чого щорічно гине понад 1% населення (більше 50 тис. осіб). Майже третина аварій і нещасних випадків на виробництві пов'язана з незадовільним знанням людей порядку дій у надзвичайних ситуаціях.

Функціонування підприємств в умовах ринкових відносин означає, що нещасні випадки і захворювання на виробництві викликають суттєві економічні втрати не тільки держави, а й конкретного підприємства, вони впливають на рентабельність і конкурентоздатність підприємства, на прибутки трудового колективу. Незадовільні умови праці негативно відбиваються на продуктивність праці, якість і собівартість продукції, зменшують валовий національний дохід країни, створення небезпечних умов праці в 10 разів дешевше, ніж сплачувати за наслідки нещасних випадків.

Тому всебічна турбота про охорону праці, проведення активної соціальної політики стає важливою проблемою для власників і керівників підприємств, державних та профспілкових органів.

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини в процесі трудової діяльності.

Працівники під час прийняття на роботу та періодично в процесі роботи проходять на підприємстві за рахунок роботодавця інструктажі, навчання та перевірку знань з питань охорони праці, надання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також правил поведінки у разі виникнення аварії пожеж і стихійних лих.

За характером і часом проведення інструктажі з питань охорони праці поділяються на вступний, первинний, повторний, позаплановий і цільовий.

На підприємствах на основі Типового положення, з урахування специфіки виробництва та вимог нормативно-правових актів з охорони праці, розробляються і затверджуються відповідні положення підприємств про навчання з питань охорони праці, а також формуються плани-графіки проведення навчання та перевірки знань з охорони праці, з якими мають бути ознайомлені працівники.

					<b>ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ</b>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<b>Розробка та оптимізація технологічного обладнання для виробництва ковбас</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Ємільяненко</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Хорольський</i>					36	63
<i>Н. Контр.</i>		<i>Омельченко</i>				<b>ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО</b>		
<i>Затверд.</i>		<i>Омельченко</i>						

Організацію навчання та перевірки знань з питань охорони праці працівників, у тому числі під час професійної підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації на підприємстві здійснюють працівники служби кадрів або інші спеціалісти, яким роботодавцем доручена організація цієї роботи.

Перед перевіркою знань з питань охорони праці на підприємстві для працівників організується навчання: лекції, семінари та консультації.

Перевірка знань працівників з питань охорони праці проводиться за нормативно-правовими актами з охорони праці, додержання яких входить до їхніх функціональних обов'язків.

Перевірка знань працівників з питань охорони праці на підприємстві здійснюється комісією з перевірки знань з питань охорони праці підприємства, склад якої затверджується наказом керівника.

До складу комісії підприємства входять спеціалісти служби охорони праці, представники юридичної, виробничих, технічних служб, представник профспілки або вповноважена найманими працівниками особа з питань охорони праці.

Результат перевірки знань з питань охорони праці з робіт з підвищеною небезпекою, а також там, де є потреба у професійному доборі, до виконання яких допускається працівник, оформлюється протоколом засідання комісії з перевірки знань з питань охорони праці. Особам які під час перевірки знань з охорони праці виявили задовільні результати, видається посвідчення про перевірку знань з питань охорони праці. При цьому в протоколі і посвідченні у стислій формі зазначається перелік основних нормативно-правових актів з охорони праці та з безпечного виконання конкретних видів робіт, в обов'язку яких працівник пройшов перевірку знань.

Не допускаються до роботи працівники, у тому числі посадові особи, які не пройшли навчання, інструктаж і перевірку знань з питань охорони праці.

### **3.2. Охорони праці на підприємствах м'ясної промисловості**

При роботі в м'ясопереробному цеху повинні виконуватися вимоги безпеки, які викладені в ОСТ 49 150 – 80 «ССБТ. Процессы обвалки и жиловки мяса в мясной промышленности. Требования безопасности» і ОСТ 49 176 – 81 «ССБТ. Шприцевание фаршем и формирование колбасных изделий. Требования безопасности». Обладнання, що використовується в ковбасному виробництві, повинно відповідати вимогам безпеки по ГОСТ 12.2.003 – 74, ГОСТ 12.2.049 – 80, ОСТ 27 – 00 – 216 – 75, ОСТ 27 – 32 – 463 – 79.

Обвалювання і жилування: для відпочинку працівників обладнують спеціальне приміщення, яке забезпечує можливість відпочинку. В цих приміщеннях передбачають засоби для обігрівання рук. Заточування ножів і зберігання ножів, сікачів, мусатів проводять в спеціальних приміщеннях. Для запобігання протягів на робочих місцях обвальщиків м'яса і жилувальників двері холодильних камер і коридорів забезпечують шторами.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Виробничі приміщення (з постійним перебуванням працівників) без природного освітлення чи з недостатнім природним освітленням повинні бути обладнані установками штучного ультрафіолетового освітлення.

На обвалювання подається остигла, охолоджена чи розморожена сировина в відрубках, після зачищення, біз ослизнення і забруднень.

Температура сировини всередині м'язів (біля кістки) повинна бути не нижче 4 °С. Вимірювання температури проводиться не менше ніж в чотирьох напівтушах кожної партії. Середня величина температури фіксується в спеціальному журналі. Вимірювання температури проводиться дистанційними термометрами або електричними напівпровідниковими термометрами. В якості бучного інструмента для обвалювання і жилювання використовуються ножі обвалювальні і жилювальні.

При відсутності жолобів для підтугування м'яса на доску-вкладиш повинен бути передбачений крючок із сталі довжиною 600 мм. Для скидання відходів, жилованого м'яса, шпика та ін. Робочі місця жилювальників повинні бути забезпечені ємностями.

При обвалюванні відрубів і жилюванні м'яса кожне робоче місце повинно бути оснащено спуском або ємкостями для скидання кісток.

На каркасі стола у кожного обвальщика і жиловщика повинні бути змонтовані пристосування для навішування футлярів для тимчасового зберігання ножів і мусатів. Поблизу робочих місць для санітарної обробки рук і ручних інструментів повинні бути встановлені комбіновані умивальники зі стерилізаторами.

Робочі місця обвальщиків м'яса і жиловщиків повинні бути оснащені підніжними дерев'яними решітками.

Обвальщики повинні приступати до роботи тільки після того, як надягнуті засоби індивідуального захисту: кольчужну перчатку (на ліву руку) і фартух робочий металевий, який захищає груди і живіт робочого від випадкового удару ножа. По довжині фартух повинен бути на 10 см нижче рівня стола.

Ширина робочого стола обвальщика м'яса повинна бути не менше 1,5 м і жиловщика – 1,2 м, глибина робочої зони відповідно не менше 1 м і 0,8 м.

Після роботи увесь інструмент в спеціальних ножнах обов'язково здають в інструментальну.

Приготування фаршу: вовчок використовують для подрібнення м'яса та жиросировини. Небезпечною зоною вовчка являється шнек і ножі.

Для уникнення попадання рук до шнека сировина в вовчок подається за допомогою спусків або механізовано. Конструкція завантажувального механізму повинна забезпечувати безпеку в роботі. Завантажувальна головка вовчка, який завантажується вручну, забезпечується завантажувальним кільцем. Подавати в нього м'ясо слід товкачем із дерева твердих порід.

Велику небезпеку представляють ножі, що обертаються, тому для зняття решіток передбачено спеціальний засіб для вийняття із горловини вовчка решіток і ріжучого механізму.

Перед роботою перевіряють справність пристосування для вийняття ріжучого механізму, відсутність тріщин на циліндрі, шнеці, на ножах і решітці; якість заточування ножів і решіток, справність затворів бункера або іншого завантажувального механізму.

Перед пуском в роботу вовчка завантажувальну воронку заповнюють м'ясом. Для уникнення перегріву електродвигуна вовчок завантажують рівномірно і однорідною сировиною.

Під час роботи вовчка забороняється опускати в завантажувальну воронку руки для утримання, направлення або витискування сировини, а також очищати руками решітку вовчка.

Розбирати і збирати вовчок можна тільки при відключеному пусковому механізмі і закінченні обертання по інерції.

Зберігати під час перерви в роботі вовчка будь-які предмети в його циліндрі і завантажувальній воронці заборонено.

Кутер застосовують для тонкого подрібнення м'яса для ковбасних виробів. Самою небезпечною в кутері являється зона дії ножів, тому ножі закриваються кришкою, яка заблокована з пусковим механізмом таким чином, що при відкритій кришці кутер не вмикається.

Кутер обладнують тарілковим вивантажувачем, який забезпечує зручне і безпечне вивантажування фаршу із чаші. При його роботі працівник не повинен збирати фарш з тарілки під час її руху. Тарілковий вивантажувач має пристосування, яке заблоковане з пусковим механізмом машини, які припиняє обертання тарілки при підніманні її із чаші кутера. Вивантажувати фарш із кутера при відсутності самозавантажувальних пристосувань потрібно спеціальним ковшем.

Перед початком роботи перевіряють справність кутера: кріплення ножів, якість їх заточування; зазор між кромкою ножів і поверхнею чаші, який повинен бути не менше 1 мм; роботу тарілкового вивантажувача і автоматичного пристосування, яке повинно зупинити тарілку при підніманні її з чаші кутера.

Завантажувати кутер сировиною потрібно рівномірно при обертанні чаші. В процесі роботи кутера забороняється допоміжні перемішувати фарш руками, очищати чашу кутера, вручну завантажувати кутер, збирати руками фарш з поверхні тарілкового вивантажувача. Що обертається.

В процесі очистки і промивки серповидних ножів необхідно дотримуватися особливої безпеки. Цю операцію можна проводити тільки при відсутності струму в мусковим механізмі. Висота чаші від рівня підлоги повинна бити не вище 1 м. При більш високому розміщенні необхідно користуватися спеціальними підставками, які прикріплені до підлоги.

Забороняється зберігати під кришкою кутера будь-які предмети.

Шпигорізки. Для нарізання шпика для ковбасних виробів використовують шпигорізки. Зона дії ножів являється небезпечною зоною і тому закривається кришкою, яка заблокована з пусковим механізмом таким чином, що при відкриванні електродвигун автоматично вимикається.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Перед роботою на шпигорізці перевіряють щільність і правильність закріплення ножів, заточення, відсутність на ножах тріщин, наявність і справність на товкачі обмежувача, справність блокуючого механізму, який не допускає роботу шпигорізки при відкритих ножах.

Шпиг завантажують рівномірно у вільну камеру. Переміщати камери, тримаючи її за верхню кромку, заборонено.

В процесі роботи шпигорізки кришка, яка відокремлює серповидні ножі, повинна бути постійно закрита і надійно закріплена. Відкривати цю кришку, а також відгрібати шпик із корба і із під нього під час роботи машини категорично заборонено.

При розбиранні і очищенні ножів необхідно дотримуватися особливої обережності. Цю роботу можна виконувати тільки при відсутності струму в пусковому механізмі.

Перемішування фаршу: для перемішування фаршу використовують фаршмішалки. Лопасті фаршмішалки, що обертаються, представляють небезпеку для працівників і тому закриваються решіткою (кришкою), яка зблокована з пусковим механізмом таким чином, що при відкриванні решітки більше ніж на 150 мм фаршмішалка зупиняється. Поряд з мішалкою повинен знаходитися пуль управління. Перед роботою перевіряють відсутність тріщин на лопатях і краях корита, справність блокування, яке запобігає можливість роботи при відкритій кришці, лободу лопатей фаршмішалки, вмикає поступово кнопки «Вправо», «Вліво»; роботу обмежувача підймання і опускання, натискаючи поступово кнопки «Підйом», «Спуск», ланцюг протівісу і огороження зони його дії.

Завантажувати сировину в мішалку можливо тільки при вимкненому електродвигуні. Електродвигун фаршмішалки вмикається тільки при закритій кришці корита. Вивантажувати фарш із корита фаршмішалки потрібно тільки лопатями, що обертаються, при вертикальному положенні корита і закритій кришці, залишаючи зазор між коритом і решіткою для вільного проходу фаршу. В процесі роботи неможна відкривати решітку, просовувати крізь неї руки, розвантажувати вручну фарш до повної зупинки лопатей фаршмішалки, а також завантажувати і додавати сировину в фаршмішалку при обертанні лопатей.

Правила безпечного поводження з нітритом натрію: нітрит натрію застосовують при виготовленні ковбасних виробів для придання продуктам рожево-червоного забарвлення, яке їм властиве.

Нітрит натрію застосовують лише в суворо визначених дозах. Так як в підвищених дозах він може привести до отруєння. Необхідно слідкувати, щоб нітрит натрію в м'ясопродуктах розподілявся рівномірно. Що досягається застосуванням його в виді розчину не більше 2,5%-вої концентрації (застосовувати нітрит натрію в сухому виді заборонено).

В цеху розчин нітриту натрії виливається в спеціальну тару з написом «Нітрит натрію – яд». До тари з розчином нітриту натрію мають доступ лише працівники, що складають фарш і засолюють м'ясо.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40



При засолюванні м'яса розчин нітриту натрію додається тільки після початку роботи мішалки, тривалість перемішування повинна бути не менше 4 хв. В процесі складання фаршу нітрит натрію вводять на початку кутерування. Тривалість кутерування не менше 6 хв.

Зберігання нітриту натрію на складі, в лабораторії, видачу його на виробництво, використання в лабораторії, ведення журналів «облік сухого нітриту натрію на складі», «Облік постування і використання нітриту натрію в лабораторії» и «Облік розчину нітриту натрію в цеху» здійснюється відповідно інструкції по застосуванні і зберіганні нітриту натрію.

#### Шприцювання

Завантаження шприців, особливо вакуумних, представляє небезпеку для рук працюючих. Тому процес завантаження має бути механізованим.

Гідравлічний шприц забезпечують двома запобіжними клапанами, а також манометром, на якому червоною рисою відмічено максимально допустимий тиск. На магістралі, що подає стиснуте повітря під тиском вище максимального повинні бути встановлені редуруючий і запобіжний клапани.

Відрегулювані на потрібний тиск: при виконанні операції по шприцюванні ковбасних виробів робочі місця повинні бути оснащені ємкостями, візками та ін. для транспортування і розположення запасів оболонки, набору запасних цівок різного діаметра.

Перед роботою слюсар встановлює запобіжний клапан на величину необхідного тиску в залежності від виду ковбас і перевіряє запобіжний клапан, який служить для переливання масла із поршневого простору.

При роботі на вакуумному шприці забороняється завантажувати шприц вручну, вводити в завантажувальний бункер шприца руки і очищати його при наявності струму в пісковому механізмі. Забороняється також промивати і очищати фаршевий циліндр гідравлічних шприців при включеному електродвигуні.

Забороняється промивати і очищати циліндр і особливо отвір для цівок при підніманні поршня вгору.

В'язання ковбас: поверхня столів для в'язання ковбас повинна бути гладкою. Рівною без гострих країв, вуглів і швів. Столи повинні мати нахил до центру для стікання води.

При виконанні операцій по в'язанні ковбасних виробів робоче місце повинно бути забезпечене шпаготримачем в комплекті з засобами для відрізання шпагату і оболонки, бюабінотримачами з каркасом для зібрання відрізків шпагату, оболонки, пристосуваннями для зібрання віджимів фаршу; при виконанні операцій по навішуванні ковбасних виробів на палки візками, спеціальними пристосуваннями для палок. Конструкція штрикових, які використовуються для проколювання ковбасних батонів, повинна забезпечувати можливість навішування і безпеку в роботі.

Перед проботом перевіряють наявність і справність рам. Перед початком в'язання ковбас на праву руку надягають захисну перчатку.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Ковбасні рами можуть бути використані для навішування ковбасних виробів тільки після миття і очищення, а також встановлення природності їх для роботи під допустимим навантаженням. На кожен раму потрібно навантажувати не більше 300 кг ковбасних виробів.

Термічна обробка ковбас: універсальні коптільно-варочні камери використовують для термічної обробки ковбасних виробів. Їх обладнують дверима, які запобігають виходу диму в робочі приміщення, і металічними решітками, які пропускають дим із топки і запобігають попадання в нього працюючих. Розміщувати решітки необхідно на відстані не менше 1,5 м від підлоги. Дим та пару із камер під час їх завантаження-вивантаження необхідно відводити в спеціальні приміщення.

Для запобігання пожежі камери необхідно очищати. Періодичність очищення і її методи погоджуються з органами пожежної безпеки.

Перед експлуатацією камер перевіряють справність дверних прокладок і затворів, металевих решіток, парових батарей, вентилів, манометра, термометрів і інших пристроїв.

Камери повинні бути добре освітлені.

Димогенератор використовують для отримання диму, необхідного при обжарювання та копчення ковбас. Його попередньо підготовлюють до роботи. Для цього прочищають зольник, подають воду в фільтр димогенератора, засипають опилки в бункер. За 5 хв. до початку процесу подають напругу в димогенератор.

Тобто підпалюють опилки, потім вмикають компресор і мішалку опилок. Вмикають датчик опалення і задають необхідну задану температуру на приборі. Для проведення процесу відкривають димову засланку, включають димогенератор і закривають наполовину засланку підсосу свіжого повітря.

В ході процесу забороняється заходити в камеру, спостереження ведеться за проборами. По закінченні процесу вимикають димогенератор і закривають димову засланку.

### **3.3. Заходи з охорони праці, техніки безпеки та протипожежної профілактики**

Під час експлуатації обладнання в разі дії небезпечних факторів передбачають колективні та індивідуальні засоби захисту: огороження, запобіжні, сигнальні пристрої та дистанційне управління. Для захисту персоналу від ураження електричним струмом, продуктів горіння та ін. застосовують ізолюючі, огорожуючі та допоміжні захисні засоби.

При проектуванні обладнання, яке працює під тиском, необхідно враховувати вимоги правил безпеки для обладнання підвищеної безпеки.

Загальними вимогами пожежної безпеки під час експлуатації технологічного обладнання є: відповідність режиму праці паспортним даним і регламенту; змазування підшипників і механізмів машин; герметизація та ізоляція;

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

контроль за втратами вибухобезпечних парів, газів і рідини; застосування систем автоматизації та блокування; проведення огляду та виконання графіків планово-попереджувачого ремонту.

Табл. 3.1 – Аналіз потенційно небезпечних та шкідливих факторів при виготовленні ковбас (додаток М).

### 3.4. Розслідування та облік нещасних випадків

Розслідування проводиться у разі раптового погіршення стану здоров'я.

До гострих професійних захворювань і гострих професійних отруєнь належать захворювання та отруєння, спричинені впливом небезпечних факторів, шкідливих речовин не більше ніж протягом однієї робочої зміни.

Про кожний нещасний випадок потерпілий або працівник, який його виявив, чи інша особа – свідок нещасного випадку повинні негайно повідомити безпосереднього керівника робіт чи іншу уповноважену особу підприємства і вжити заходів до подання необхідної допомоги потерпілому.

У разі настання нещасного випадку безпосередній керівник робіт зобов'язаний:

- терміново організувати подання першої медичної допомоги потерпілому, забезпечити у разі необхідності його доставку до лікувально-профілактичного закладу;

- повідомити проте, що сталося, роботодавця, керівника первинної організації профспілки, членом якої є потерпілий, або уповноважену найманими працівниками особу з питань охорони праці, якщо потерпілий не є членом профспілки;

- зберегти до прибуття комісії з розслідування (комісії із спеціального розслідування) нещасного випадку обстановку на робочому місці та устаткування у такому стані, в якому вони були на момент нещасного випадку (якщо це не загрожує життю чи здоров'ю інших працівників і не призведе до більш тяжких наслідків), а також вжити заходів до недопущення подібних випадків.

Лікувально-профілактичний заклад повинен про кожне звернення потерпілого з посиланням на нещасний випадок на виробництві без направлення підприємства передати протягом доби з використанням засобів зв'язку екстрене повідомлення:

- підприємству, де працює потерпілий;

- робочому органу виконавчої дирекції Фонду за місцезнаходженням підприємства, де працює потерпілий, або за місцем настання нещасного випадку з особою, яка забезпечує себе роботою самостійно;

- установі (закладу) державної санітарно-епідеміологічної служби, які обслуговують підприємство, де працює потерпілий, або такій установі за місцем настання нещасного випадку з особою, яка забезпечує себе роботою самостійно, – у разі виявлення гострого професійного захворювання (отруєння).

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Роботодавець, одержавши повідомлення про нещасний випадок, зобов'язаний негайно:

- 1) повідомити з використанням засобів зв'язку про нещасний випадок:
  - робочий орган виконавчої дирекції Фонду за місцезнаходженням підприємства за встановленою Фондом формою;
  - підприємство, де працює потерпілий, – якщо потерпілий є працівником іншого підприємства;
  - органи державної пожежної охорони за місцезнаходженням підприємства – у разі нещасного випадку, що стався внаслідок пожежі;
  - установу державної санітарно-епідеміологічної служби, яка обслуговує підприємство, – у разі виявлення гострого професійного захворювання (отруєння);
- 2) утворити наказом комісію з розслідування нещасного випадку (далі – комісія) у складі не менше ніж три особи та організувати розслідування.

### **3.5. Основні напрямки формування безпечних умов праці**

1. Попередження прояву негативних факторів;
2. Захист від дії негативних факторів.

Безпека виробничого процесу досягається відповідним обґрунтованим вибором:

- технологічних процесів, робочих операцій та порядку обслуговування
- обладнання;
- виробничих приміщень та зовнішніх площадок;
- обладнання та умов його розміщення;
- засобів захисту працівників.

					<b>ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

## ВИСНОВКИ

В результаті виконання бакалаврської роботи здійснено аналіз технології виготовлення варених ковбасних виробів та м'ясопереробного підприємства.

1. За результатами аналітичних досліджень встановлено, що основними причинами, які перешкоджають використанню УЗ-технологій у харчовій галузі промисловості України, є обмеженість, а у деяких випадках відсутність наукових досліджень впливу УЗ-хвиль з імпульсними сигналами високої частоти на неоднорідні об'єкти типу «рідина-тверде тіло» для м'яса та м'ясної сировини та практичних рекомендацій щодо їх застосування для технологічних процесів очищення води та приготування фаршу.

2. Встановлено, що основна частина УЗ-енергії розсіюється в поверхневих шарах м'яса, а саме: на відстані  $\lambda/2$  енергія хвилі зменшується на половину, а на відстані  $\lambda$  – повністю згасає. Для УЗ-випромінювача частотою 22 кГц довжина хвилі  $\lambda = 0,07$  м. Тобто геометричний розмір зразків м'яса не повинен перевищувати  $2d$  випромінювача (3 см) та має бути висотою не більше 5 см.

3. Отримано рівняння регресії, що дозволяють описати кількість зв'язаної вологи, силу та роботу різання м'яса відносно тривалості процесу тендеризації м'яса за допомогою УЗК.

4. Визначено ефективні параметри процесу тендеризації м'яса за допомогою УЗК, а саме: коефіцієнт завантаження робочої камери –  $\leq 0,7$ ; частота – 22 кГц; тривалість процесу –  $(12...16) \cdot 60$  с; об'єм робочої камери –  $3 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup>; маса шматочків м'яса –  $\leq 0,15$  кг.

5. Встановлено, що у процесі тендеризації м'яса за допомогою УЗК в тендеризованому м'ясі відбувається зменшення нормального напруження зсуву до 45%, відносної деформації, модуля миттєвої пружності, модуля

					<b>ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ</b>			
<b>Зм.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>				
Розроб.		Смильяненко			<b>Розробка та оптимізація технологічного обладнання для виробництва ковбас</b>	<b>Літ.</b>	<b>Арк.</b>	<b>Аркушів</b>
Перевір.		Хорольський					45	63
Н. Контр.		Омельченко				<b>ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО</b>		
Затверд.		Омельченко						

еластичності, пластичної в'язкості, в'язкості пружної післядії більш ніж на половину; піддатливість системи та відносна деформація збільшуються. Доведено, що під дією УЗК відбуваються зміни активної кислотності від 6,0 до 5,6 та стану вологи. Кількість зв'язаної вологи у м'ясі збільшується протягом (5...15) ·60 с УЗ-обробки, при подальшому збільшенні тривалості обробки колагенові волокна сполучної тканини втрачають здатність до гідратації.

6. Дослідженнями структурно-механічних та морфометричних показників, стану вологи, величини рН тендеризованої сировини встановлено, що жорскість її зменшується на 35...45%, вміст зв'язаної вологи на 10...14% збільшується, тому м'ясо після тендеризації за допомогою УЗК можна використовувати у м'ясопереробній промисловості для виробництва широкого асортименту м'ясних виробів.

7. Розроблено конструкцію робототехнологічного комплексу для підготовки м'яса для ковбасних виробів за допомогою УЗК, розраховано його основні характеристики та параметри, розроблено технічний опис та інструкцію з експлуатації запропонованого комплексу.

8. Доведено перспективність використання способу тендеризації м'яса за допомогою УЗК, який характеризується низькими енерговитратами та високою якістю отриманої продукції.

9. Економічні розрахунки показали, що застосування апарата для тендеризації м'яса за допомогою УЗК на м'ясопереробному виробництві є доцільним та ефективним інвестиційним проектом, який може бути реалізований як у новостворених лініях з виробництва м'ясних продуктів, так і на вже діючих підприємствах. У першій ситуації виконуються усі умови, що висуваються до критеріїв економічної ефективності інвестицій. Чистий приведений дохід складає 2896,34 тис. грн на рік, термін окупності – 3,6 місяця.

10. Результати, що отримані в роботі, пройшли апробацію на НВФ ТОВ «Зерновий клуб» (м. Одеса) та ТОВ «Черкаська продовольча компанія» (м. Черкаси). Результати досліджень впроваджені в навчальний процес факультету обладнання та технічного сервісу ХДУХТ.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

В бакалаврській роботі визначені заходи з охорони праці робітників та заходи з охорони навколишнього середовища, що не менш важливо для ефективної роботи підприємства, ніж повне використання сировини та технологічного обладнання.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Тутельман В. А. Научные основы здорового питания . М.: Изд. дом « Панорама»2010- 816с.
2. Акопян Б.В. Основи взаємодії ультразвуку з біологічними об'єктами.- М .: МГТУ ім. Н. Е. Баумана, 2005. - 224 с.
3. Акопян В. Б.Ультразвук у виробництві харчових продуктів // Журн. Харчова промисловість, 2003. -№ 4. - с. 68-69.
4. Гринченко Н.Г.Наукове обґрунтування технологій напівфабрикатів на основі молочної сировини, одержаних шляхом реалізації потенціалу лактокальцію. Автореферат на здоб. наук. ступ. д.т.н. Харків- 2018-40с
5. Дейниченко Г. В. Теоретичне та експериментальне визначення раціональної тривалості ультразвукової обробки для отримання водно-жирових емульсій / Г. В. Дейниченко, Г. М. Постнов, В. М. Червоний, В. О. Старков // Праці ТДАТУ, вип.17, Т. 1. – Мелітополь: ТДАТУ, 2017.– С. 34-40.
6. Постнов Г. М. Використання ультразвукових коливань для розм'якшення м'яса великої рогатої худоби з високим вмістом з'єднувальної тканини / Г. М. Постнов, М. А. Чеканов // Обладнання та технології харчових виробництв : темат. зб. наук. пр. / ДонНУЕТ ім. М. Туган-Барановського. – Донецьк, 2005. – Вип. 12 (2). – С. 43–51. Здобувачем проведено аналітичний огляд стану проблеми, дослідження величини нормального напруження зсуву тендеризованого м'яса в робочих органах різної форми, обробку експериментальних даних, підготовлено матеріали до публікації.
7. Постнов Г. М. Визначення структурно-механічних властивостей м'яса з великим вмістом з'єднувальної тканини під час озвучення його ультразвуком частотою 22 кГц / Г. М. Постнов, М. А. Чеканов // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Х., 2005. – Вип. 1. – С. 303–309. Здобувачем створено експериментальну установку, визначено нормальне та тангенційне напруження зсуву, підготовлено матеріали до публікації.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48



8. Автоматизоване проектування ультразвукової коливальної системи за допомогою графічно-розрахункового пакета SOLID WORKS / Г. М. Постнов, М. А. Чеканов, В. М. Червоний, Д. А. Нечипоренко // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Х., 2005.– Вип. 2. – С. 256–260. Здобувачем проведено проектування УЗКС, інженерний розрахунок випромінювача та креслення у SOLID WORKS, підготовлено матеріали до публікації.

9. Хмельов В.Н. Застосування ультразвуку високої інтенсивності в промисловості. - Бійськ: АГТУ, 2010.-203 с.

10. Постнов Г. М. Вивчення проникнення ультразвукових коливань у м'ясо великої рогатої худоби з високим вмістом з'єднувальної тканини / Г. М. Постнов, М. А. Чеканов // Обладнання та технології харчових виробництв : темат. зб. наук. пр. ДонНУЕТ ім. М. Туган-Барановського. – Донецьк, 2006.– Вип. 14. – С. 87–91. Здобувачем створено експериментальну установку для визначення розсіяння УЗК у м'ясі, проведено дослідження глибини проникнення УЗК та обробку експериментальних даних, підготовлено матеріали до публікації.

11. Постнов Г. М. Автоматизація процесу отримання експериментальних даних за допомогою модернізованого пластометру Толстого для визначення структурно-механічних властивостей м'яса / Г. М. Постнов, М. А. Чеканов // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Х., 2006. – Вип. 2 (4). – С. 271–275. Здобувачем проведені дослідження структурно-механічних показників фаршів з тендеризованого м'яса.

12. Постнов Г. М. Експериментальна методика визначення фізичних властивостей тендеризованого м'яса в лабораторних умовах // Г. М. Постнов, М. А. Чеканов // Вісник Харк. нац. техн. ун-ту сільськ. госп. ім. П. Василенка : зб. наук. пр. / ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Х., 2006. – Вип. 45. – С. 211–215.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Здобувачем запропонована методика та створена установка для визначення роботи різання тендеризованого м'яса, підготовлено матеріали до публікації.

13. Постнов Г. М. Вимірювання акустичної потужності ультразвукової установки за допомогою калориметричного методу / Г. М. Постнов, М. А. Чеканов, О. Г. Дьяков // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Х., 2007.– Вип. 1 (5). – С. 535–540. Здобувачем проведений літературний огляд, створена установка для визначення акустичної потужності ультразвукової установки та обробка експериментальних даних.

14. Постнов Г. М. Визначення енергії ультразвукових коливань, що розсіялась під час ультразвукової обробки м'ясної сировини / Г. М. Постнов, М. А. Чеканов, А. О. Пак // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Х., 2009.– Вип. 1 (10). – С. 518–523. Здобувачем проведено літературний огляд, створено установку для визначення розсіяної енергії УЗК, проведено дослідження та обробку експериментальних даних.

15. Деклар. пат. на корисну модель № 16116 У Україна, МПК G 01 B 9/00. Пристрій для вимірювання лінійних переміщень / Постнов Г. М., Чеканов М. А., Дуб В. В., Червоний В. М. ; заявник та патентовласник Харк. держ. ун-т харч. та торг. – № u200602096 ; заявл. 27.02.06 ; опубл. 17.07.06, Бюл. № 7. – 4 с. Здобувачем запропоновано спосіб отримання даних під час вимірювання лінійних переміщень.

16. Пат. на корисну модель 48063 Україна, МПК A22C 9/00. Пристрій для тендеризації м'ясної сировини за допомогою ультразвуку / Постнов Г. М., Чеканов М. А., Червоний В. М. ; заявник та патентовласник Харк. держ. ун-т харч. та торг. – № u200907852 ; заявл. 27.07.09 ; опубл. 10.03.10, Бюл. № 5. – 4 с. Здобувачем запропоновано конструкцію пристрою для тендеризації м'ясної сировини за допомогою ультразвуку, підготовлена заявка на корисну модель.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

17. Пат. на корисну модель № 48064 Україна, МПК G01B 9/00. Пристрій для вимірювання сили різання / Постнов Г. М., Чеканов М. А., Червоний В. М. ; заявник та патентовласник Харк. держ. ун-т харч. та торг. – № u200907855 ; заявл. 27.07.09; опубл. 10.03.10, Бюл. № 5. – 4 с. Здобувачем запропоновано конструкцію пристрою для вимірювання сили різання, підготовлена заявка на корисну модель.

18. Чеканов М. А. Використання ультразвуку в харчових технологіях / М. А. Чеканов, В. М. Червоний, Д. А. Нечипоренко // Технологія 2005 : VIII Всеукр. наук.-практ. конф. студ., асп. та молодих вчених 14-15 квітня 2005 р. : тези доп. – Сєверодонецьк : Технол. ін-т Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля, 2005. – С. 70–71. Здобувачем проведено узагальнення перспектив ультразвукової обробки.

19. Чеканов М. А. Спосіб виміру амплітуди коливання випромінювача ультразвукової коливальної системи / М. А. Чеканов, В. М. Червоний // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : 72 наук. конф. молодих вчених, асп. і студ. 14-15 квітня 2006 р. : матеріали –К. : Нац. ун-т харч. техн., 2006. – Ч. 2. – С. 27. Здобувачем виміряні амплітуди коливань випромінювачів УЗКС.

20. Определение структурно-механических свойств мяса с высоким содержанием соединительной ткани, обработанного ультразвуком / Г. М. Постнов, Н. А. Чеканов, В. Н. Червоний, Д. А. Нечипоренко // Наука і соціальні проблеми суспільства: харчування, екологія, демографія : IV Міжнар. наук.-практ. конф., 23-24 травня 2006 р. : матеріали – Х. : Харк. держ. ун-т харч. та торг., 2006. – Ч. 1.– С. 385–387. Здобувачем визначені структурно-механічні властивості тендеризованого м'яса.

21. Пак А. О. Определение количества свободной и связанной влаги в мясе после ультразвуковой обработки / А. О. Пак, Н. А. Чеканов // Проблеми енергоефективності та якості в процесах сушіння харчової сировини : Всеукр. наук. -практ. конф., 31 жовтня 2008 р. : тези доп. – Х. : Харк. держ. ун-т харч. та торг., 2008.– С. 5–6. Здобувачем проведені дослідження стану вологи в тендеризованому м'ясі.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

22. Чеканов М. А. Дослідження впливу ультразвуку на зміну мікроструктурних властивостей яловичини / М. А. Чеканов // Strategy of Quality in Industry and Education : Proceedings VI International Conference, 4-11 June 2010. – Varna, Bulgaria, 2010. – Vol. 1 (2). – С. 439–441.

23. Пермяков А.А. Автоматизация процессов управления выпуском продукции и контроллинг ресурсов проектов на строительном предприятии полного цикла производства ЖБИ: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.06 / Пермяков Андрей Анатольевич. – М., 2009. – 183 с.

24. Курсовое и дипломное проектирование технологического оборудования пищевых производств / О.Г. Лунин, В.Н. Вальтшиев, Ю.М. Березовский и др. – М.: Агропромиздат, 1990. – 269 с.

25. Азаров Б.М. Технологическое оборудование пищевых производств. - Агропромиздат, 1988 р.

26. Рвачов В.В., Гуртовий М.В. Технологічне обладнання харчових виробництв. Механічне обладнання. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. - О.: Астропринт, 2005. – 348 с.

27. Технология мяса и мясопродуктов. Алехина Л.Г., Большаков А.С., Боресков В.П. и др. Под ред. Рогова И.А. М.: Агропромиздат, 1988.

28. Технология пищевых производств / Л.П. Ковальская, И.С. Шуб, Г.М. Мелькина и др. / Под ред. Л.П. Ковальской. - М.: Колос, 1997. - 752 с.

					ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

## Додаток А

Таблиця 1.1. – Розрахунок кількості обладнання

Обладнання	Кількість сировини в зміну	Марка	Продуктивність в зміну, кг	Кількість машин, шт	
				Розрахунок	Прийнята
Стіл для обвалювання і жилування				1 стіл довжиною 2,5м	1 стіл довжиною 2,5м
Вовчок	2373,02	К6-ФВП-160 продуктивність 400 кг/зм	2520	0,94167	1
Чани для соління	2597,24				23
Шпигорізка	575,91	ФШГ продуктивність 2000 кг/год	2000	0,28795	1
Кутер	1562,21	П5-ФКМ продуктивність 1200 кг/год	7560	0,26	1
Мішалка	1725,96	Л5-ФМ-2У-335 продуктивність 3200 кг/год	20160	0,08561	1
Шприц вакуумний (для напівкопчених і варенокопчених ковбас)	1725,96	ФШ2-ПМ продуктивність 1200 кг/год	7560	0,22830	1
Шприц вакуумний (для варених ковбас, сосисок та сардельок)	1562,21	КММО-ОПТИ 200 продуктивність 1600 кг/год	10080	0,15498	1
Підйомник-загрузчик		К6-ФПЗ-1			3
Універсальна термокамера	3000	Я5-ФГТ продуктивність 500 кг/зм	3150	2,68	3
Кліпсатор	1523,23	КН-31 продуктивність 2100 батонів/год	16800	0,09066	1
Льодогенератор		FM 800 продуктивність 340 кг/24 год	340	1	1
Стіл для в'язання батонів				2	2
Ваги				3	3
Візок	3690,71		150		45
Умивальник				2	2

<b>ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ</b>				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.	Смильяненко			
Перевір.	Хорольський			
Н. Контр.	Омельченко			
Затверд.	Омельченко			
<b>Розробка та оптимізація технологічного обладнання для виробництва ковбас</b>			Літ.	Арк.
				53
			<b>ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО</b>	
				63

## Додаток Б

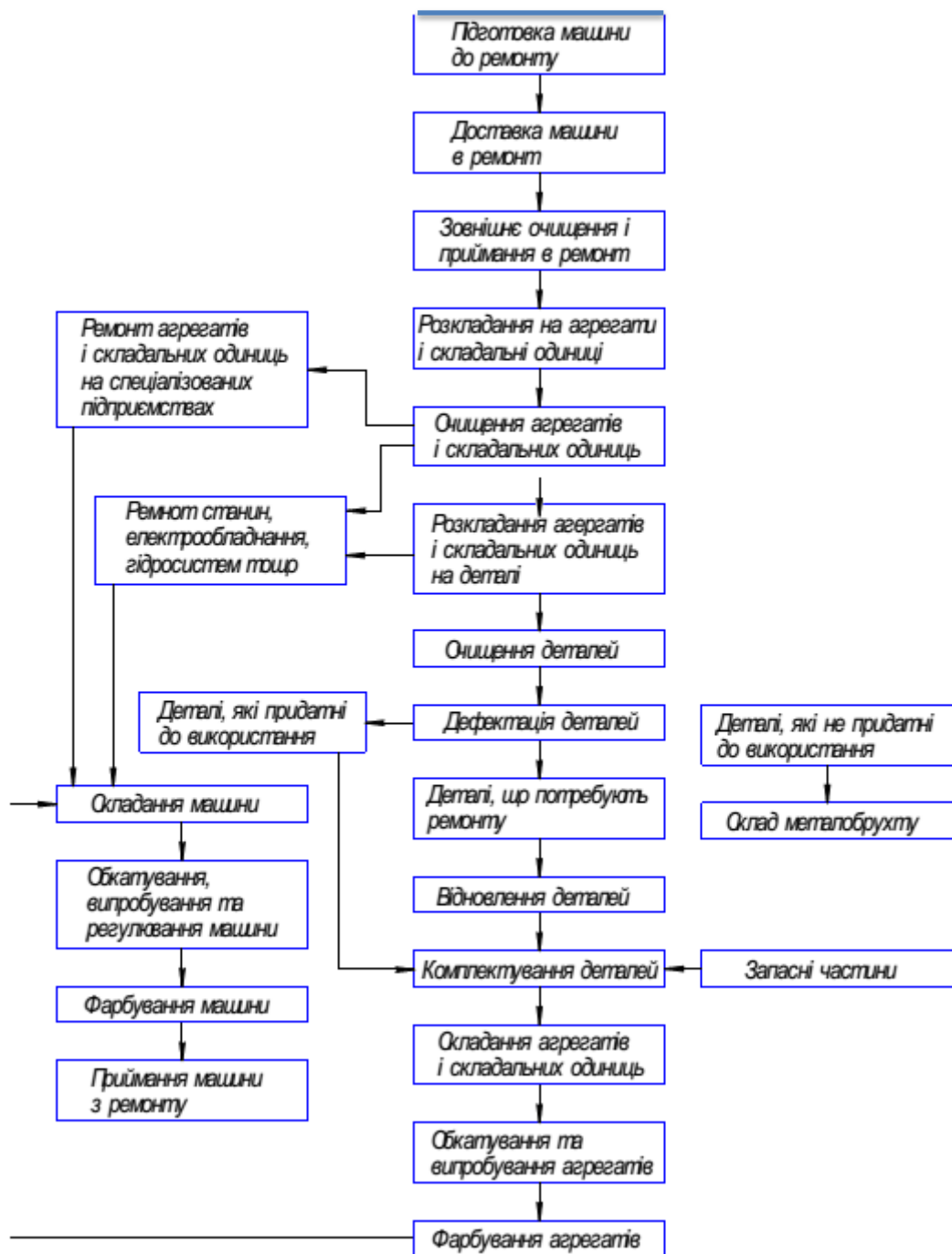


Рисунок 1.2. - Схема технологічного процесу капітального ремонту машин (устаткування)

<b>ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ</b>				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Ємільяненко		
Перевір.		Хорольський		
Н. Контр.		Омельченко		
Затверд.		Омельченко		
<b>Розробка та оптимізація технологічного обладнання для виробництва ковбас</b>				
		Літ.	Арк.	Аркушів
			54	63
<b>ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО</b>				

## Додаток В

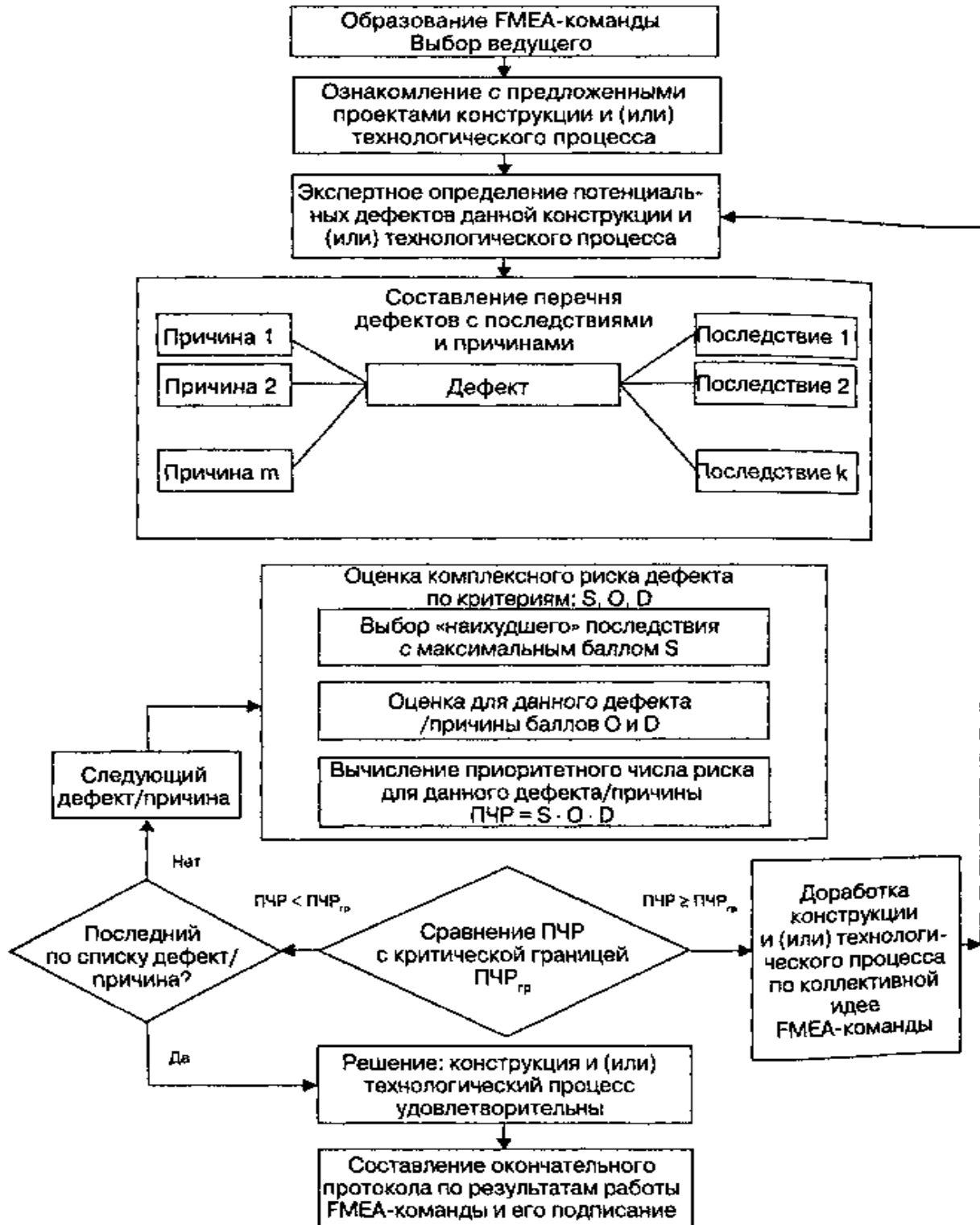


Рисунок 1.5. Схема технологічного процесу відновлення деталей

ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Ємільяненко		
Перевір.		Хорольський		
Н. Контр.		Омельченко		
Затверд.		Омельченко		
Розробка та оптимізація технологічного обладнання для виробництва ковбас				
		Літ.	Арк.	Аркуші
			55	63
ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО				

**Додаток Г**  
Таблиця 1.2 – Технічна характеристика УВПЗ-2М

Робочий струм, А	150-250
Робоча напруга, В	180-250
Витрата стисненого повітря при тиску в мережі 0,5-0,6Мпа, м3/год	5-8
Витрата горючого газу, м3/год:	
метану	0,5
пропан-бутану	0,2
Витрата води для охолодження при тиску в мережі, що підводить 0,3Мпа, м3/год	1,5
Тривалість включення ПВ%	100
Глибина загартованої зони, мм	0,5-3,5
Ширина загартованої зони, мм	5-100

					<b>ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ</b>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Ємільяненко</i>				<b>Розробка та оптимізація технологічного обладнання для виробництва ковбас</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Хорольський</i>						56	63
<i>Н. Контр.</i>	<i>Омельченко</i>				<b>ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО</b>			
<i>Затверд.</i>	<i>Омельченко</i>							



## Додаток Д

Таблиця 2.1. – Основні параметри УЗКС

Показники	Частота випромінювачів, кГц		
	15	22	35
Амплітуда зсуву часток, $A \cdot 10^6$ , м	30	70	50
Довжина хвилі, $\lambda$ , м	0,102	0,07	0,044
Амплітуда коливальної швидкості, $U$ , м/с	2,82	9,67	10,99
Максимальна амплітуда прискорення, $B \cdot 10^{-6}$ , м/с <sup>2</sup>	-0,26	-1,34	-2,41
Середня кінетична енергія в одиниці об'єму, $E_k \cdot 10^{-4}$ , Дж/м <sup>3</sup>	0,21	2,43	3,14
Густина енергії звукової хвилі в одиниці об'єму, $\bar{E} \cdot 10^{-4}$ , Дж/м <sup>3</sup>	0,41	4,87	6,28
Сила звуку, $F \cdot 10^{-8}$ , Вт/(м·с)	38,8	3,31	2,56
Акустична потужність джерела звуку, $E_{\text{вип}\Sigma} \cdot 10^{-4}$ , (Вт·м)/м <sup>2</sup>	68,5	5,85	4,53
Тиск звукової хвилі, $D \cdot 10^{-7}$ , Н/м <sup>2</sup>	2,48	1,56	2,48
Акустична твердість середовища, $Q_{\text{А.Т.}} \cdot 10^{-11}$ , Н/м	1,51	2,23	3,54
Тиск звуку на перешкоду, $\bar{S}$ , Н/м <sup>2</sup>	87	102	132
Коефіцієнт поглинання сумарний, $2\alpha \cdot 10^{-3}$	2,03	4,36	11,03
Коефіцієнт поглинання, зумовлений в'язкістю (рівняння Стокса), $\alpha_1 \cdot 10^{-3}$	2,03	4,36	11,03
Коефіцієнт поглинання, зумовлений теплопровідністю (рівняння Кірхгофа), $\alpha_2 \cdot 10^4$	4,5	6,6	10,5
Корисна акустична потужність джерела звуку, $P_{\text{ак}}$ , Вт	51	78	68

<b>ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ</b>				
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Смильяненко</i>			
<i>Перевір.</i>	<i>Хорольський</i>			
<i>Н. Контр.</i>	<i>Омельченко</i>			
<i>Затверд.</i>	<i>Омельченко</i>			
<b>Розробка та оптимізація технологічного обладнання для виробництва ковбас</b>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>
				57
			<b>ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО</b>	
				63

## Додаток Ж

Таблиця 2.2 Результати дослідження зміни реологічних властивостей м'ясної сировини, стану вологи та рН тендеризованого м'яса

Показники	Контроль	Тривалість обробки зразків із гомілки, τ · 60 -1, с				
		5	10	15	20	25
Напруження зсуву нормальне, $\theta_0 \cdot 10^{-3}$ , Па	2,40	2,31	1,48	1,41	1,37	1,33
Відносна деформація, $\gamma \cdot 10^{-3}$ , м	0,15	0,21	0,25	0,29	0,32	0,33
Піддатливість системи, $I \cdot 10^4$ , Па-1	5,85	7,95	9,71	10,92	12,3	12,9
Напруження зсуву тангенційне, Т, Па	261	261	261	261	261	261
Модуль миттєвої пружності, $G_m \cdot 10^{-3}$ , Па	15,7	9,45	4,75	3,35	2,31	2,25
Модуль еластичності, $G_{еп} \cdot 10^{-3}$ , Па	2,39	2,29	1,84	1,84	1,47	1,43
Пластична в'язкість, $\eta_0^* \cdot 10^{-5}$ , Па·с	5,91	4,81	3,91	3,69	3,54	2,19
В'язкість пружної післядії, $\eta_{пр} \cdot 10^{-5}$ , Па·с	7,18	7,09	4,25	3,95	3,22	3,18
Робота різання, $A_{різ} \cdot 10^{-3}$ , Дж	2,55	1,54	1,23	1,09	0,94	0,83
Сила різання поперек волокон, $F_{різ}$ , Н	68,2	61,8	56,0	47,2	37,8	36,1
Кількість зв'язаної вологи за методом пресування, $W_{зв.мп}$ , %	35	37	44	48	45	44
Кількість зв'язаної вологи за калориметричним методом, $W_{зв.мк}$ , %	26	30	37	40	38	37
Активна кислотність, рН	6,01	5,75	5,71	5,69	5,67	5,64

<b>ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ</b>				
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Ємільяненко</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Хорольський</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Омельченко</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Омельченко</i>		
<b>Розробка та оптимізація технологічного обладнання для виробництва ковбас</b>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>
				<i>Аркушів</i>
			58	63
<b>ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО</b>				

### Додаток 3

Таблиця 2.3 Технічні характеристики апарата для тендеризації м'яса за допомогою УЗК

Показники	Величина
Номінальна напруга живлення від мережі однофазного змінного струму частотою 50 Гц, U, В	220
Номінальна споживана електрична потужність, P, Вт	Не більше 3500
Регулювання вихідної потужності	Плавне
Номінальна робоча частота генератора й випромінювачів, f, Гц	22000
Межі плавного регулювання частоти генератора, f, Гц	1660
Амплітуда звукового тиску під час поширення в рідині, $P_0 \cdot 10^5$ , Па	168
Тривалість одного циклу озвучування, $\tau \cdot 60$ -1, с	12...16
Напруга в коливальному контурі під час випромінювання в рідину, U, В	83
Сила струму в коливальному контурі під час випромінювання в рідину, I, А	7
Кількість випромінювачів, шт.	7
Об'єм робочої камери, V, м <sup>3</sup>	0,14
Одноразове завантаження робочої камери, $m_3$ , кг	60...80
Витрата води для охолодження випромінювачів, $Q_{об}$ , м <sup>3</sup> /год	Не менше 0,03
Продуктивність установки, Q, кг/год	240...320
Габаритні розміри, м	0,58×0,64×0,88
Маса, m, кг	120

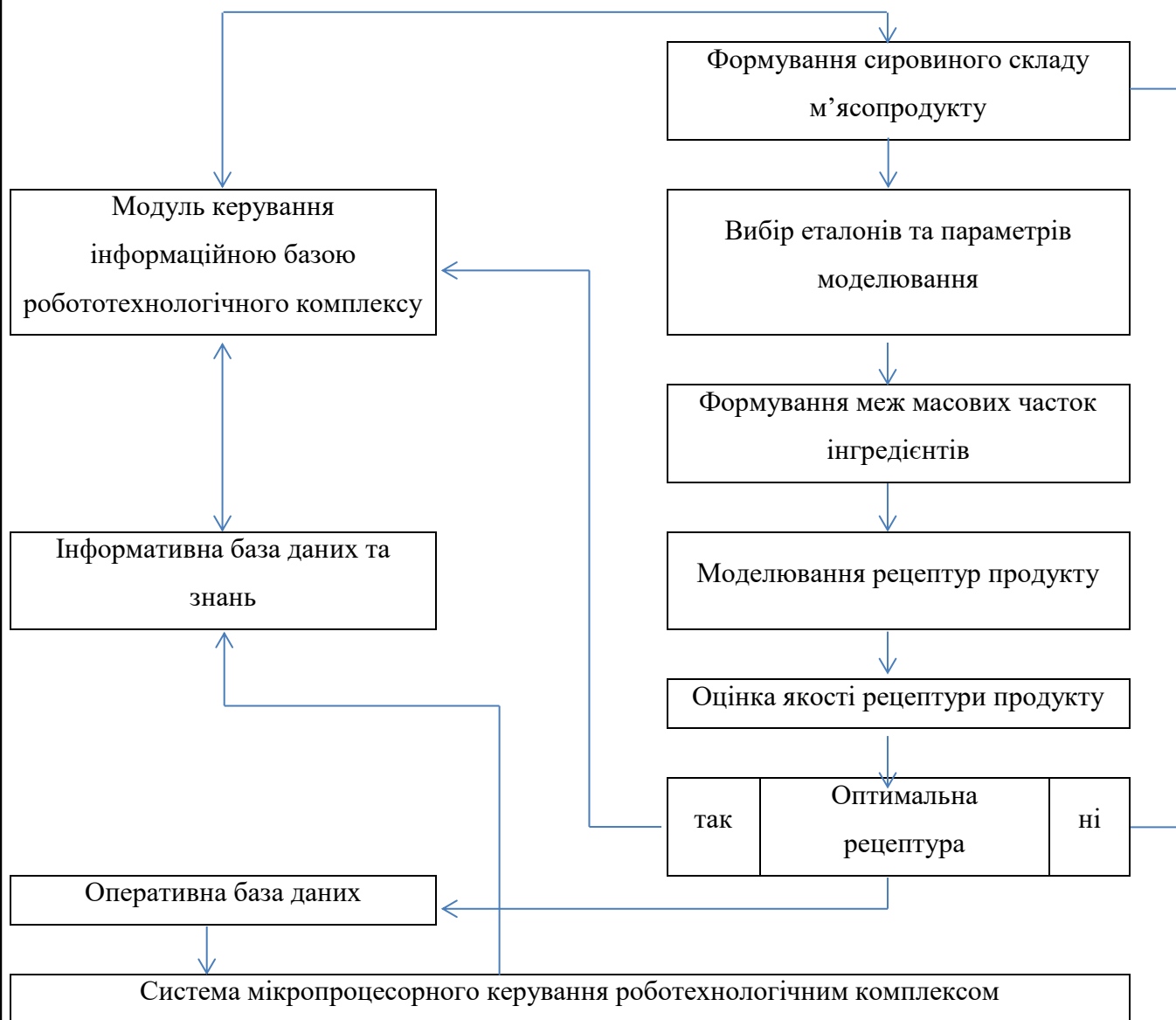
Таблиця 2.4 Порівняльна характеристика апарата для тендеризації м'яса за допомогою УЗК

Показники	Апарат для тендеризації м'яса за допомогою УЗК	Вакуум-масажер Inject Star MC 400
Спожита потужність, P, Вт	3500	4600
Продуктивність, Q, кг/год	240...320	200...280
Питома енергоємність, $\Delta P$ , Вт/кг	10,93...14,58	16,42...23,00
Величина річного енергоспоживання, $\sum E_{сп}$ , кВт·год	6720	8800

					<b>ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ</b>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Смильяненко			<b>Розробка та оптимізація технологічного обладнання для виробництва ковбас</b>	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.		Хорольський					59	63
Н. Контр.		Омельченко			<b>ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО</b>			
Затверд.		Омельченко						

## Додаток І

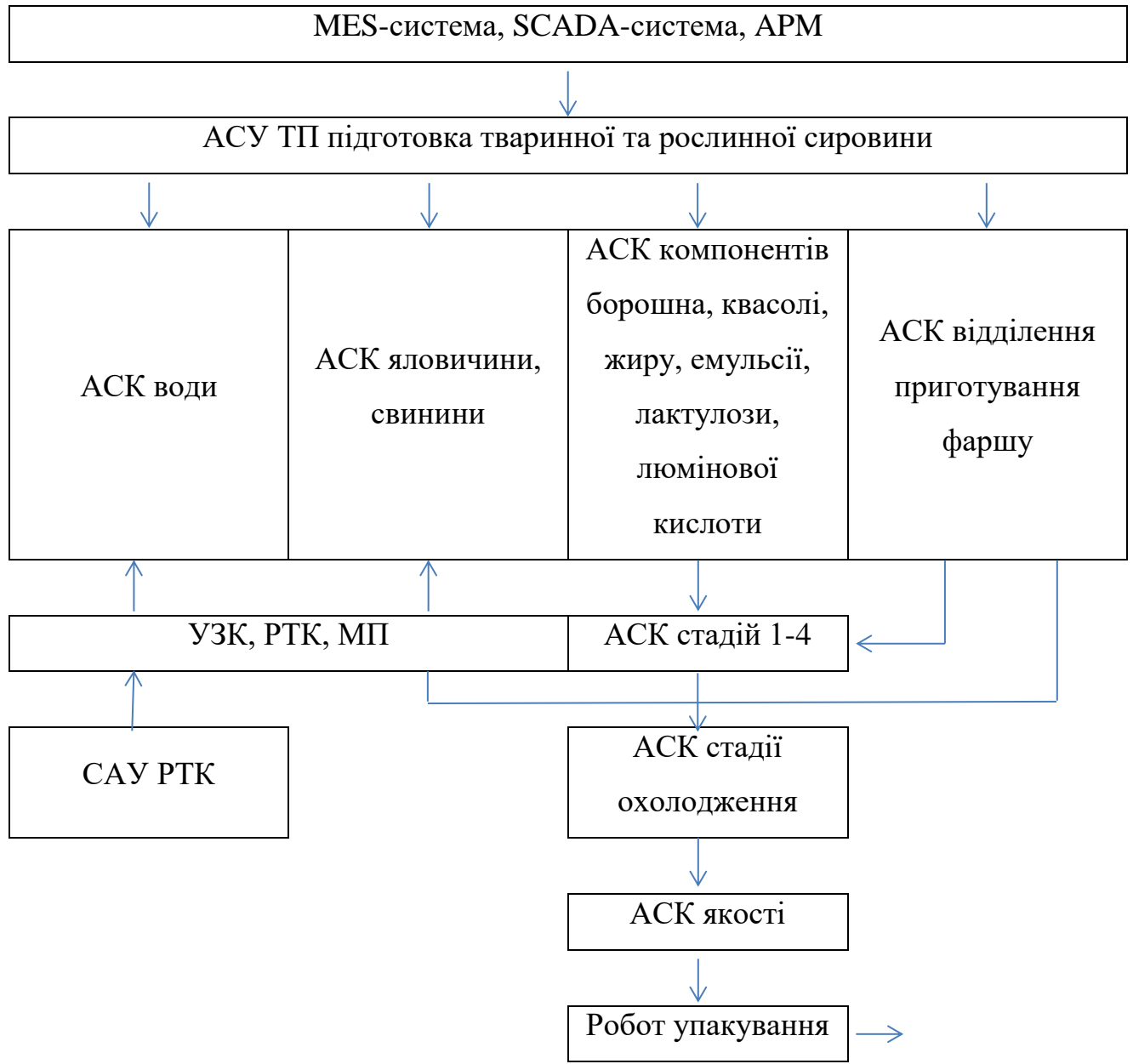
Рисунок 2.5. Алгоритм моделювання рецептури нутрізбалансованого харчового продукту.



					<b>ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ</b>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Ємильяненко			<b>Розробка та оптимізація технологічного обладнання для виробництва ковбас</b>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Хорольський					60	63
Н. Контр.		Омельченко			<b>ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО</b>			
Затверд.		Омельченко						

## Додаток К

Рисунок 2.6. Принципова схема робототехнологічного комплексу виробництва ковбасних виробів з високим рівнем нутрієнтних характеристик.



<b>ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ</b>				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Смильяненко		
Перевір.		Хорольський		
Н. Контр.		Омельченко		
Затверд.		Омельченко		
<b>Розробка та оптимізація технологічного обладнання для виробництва ковбас</b>				
		Літ.	Арк.	Аркушів
			61	63
<b>ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО</b>				

## Додаток Л

Таблиця 2.7. Результати роботи алгоритму: комп'ютерного моделювання рецептури виробу.

Показник	Вид продукту	Відносна помилка ( $\leq$ )%
Масова частка білка, %	Ковбаса варена	4,65
Масова частка жиру, %	Ковбаса варена	4,23
Масова частка вологи, %	Ковбаса варена	2,33
Склад вітамінів, %	Ковбаса «Кривбас»	12
Масова частка йоду, %	Ковбаса «Кривбас»	10,5
рН, од	Варені ковбаси (фарш)	4,31
ВСС, % до загальної вологи	Варені ковбаси (фарш)	5,8
Амінокислотний склад, %	Варені ковбаси (фарш)	7,52

					<b>ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ</b>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Смильяненко</i>				<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Хорольський</i>					62	63
<i>Н. Контр.</i>	<i>Омельченко</i>				<b>ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО</b>		
<i>Затверд.</i>	<i>Омельченко</i>						

**Розробка та оптимізація  
технологічного обладнання  
для виробництва ковбас**

## Додаток М

**Таблиця 3.1. – Аналіз потенційно небезпечних та шкідливих факторів при виготовленні ковбас**

Технолог. операція	Небезпечний фактор	Небезпечна ситуація (дія)	Можливі наслідки	Засоби захисту
Обвалювання та жилкування м'яса	Ріжучі предмети	Недбале поводж. з ріжучими предм.	Поранення ріжучим предметом	Додержання правил поводження з ріжучими предметами
				Застосування індивідуальних засобів захисту
Подрібнення сировини	Ріжучі механізми	Необережність поводження з ріжучими механізмами	Потрапляння рук до ріжучих механізмів	Додержання правил поводження при роботі з ріжучими механізмами
				Застосування індивідуальних засобів захисту
	Електричний струм напругою 220В	Пробивання напруги на корпус, підв. волог.	Ураження електричним струмом	Застосування заходів електроізоляції
				Заземлення
				Застосування індивідуальних засобів захисту
				Блокування живлення
Приготування фаршу	Ріжучі механізми	Необережність поводження з ріжучими механізмами	Потрапляння рук до ріжучих механізмів	Додержання правил поводження при роботі з ріжучими механізмами
				Застосування індивідуальних засобів захисту
	Електричний струм напругою 220В	Пробивання напруги на корпус, підвищена вологість	Ураження електричним струмом	Застосування заходів електроізоляції
				Заземлення
				Застосування індивідуальних засобів захисту
				Блокування живлення
Шприцювання	Електричний струм напругою 220В	Пробивання напруги на корпус, підв. вологість	Ураження електричним струмом	Застосування заходів електроізоляції
				Заземлення
	Робочі органи машини	Необережність поводження з робочими органами	Потрапляння рук до робочих органів	Додержання правил поводження при роботі з робочими органами
				Застосування індивідуальних засобів захисту
				Блокування живлення
				Застосування спеціальних пристосувань при роботі на даній машині
В'язання батонів	Ріжучі предмети	Недбале поводження з ріжучими предметами	Поранення ріжучим предметом	Додержання правил поводження з ріжучими предметами
				Застосування індивідуальних засобів захисту
Термічна обробка	Електричний струм напругою 220В	Пробивання напруги на корпус, підв. вологість	Ураження електричним струмом	Застосування заходів електроізоляції
				Заземлення
	Пара, дим	Нагрівання поверхонь обладнання	Опіки	Теплоізоляція
				Пропускання пару в робочі приміщення
				Герметизація
				Використання витяжок

**ДонНУЕТ.133.зГМБ-18с.2021.ПЗ**

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Ємільяненко		
Перевір.		Хорольський		
Н. Контр.		Омельченко		
Затверд.		Омельченко		

**Розробка та оптимізація технологічного обладнання для виробництва ковбас**

Лім.	Арк.	Аркуші
	63	63

**ДонНУЕТ  
Кафедра ЗІДО**