

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Інститут (факультет) \_\_\_\_\_ ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого \_\_\_\_\_  
Кафедра технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування \_\_\_\_\_

**«До захисту в ЕК»**  
Директор інституту(декан факультету)  
\_\_\_\_\_ Сергій БЛАЖЕНКО  
(підпис) (ім'я та прізвище)

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**«До захисту допущено»**  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ Микола ЯКИМЧУК  
(підпис) (ім'я та прізвище)

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності \_\_\_\_\_ 133 «Галузеве машинобудування» \_\_\_\_\_  
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми \_\_\_\_\_ Інжиніринг харчових виробництв \_\_\_\_\_

на тему: Удосконалення конструкції шпигорізальної машини продуктивністю 500 кг/год для підвищення надійності роботи

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ЗОХ-2-2М

\_\_\_\_\_ Золотарьов Олександр Андрійович \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Миколів Іван Михайлович \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти \_\_\_\_\_  
(ім'я та прізвище) (підпис)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище) (підпис)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(ім'я та прізвище) (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) незарядженої допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ - 2024\_\_р.

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С.Гулого  
Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування  
Освітній ступінь магістр  
Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»  
(шифр і назва)  
Освітня програма «Інжиніринг харчових виробництв»  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри ТОКТП  
проф. Микола ЯКИМЧУК

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

## **З А В Д А Н Н Я** **НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Золотарьова Олександра Андрійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Удосконалення конструкції шпигорізальної машини продуктивністю 500 кг/год для підвищення надійності роботи.

керівник проекту (роботи) Миколів Іван Михайлович, доц., кандидат тех. наук  
( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «01» жовтня 2024 р. № 860-кс

2. Строк подання здобувачем роботи 02.12.2024р.

3. Вихідні дані до роботи 1. Технічний паспорт обладнання.

2. Альбом галузевого обладнання. 3. Навчальна та спеціальна література

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Реферат; Зміст; Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів (за необхідністю); Вступ; Аналіз сучасного стану об'єкта дослідження, вибір і обґрунтування основного напрямку дослідження; Розробка нового технічного рішення об'єкта дослідження; Дослідна частина та узагальнення результатів; Розрахункова частина; Принципи автоматизованого управління об'єктом проектування; Заходи з охорони праці та охорони довкілля; Маркетингове обґрунтування проекту; Висновки; Список використаних джерел; Додатки

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

Загальний вигляд обладнання – 2 аркуші; Деталі та вузли обладнання – 2 аркуші; Технологічна карта збирання вузла – 1 аркуш, Наукова частина – 6 аркушів.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання: 02.10.2024 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	<i>Вступ</i>	02.10.2024 р.	
2	<i>Аналіз сучасного стану об'єкта дослідження, вибір і обґрунтування основного напрямку дослідження</i>	08.10.2024 р.	
3	<i>Розробка нового технічного рішення об'єкту дослідження</i>	10.10.2024 р.	
4	<i>Дослідна частина та узагальнення результатів</i>	15.10.2024 р.	
5	<i>Розрахункова частина</i>	23.10.2024 р.	
6	<i>Принципи автоматизованого управління об'єктом проектування</i>	01.11.2024 р.	
7	<i>Заходи з охорони праці та охорони довкілля</i>	05.11.2024 р.	
8	<i>Маркетингове обґрунтування проекту</i>	10.11.2024 р.	
9	<i>Висновки</i>	12.11.2024 р.	
10	<i>Список використаних джерел</i>	15.11.2024 р.	
11	<i>Додатки</i>	18.11.2024 р.	
12	<i>Графічна частина формату А1 – 10 шт.</i>	20.11.2024 р.	
13	<i>Подача кваліфікаційної роботи на кафедру</i>	02.12.2024 р.	

Здобувач \_\_\_\_\_  
( підпис )

Золотарьов О.А. \_\_\_\_\_  
( прізвище та ініціали )

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
( підпис )

Миколів І. М. \_\_\_\_\_  
( прізвище та ініціали )

## РЕФЕРАТ

Представлена магістерська робота на тему “Удосконалення конструкції шпигорізальної машини продуктивністю 500 кг/год для підвищення надійності роботи”.

Магістерська робота складається з пояснювальної записки обсягом \_\_\_\_\_ стор. і 10 аркушів графічних креслень формату А1.

В роботі проведено порівняльний аналіз конструкцій шпигорізки. Охарактеризовано їх позитивні моменти і недоліки. Наведено детальний опис будови і принципу дії модернізованої горизонтальної шпигорізальної машини. Наведено відповідні розрахунки. Також подано рекомендації стосовно проведення монтажу, експлуатації та технічного сервісу обладнання. В розділі заходи з охорони праці та навколишнього природного середовища розглянуто шкідливі фактори, що впливають на стан працюючих та заходи, що вживаються на підприємстві щодо охорони навколишнього середовища.

**Метою дослідження** є підвищення надійності роботи шпигорізальної машини завдяки удосконаленню окремих вузлів обладнання.

**Об'єктом дослідження** є процес нарізання свинячого шпику на кубики в шпигорізальній машині.

**Предметом дослідження** є удосконалення конструктивних елементів ріжучого механізму шпигорізальної машини.

**Ключові слова:** шпик, серповидний ніж, рама, шпигорізальна машина.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Миколай І.М.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Золотарьов О.А.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Реферат</b>	<b>22-2138.MP.03.000.ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Да видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/2</b>

## ABSTRACT

The master's thesis is presented on the topic “Improvement of the design of a pork fat cutting machine with a capacity of 500 kg/h to increase the reliability of operation.”

The master's thesis consists of an explanatory note of \_\_\_\_\_ pages and 10 sheets of graphic drawings of A1 format.

The work provides a comparative analysis of pork fat cutting designs. Their positive aspects and shortcomings are characterized. A detailed description of the structure and principle of operation of the modernized horizontal pork fat cutting machine is given. Relevant calculations are given. Recommendations are also given regarding the installation, operation and technical service of the equipment. The section on occupational health and environmental protection measures considers harmful factors that affect the condition of workers and measures taken at the enterprise to protect the environment.

**The purpose of the study** is to increase the reliability of the pork fat cutting machine by improving individual equipment components.

**The object of the study** is the process of cutting pork fat into cubes in a pork fat cutting machine.

**The subject of the research** is the improvement of the structural elements of the cutting mechanism of the sliver cutting machine.

**Keywords:** sliver, sickle-shaped knife, frame, sliver cutting machine.

# ЗМІСТ

стор.

Анотація.....	
Зміст.....	
Вступ.....	
1. Аналіз сучасного стану об'єкта дослідження, вибір і обґрунтування напрямку дослідження.....	
2. Розробка нового технічного рішення об'єкту дослідження.....	
3. Дослідна частина та узагальнення результатів.....	
4. Технологія машинобудування.....	
5. Розрахункова частина.....	
6. Правила монтажу та технічного сервісу модернізованого обладнання.....	
7. Принципи автоматизованого управління об'єктом проектування.....	
8. Заходи з охорони праці та охорони довкілля.....	
9. Маркетингове обґрунтування проекту.....	
Висновки.....	
Список використаних джерел.....	
Додатки.....	

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Миколай І.М.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Золотарьов О.А.	<i>Назва, додаткова назва</i>  <b>Зміст</b>	<b>22-2138.МР.03.000.ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Да видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/1</b>

## ВСТУП

Вирішення продовольчої проблеми в Україні – одне з пріоритетних завдань стратегічних орієнтирів економічного і соціального розвитку країни. Його вирішення, перш за все, обумовлюється рівнем розвитку АПК і його складових – продуктових підкомплексів. Підвищення економічної ефективності агропромислового виробництва, раціональне використання природних умов і місцевих виробничих ресурсів, поліпшення забезпечення населення продуктами харчування значною мірою залежить від того, наскільки науково обґрунтовано будуть функціонувати як окремі регіональні ринки м'яса, так і продовольчий ринок країни загалом.

Стан агропродовольчого сектору є важливим індикатором розвитку регіонального ринку. Його функціонування пов'язане з усіма галузями національної економіки і більшою мірою піддається їхньому впливу в частині ресурсозабезпечення та розвитку споживчого ринку. Агропромисловий комплекс є основним джерелом формування продовольчих ресурсів, який відповідно до особливої виробничої значущості та специфіки галузевої структури відіграє роль стабілізатора соціально-економічної ситуації, сприяє створенню власного потенціалу та умов для розширеного відтворення в більшості галузей національної економіки. Сільське господарство як одна з головних галузей економіки України забезпечує населення основними видами продовольства і є сировинною базою підприємств харчової промисловості і відповідно найважливішою структуроутворюючою сферою АПК. Частка сільського господарства у галузевій структурі національної економіки не тільки вказує на рівень його економічного розвитку, а й визначає певну тенденцію у розвитку галузевої структури реального сектору відповідно до природно-економічних умов, закономірностей розміщення та інтенсивності ведення спеціалізованих галузей, а також основних суспільних

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Миколів І.М.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Золотарьов О.А.	<i>Назва, додаткова назва</i>  <b>Вступ</b>	<b>22-2138.MP.03.000.P3</b>				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Да видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/3</b>	

потреб продовольчого забезпечення.

Сьогодні м'ясопереробна промисловість розвивається дуже швидкими темпами. Одним з найважливіших завдань будь-якого виробництва являється прискорення внутрішніх процесів. Саме з цією метою були створені такі машини як шпигорізки. Їх використовують для подрібнення охолодженого шпигу на шматки розмірами 4–12 мм. Їх поділяють на горизонтальні та вертикальні залежно від розміщення живильного механізму.

Під час переробки м'ясної сировини на технологічному обладнанні здійснюють основні (подрібнення, перемішування, варіння, формування тощо) та допоміжні (завантаження, переміщення, контроль якості, вивантаження й транспортування) операції. Залежно від участі людини в цих операціях, машини й обладнання для переробки м'яса бувають: автоматичні, напівавтоматичні та ручні або неавтоматичні, на яких частину чи всі операції виконують вручну. Конструктивною особливістю таких машин є наявність рухомих робочих органів, які й виконують основні дії з переробки сировини в харчовий продукт. Вони бувають періодичної, напівперіодичної та неперервної дії. Ефективність роботи машин оцінюють за технічними й технологічними показниками, які становлять їх технічну характеристику. Машини та обладнання для переробки м'яса поділяють на групи за технологічною спрямованістю процесу переробки сировини. Обладнання: для забою тварин і птиці; для первинної обробки туш свиней; для обробки продуктів забою тварин і птиці; для подрібнення м'яса й шпигу; для перемішування м'ясних продуктів; для соління м'яса; для формування м'ясних продуктів; для теплової обробки м'ясних продуктів; для холодильної обробки м'яса; для пакування м'яса й м'ясних продуктів.

Подрібнення м'яса є технологічною операцією, що виконується під час переробки всіх видів м'ясної сировини, яку використовують у ковбасному та м'ясоконсервному виробництвах. Залежно від розміру подрібнення, його умовно поділяють на тонке, середнє й велике. Велике подрібнення м'ясної

сировини застосовують для виробництва натуральних консервів та сирокочених ковбас. Середнє — під час виготовлення копчених і сиров'ялених ковбас та деяких видів консервів. Тонкому подрібненню піддають сировину під час виготовлення сосисок, сардельок, варених і ліверних ковбас, а також консервів для дитячого й дієтичного харчування. Для великого подрібнення м'яса промисловість випускає м'ясорізальні машини, подрібнювачі м'ясних блоків і, спеціально налагоджені для такої операції шпигорізки. Середнє подрібнення здійснюють за допомогою вовчків і шпигорізок із спеціальним налагодженням робочих органів. Шпигорізки використовують для подрібнення охолодженого шпигу на шматки розмірами 4–12 мм.

Шпигорізальна машина є обладнанням періодичної дії. У конструкції цієї машини є деякі недоліки: оскільки ножові рамки шпигорізки рухаються за рахунок коливань важеля, що рухається від кулачкового механізму та обертається на осі, існує дуже велика загроза зношення частин у зоні контакту важеля та лівого тримача. Тому удосконалення окремих вузлів шпигорізальної машини для ліквідації виявлених недоліків є актуальною задачею.

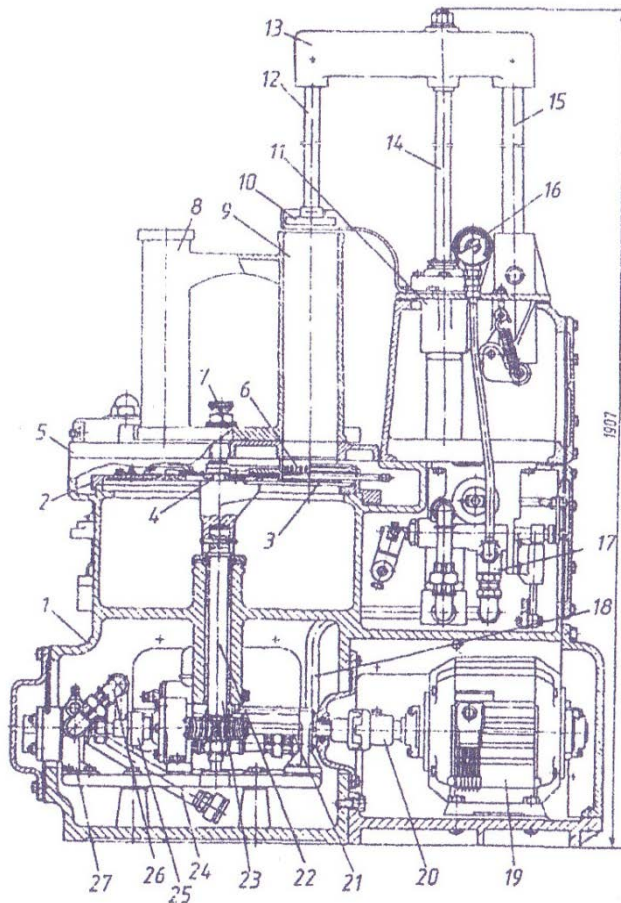
**Метою дослідження** є підвищення надійності роботи шпигорізальної машини завдяки удосконаленню окремих вузлів обладнання.

**Об'єктом дослідження** є процес нарізання свинячого шпику на кубики в шпигорізальній машині.

**Предметом дослідження** є удосконалення конструктивних елементів ріжучого механізму шпигорізальної машини.

# 1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ, ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Процес приготування шпику для ковбасного виробництва складається з таких операцій: зняття шкурки, пластування і подрібнення шпику. Зняття шкурки зі шпику й обрізків свинини, отриманих при розбиранні свинячих туш, оброблених методом обшпарювання — обпалювання, є однією з найбільш трудомістких і мало механізованих операцій. При використанні спеціальних шкуркознімальних машин значно підвищується продуктивність праці, зменшується кількість прорізів на знятій шкурці, зростає вихід шпику і поліпшується зовнішній вигляд його .



## Вертикальні та горизонтальні шпигорізки

1-нижня частина корпусу; 2-стіл; 3-відрізний серповидний ніж; 4-ексцентриковий палець; 5-верхня частина корпусу; 6-ножові рамки; 7-вісь; 8,9-короби в позиції завантаження і подачі; 10-поршень; 11-гідроциліндр; 12-шток; 13-травеса; 14-шток гідроциліндра; 15-направляючий стержень; 16-манометр; 17-золотник; 18,26-нагнітальні трубопроводи; 19-електродвигун; 20-муфта; 21-вал; 22-вертикальний вал; 23-черв'ячна передача; 25-муфта; 27-шестеренчатий насос

Рис. 1.1 Вертикальна шпигорізка ФГШ

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження Миколів І.М.	Вид документа <b>Пояснювальна записка</b>	Статус документа			
Власник документа <b>НУХТ</b>	Розробник документа Золотарьов О.А.	Назва, додаткова назва <b>Аналіз сучасного стану об'єкта дослідження, вибір і обґрунтування напрямку дослідження</b>	<b>22-2138.MP.03.001.P3</b>			
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Да видання	Мова <b>UA</b>	Аркуш 1/12

Вертикальна шпигорізка ФШГ має механічний привід ріжучого механізму і гідравлічний – подаючого.

Вона складається із чавунної литої станини, зібраної із двох частин: нижньої 1 та верхньої 5. В нижній частині розміщений привідний механізм, а в верхній - подаючий. Ріжучий механізм має дві ножеві рамки 6. Верхня рамка приводиться в рух від ексцентрикового пальця 4, а нижня – від кутового важеля, встановленого на круглому столі 2.

Відрізний серповидний ніж 3 має внутрішню ріжучу кромку. Приводиться в дію ріжучий механізм від електродвигуна 19, з'єднаного муфтою 20 з валом 21 і черв'яком черв'ячної передачі 23. Черв'ячне колесо встановлено на вертикальному валу 22, на якому закріплений серповидний ніж і ексцентриковий палець.

Для завантаження і подачі продукту служать два короба 8 та 9, що з'єднані знизу і зверху і встановлені на осі 7. Короби по черзі вручну встановлюють в позицію подачі 9 і завантаження 8. Завантаження здійснюють вручну пластами шпиґа. Подачу здійснюють поршнем 10, шток 12 якого з'єднаний з травесою 13. Гідроциліндр 11 приводу подаючого механізму, що запобігає попаданню масла на продукт. В гідроциліндр масло нагнітається через нагнітальні трубопроводи 18 і шестеренчастим насосом 27, що з'єднаний з валом 21 муфтою 25. Регулювання витрат мастила виконують золотником 17 і контролюють по манометру 16. Короби мають розміру перерізу 0,112×0,112 м, довжину 0,44 м.

За допомогою шпигорізки нарізають кубики зі стороною 6, 8, 12 мм, при цьому її продуктивність змінюється в межах 0,250-1000 кг/год. Потужність двигуна 4 кВт, маса машини 810 кг.

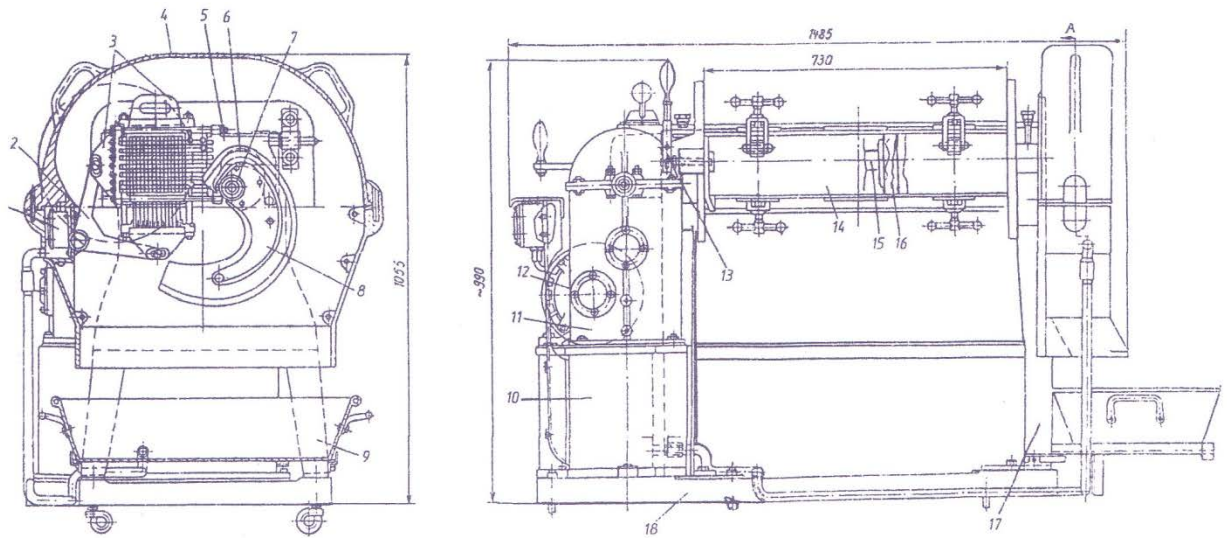


Рис. 1.2 Горизонтальна шпигорізка ФШМ-2

1-блокуючий контакт; 2-кутовий важіль; 3-горизонтальні і вертикальні ножові рамки; 4-кожух; 5-повзун ексцентрика; 6-ексцентрик; 7-привідний вал; 8-серповидний ніж; 9-корито; 10-тумба; 11-редуктор; 12-електродвигун; 13-фіксатор; 14-короб; 15-шток; 16-поршень; 17-стійка; 18-чавунна плита.

Горизонтальна шпигорізка ФШМ-2 має механічний привід ріжучого і подаючого механізмів.

Усі механізми машини зібрані на чавунній плиті 18. До неї прикріплені ззаду тумба 10 і зпереду - стійка 17. В тумбі розміщений приводний механізм, що складається з електродвигуна 12 і редуктора 11. В передній стійці знаходиться ріжучий механізм, складений із двох ножових рамок 3 - горизонтальної та вертикальної і відрізного серповидного ножа 8. Цей ніж закріплений на приводному валу 7, на якому також закріплений ексцентрик 6. Від ексцентрика приводиться в коливальний рух повзун 5, з'єднаний з горизонтальною ножовою рамкою. Горизонтальна рамка з'єднана кутовим важелем 2 з вертикальною. На кінцях важеля закріплені рамки, які входять в продовгуваті отвори в рамках.

Відрізані кубики шпигу подають в корито 9. Ріжучий механізм закритий кожухом 4, що має блокуючий контакт 1, який вимикає

електродвигун при відкритому кожусі. Між тумбою і стійкою на осях закріплені два короби 14 з поперечним перерізом  $0,13 \times 0,13$  м і довжиною  $0,73$  м. Короби мають кришки, які закривають відкидними болтами. Один із коробів завантажують шпигом і встановлюють навпроти ножів ріжучого механізму. Всередину короба вводиться поршень 16, шток якого з'єднаний з рейкою, оснащеною механізмом для циклічної подачі. Цей механізм зупиняє подачу шпиго, коли відбувається відрізка серповидним ножом.

Механізм циклічної подачі рейкою (рис.1.3) складається із фланця 1, який безперервно обертається проти годинникової стрілки. На фланці на осі 9 закріплений шатун 2, з'єднаний з рухомою щокою 3. На щоці встановлено два ексцентрики 4,8, що прижимаються до диску 5. Щока 3 здійснює коливальні рухи, і ексцентрики за рахунок тертя наворачтають диск 5 на визначений кут. При зворотньому русі щоки диск зупиняється ексцентриком 6, також прижатому пружиною. Ексцентрик 6 закріплений на нерухомій щоці 7. Величину кута повороту диска регулюють зміною положення осі 9 на фланцеві, на якому нанесена шкала  $4,6,8,18$  мм, що відповідає довжині відрізаного кубика.

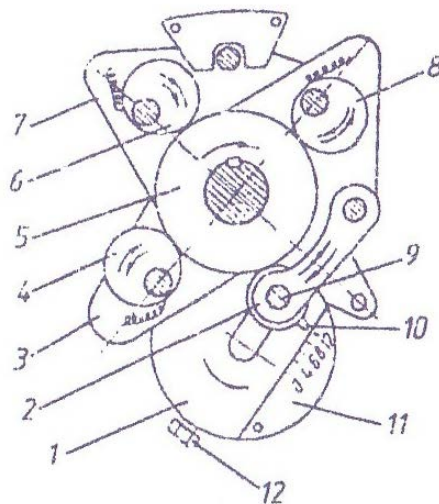


Рис. 1.3. Механізм циклічної подачі

1-фланець; 2-шатун; 3-рухома щока; 4,8-ведучі ексцентрики; 5-диск; 6-гальмівний ексцентрик; 7-нерухома щока; 9-вісь шатуна; 10-стрілка; 12-болт

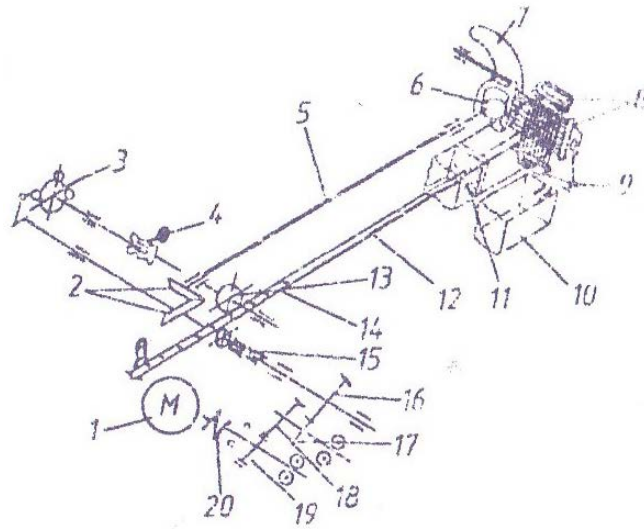


Рис. 1.4. Кінематична схема

1-електродвигун; 2-конічна зубчаста передача; 3-механізм циклічного переміщення поршня; 4-механізм включення; 5-вал ріжучого механізму; 6-ексцентрик; 7-серповидний ніж; 8-ножові рамки; 9-кутовий важіль;

Диск закріплений на валу, на якому закріплена шестерня рейкової передачі. Кінематична схема машини ФШМ-2 показана на рис. 1.4. Електродвигун 1 привода з'єднаний муфтою 20 з двухступінчастим циліндричним редуктором, що має шестерні 17,19 і зубчасті колеса 16,18. Вихідний вал редуктора запобіжною муфтою 15 з'єднаний з валом, на якому встановлена шестерня конічної передачі 2 і механізм циклічної передачі 3. Останній валом зв'язаний з шестернею 13 і далі з рейкою 14. Рейка з'єднана зі штоком 12 поршня 11 подаючого механізму. Конічна передача 2 обертає вал 5 ножового механізму. На валу закріплені ексцентрик 6 і серповидний ніж 7. Ексцентрик через вилку приводить в коливальний рух першу решітку 8, а від неї через кутовий важіль 9- другу. Механізм подачі вмикають муфтою 4.

Продуктивність шпигорізки залежить від розмірів кубиків. При розмірі сторони кубика 2 мм продуктивність рівна 200 кг/год, при 12 мм-750 кг/год. Потужність електродвигуна 1,7 кВт.

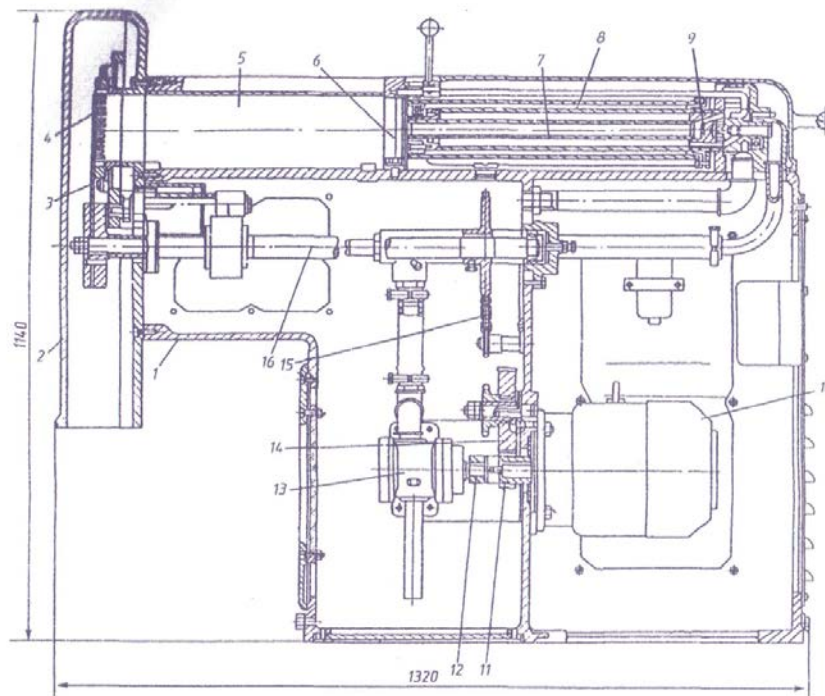


Рис. 1.5. Горизонтальна шпигорізка ГГШМ-1

1-станина; 2-кожух; 3-серповидний ніж; 4-ножові рамки; 5-короб; 6-поршень  
короба; 7-шток; 8-гідроциліндр; 9-поршень гідроциліндра; 10-електродвигун;  
11-шестерня; 12-муфта; 13-масляний насос; 14-зубчасте колесо; 15-  
ланцюгова передача; 16-ножовий вал.

Горизонтальна шпигорізка ГГШМ-1 має механічний привід ріжучого механізму і гідравлічний - подаючого. Ріжучий механізм аналогічний механізму шпигорізки ФШМ-2. Він складається з двох ножових рамок 4 і відрізного серповидного ножа 3 із зовнішньою ріжучою кромкою. Приводиться в рух ріжучий механізм від електродвигуна 10 потужністю 1,7 кВт. На валу електродвигуна встановлена шестерня 11, а на проміжному валу - зубчасте колесо 14. На проміжному валу встановлена також ведуча зірочка ланцюгової передачі 15. Ведена зірочка закріплена на ножовому валу 16, на якому закріплені серповидний ніж 3 і ексцентрик привода ножових рамок. Частота обертання серповидного ножа  $40 \text{ с}^{-1}$ , хід ножових рамок 42 мм. Подаючий механізм складається із двох коробів 5, які по черзі завантажуються і подаються під подачу. Подача здійснюється безперервно

поршнем, зв'язаним зі штоком 7 поршня 9 гідроциліндра 8. Робоча рідина в гідроциліндр поступає від шестеренного насоса 13, з'єднаного муфтою 12 з валом електродвигуна. Короба вручну переміщують із однієї зони в іншу. Всі механізми зібрані в чавунній станині 1. Ріжучий механізм закритий кожухом 2, оснащеним блокуючим пристроєм.

За допомогою шпигорізки нарізають кубики зі сторонами 4,6,8,12 мм. Найбільша її продуктивність 600 кг/год, маса 660 кг. Розглянуті машини з поршневою подачею діють періодично і тому мають невелику продуктивність. В той же час перевага такої подачі – відсутність небажаного впливу на шпиг, що дозволяє отримувати кубики з чистою поверхнею зрізу. Для збільшення продуктивності і забезпечення безперервного циклу роботи машин використовують шнековий подаючий механізм.

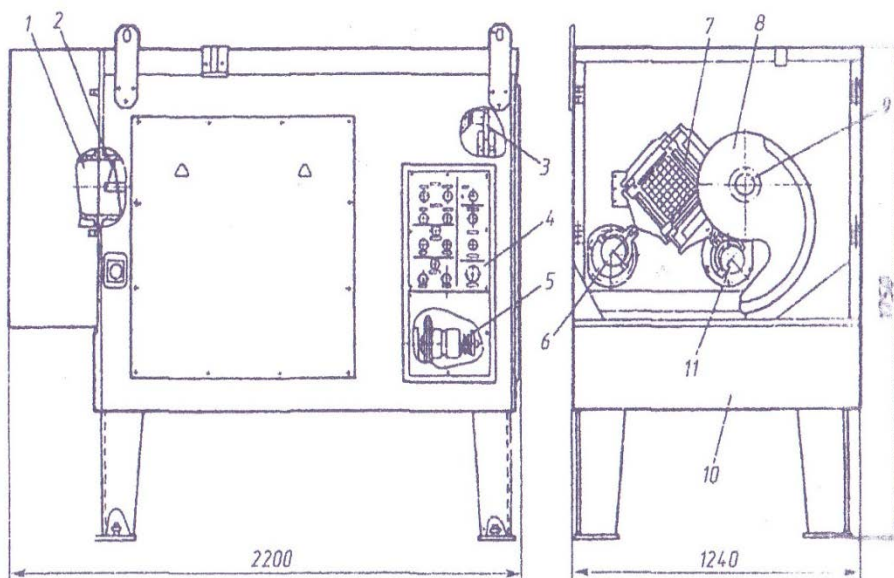


Рис. 1.6. Горизонтальна шпигорізка Я2-ФЛП/6

1-горловина; 2-живильник; 3-куліса; 4-пульт управління; 5-блокуючий пристрій; 6,11-ексцентрики; 7-ножові рамки; 8-серповидний ніж; 9-ножовий вал; 10-корпус.

Шпигорізка безперервної дії з шнековим подаючим механізмом. Вона складається із корпусу, в якому встановлені ріжучий, подаючий і приводний



Машина має два незалежні кінематичні ланцюги зі своїми електродвигунами. Шнек 18 і відрізний серповидний ніж 26 приводиться в рух від електродвигуна, який пальцевою муфтою 2 з'єднаний з редуктором 3. На вихідному валу редуктора закріплена зірочка 4 і запобіжна зубчаста муфта 5 з пружиною 6. Далі ланцюгом 7 через зірочку 8 рух передається на головний вал 31, на якому з одного боку закріплені серповидний ніж 26 і противаги 9, а з іншої – кривошип з гвинтовим регулюючим механізмом. Палець кривошипа з'єднаний з сухарем 13 куліси 14. Куліса поводком 15 зв'язана з зовнішнім кільцем обгінної муфти. Внутрішнє кільце муфти встановлено на порожнистому валу, на якому встановлений храповий механізм 17. Порожнистий вал шліцами зв'язаний зі шнеком 18. За допомогою гвинтового механізму 12 змінюється положення сухаря 13 куліси 14 і відповідно величини переміщення її вільного кінця, кута поворота обгінної муфти і шнека. Куліса здійснює коливальний рух, що складається із робочого і зворотнього вільного ходу. Для запобігання зворотнього прокручування шнека під час зворотнього ходу куліси служить храповий механізм 17. Всі вали встановлені в підшипникових опорах. Ножеві рамки 28,29 приводяться в коливальний рух від мотор-редуктора 22 через ланцюгову передачу 24 і ексцентрики 25. Ексцентрики тягами 21 і 27 з'єднані з ножевими рамками.

В бункер машини завантажують шматки шпигу розміром 200×150×50 мм з температурою від -5°С до 2°С. Сумарна потужність привода 8,5 кВт, продуктивність машини до 850 кг/год, маса 2250 кг. Машини для різання м'яса і шпику на кубики використовуються для підготовки сировини в ковбасному і консервному виробництвах.

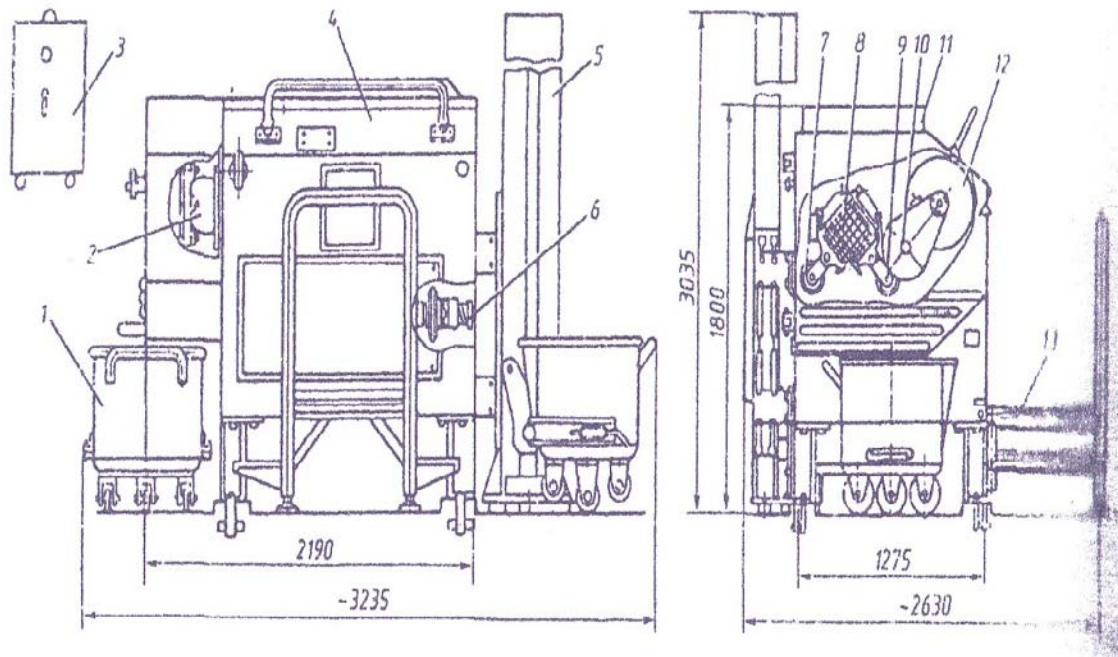


Рис. 1.8. Машина Я2-ФИА безперервної дії

2-горловина; 3-електрошкаф; 4-корпус; 5-підйомник; 6-вузол блокування;  
 7,9-лівий і правий ексцентрикові вали; 8-ножові рамки; 10-головний вал; 11-  
 завантажуючий бункер; 12-дисковий планетарний ніж; 13-площадка  
 обслуговування.

Вона має ріжучий механізм, що складається з ножових рамок 8 і дискового планетарного ножа 12. Матеріал, що розрізається подається шнеком в пульсуючому режимі. Кожна нова рамка приводиться в рух від окремого ексцентрика 7,9. Завантаження сировини в бункер здійснюється підйомником 5, а отримані кубики вивантажуються в візок 1.

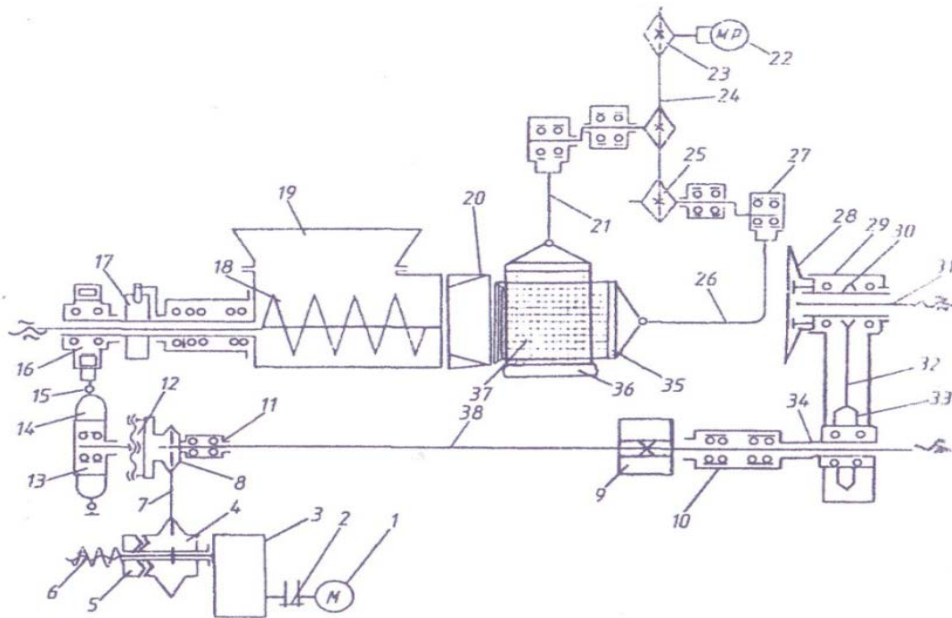


Рис. 1.9. Кінематична схема машини Я2-ФИА

1-електродвигун; 2-втулко-пальцева муфта; 3-редуктор; 4,8,30- зірочки; 5-зубчаста муфта; 6-пружина; 7,32 - ланцюги; 9-противаги; 10,11-підшипникові опори; 12-гвинтовий регулятор; 13-сухар; 14-куліса; 15-поводок; 16-обгінна муфта; 17-храповий механізм; 18-шнек; 19-бункер; 20-горловина; 21,26-тяги; 22-мотор-редуктор; 23,25-зірочки; 24-ланцюг; 27-ексцентрик; 28-дисковий ніж; 29-корпус; 31-вал; 33-нерухома зірочка; 35,36-ножові рамки; 37-пластинчасті ножі; головний вал.

Будова привода ножових рамок 35,36 і подаючого шнека 18 аналогічна будові машини Я2-ФЛП/6. Дисковий ніж встановлений на валу 31, який обертається в підшипниках, запресованих в корпус 29. Корпус кріплять на головному валу 38 за допомогою шліцевого з'єднання. Всередині корпуса розміщена ланцюгова передача. Зірочка 30 встановлена на валу 31 ножа, а друга зірочка 33 закріплена на втулці, яка штирями 34 жорстко зв'язана з корпусом підшипникової опори 10. При обертанні головного вала шліцями приводиться в рух корпус 29 і з ним дисковий ніж 28. В той же час ланцюг 32 обігає нерухома зірочку 33 і через зірочку 30 приводить дисковий ніж в обертання.

Відрізання продукта відбувається за рахунок обертальних рухів: обертання ножа і обертання корпусу ножа. На машині Я2-ФИА нарізають шпиг на кубики з розміром сторони 6,8,12 мм, а свинину- на шматки масою до 300 г і з розмірами сторін 12,24 мм. Потужність привода машини 10 кВт. Маса 1610 кг.

## 2. РОЗРОБКА НОВОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 2.1. Постановка завдань нового технічного рішення, визначення необхідних технічних параметрів

Форма і розмір кусочків шпику прямо впливають на технологічні і споживчі якості ковбас. Від них залежать терміни сушки сирокочених ковбас, якість і характер гістологічного зрізу готових виробів.

Відома шпигорізка (Гвоздев О.В. *Машини і устаткування для переробки продукції тваринництва. - Мелітополь.: Таврійська державна агротехнічна академія, 2001 р.- с. 75*), яка складається з двох ножових рамок, які перпендикулярні одна одній і здійснюють зворотно-поступальний рух завдяки ексцентрикам. Шпик ножовими рамками ріжеться на брусочки, а потім кубики шпику відтинаються обертовим серповидним ножом. Шпигорізки мають вертикальну чи горизонтальну подачу шпику, що здійснюється гідравлічним чи механічним пристроєм.

Недолікамивідомої шпигорізки є складність конструкції, металомісткість і значні витрати електроенергії на процес різання. При недостатньому тиску маси в коробі живлення відбувається деформація шпику і не забезпечується чітка форма кубиків.

Завдяки новій конструкції подрібнювальних механізмів, живильними вальцями шпик подається на барабани, які при взаємодії подрібнюють його на кубики. Шпигорізка (рис. 2.1) містить корпус, на якому закріплений обертовий ніж і штовхач. У верхній частині корпусу встановлений бункер з валом дискових ножів і рифленими живильними вальцями, а в нижній частині корпусу закріплені два взаємодіючі барабани.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Миколів І.М.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Золотарьов О.А.	<i>Назва, додаткова назва</i>		<b>22-2138.MP.03.002.ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.	<i>Розробка нового технічного рішення</i> <i>об'єкту дослідження</i>					
		<i>Інд. змін.</i>	<i>Да видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/13</b>		

У внутрішній частині перфорованого квадратними отворами барабана, вздовж його осі, встановлений конус з гвинтовими лопатями на зовнішній поверхні, а на поверхні другого барабана горизонтальними рядами з зазорами виконані квадратні призми, між якими, у нижній частині, закріплені шкребки.

Завдяки тому, що в приймальному бункері встановлений ножовий вал і живильні вальці забезпечується подрібнення і дозована подача брусочків шпику на взаємодіючі барабани і утворення кубиків шпику. Завдяки конусу з гвинтовими лопатями, закріпленому в порожнині перфорованого барабана, відбувається вивантаження шпику і очищення поверхні квадратних призм, виконаних на другому барабані, за допомогою шкребків.

Виконання живильного бункера з ножовим валом і живильними рифленими вальцями забезпечує стискання пласта шпику і його просування до барабанів, внаслідок чого підвищується рівномірність подачі. Використанням двох взаємодіючих барабанів досягається підвищення продуктивності шпигорізки, якості продукції, зниження металомісткості і зменшення енерговитрат.

На рис. 2.1 зображена принципова схема шпигорізки. Вона включає корпус 3, бункер 1, ножовий вал 2, живильні рифлені вальці 4, перфорований барабан 5, барабан з рядами призм 6, шкребки 7, привод 8, конус 9, гвинтові лопаті 10.

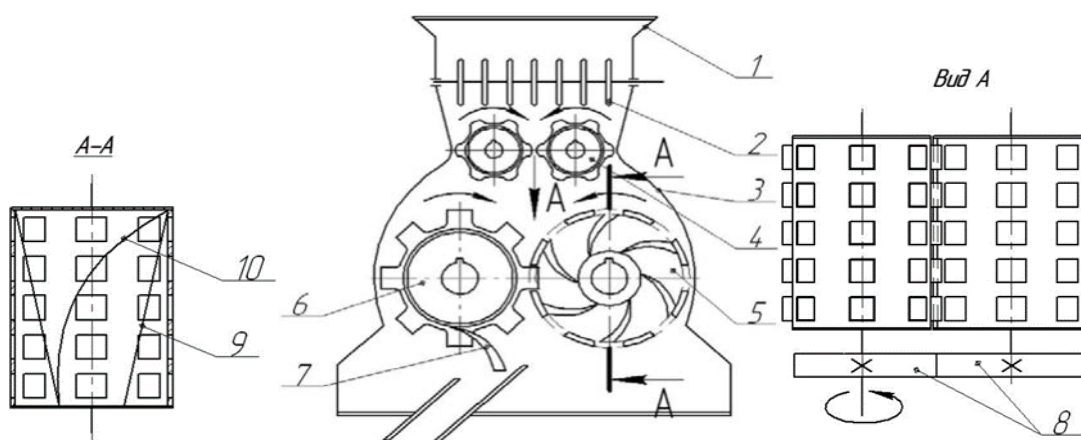


Рис. 2.1. Конструктивна схема машини для подрібнення шпику

Шпик завантажується у бункер 1. При вмиканні приводу 8 приводиться в рух ножовий вал 2, живильні рифлені вальці 4, барабани 5 і 6. Ножами вала 2 шпик подрібнюється на брусочки, що відповідають розмірам сторін кубика, які захоплюються живильними рифленими вальцями 4, стискаються у пласт і подаються до барабанів 5 і 6. Брусочки шпику захоплюються призмами барабана 6 і, протискуючись в квадратні отвори перфорованого барабана 5, утворюють кубики шпику, який попадає на поверхню конуса 9 і, гвинтовими лопатями 10, вивантажується з барабана 5.

Для забезпечення надійної роботи пристрою у нижній частині барабана 6 встановлені шкребки 7, що видаляють жири між рядами призм. Для різання шпику на кубики з розмірами сторін 4, 6, 8 і 12 мм встановлюють барабани з відповідними розмірами сторін призм і перфорованих отворів на барабані.

## **2.2. Конструкції формоутворюювальних різальних машин**

Процес приготування шпику для ковбасного виробництва складається з таких операцій: зняття шкурки, пластування і подрібнення шпику. Зняття шкурки зі шпику й обрізків свинини, отриманих при розбиранні свинячих туш, оброблених методом обшпарювання — обпалювання, є однією з найбільш трудомістких і мало механізованих операцій. При використанні спеціальних шкуркознімальних машин значно підвищується продуктивність праці, зменшується кількість прорізів на знятій шкурці, зростає вихід шпику і поліпшується зовнішній вигляд його поверхні. Нині для знімання шкурки зі шпику застосовують машини продуктивністю від 300 до 960 кг/год (залежить від складності конфігурації відрубу).

При виготовленні фаршированих ковбас із складним малюнком часто використовують шпик у вигляді пластини або шнура (прямокутного або квадратного перерізу). Щоб їх отримати шматки шпику (як правило, хребтового) розрізають вручну або на машині на пластини (шари) необхідної товщини. Цю операцію називають пластуванням. За потреби шари

розділяють на окремі шнури.

Шпик, грудинку, яловичий і баранячий жири, які вводять до ковбасного фаршу шматочками певної форми і розмірів, подрібнюють на шпигорізці. У деяких випадках (наприклад, при виробництві сирокочених ковбас із підмороженого м'яса) шпик подрібнюють на кутері на заключній стадії кутерування фаршу.

Шпикорізки бувають горизонтальними і вертикальними; ножі в перших двох площинах розділення можуть бути дискові або пластинчаті. На виході шпику встановлюють серповидні ножі з внутрішньою різальною крайкою. Пластинчасті ножі потребують установки живильного механізму, а дискові забезпечують самовтягування шпики.

Робоча частина шпикорізок включає приводний вал 1 з серповидним ножем 2 і ексцентриковим кулачком 3, розташованим в захваті вилки 4. Остання з'єднана з рамкою 5, несучою плоскі ножі 6, а через кутовий важіль 7, що коливається навколо осі 8, пов'язана з іншою рамкою 9, забезпеченою ножами 10. Різальний механізм встановлений у коробі 11, в якому переміщується штовхач 12, який отримує безперервний або пульсуючий рух від механізму подачі. Два розміри нарізаних шматочків визначаються відстанню між плоскими ножами, встановленими у рамках; третій - величиною подачі на один оберт серповидного ножа. Найменша товщина шматочка 4 мм [8].

### 2.3. Контактна взаємодія різальних інструментів з сировиною

Проаналізуємо дію сил на кожну робочу поверхню леза ножа окремо (рис. 2.2). Зі сторони відрізаної частинки на передню поверхню діє сила  $W$ , проекція якої на нормаль  $n-n'$  дає нормальну силу  $N$ .

$$N = W \times \cos f \quad (2.1)$$

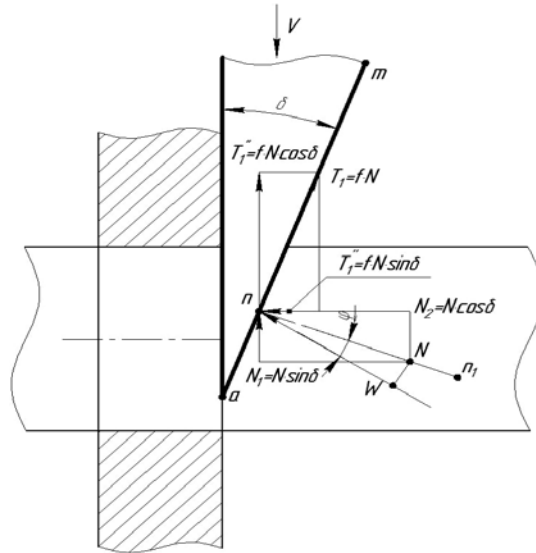


Рис. 2.2. Сили, які діють зі сторони відрізаної частинки на передню поверхню ножа

Силу  $N$  розкладемо по двох взаємно перпендикулярних напрямках:

- по напрямку руху ножа:

$$N_1 = N \cdot \sin \delta \quad (2.2)$$

- перпендикулярно до напрямку руху ножа

$$N_2 = N \cdot \cos \delta \quad (2.3)$$

Від нормальної сили на передній поверхні леза виникає сила тертя

$$T = f \cdot N, \quad (2.4)$$

де  $f = \operatorname{tg} \varphi$  – коефіцієнт тертя подрібненої маси по лезу;

$\varphi$  – кут тертя.

Розкладемо силу  $T$  по двох взаємно перпендикулярних напрямках:

- перпендикулярно до напрямку руху ножа:

$$T^1 = f \cdot \sin \delta \quad (2.5)$$

- проти напрямку руху ножа:

$$T^{11} = f \cdot N \cdot \cos \delta \quad (2.6)$$

Тоді загальний опір, який виникає на передній поверхні леза в напрямку, протилежному напрямку руху ножа буде дорівнювати

$$P = N \times \sin \delta + f \times N \times \cos \delta \text{ або } P = N_1 \times (\sin \delta + f \times \cos \delta) \quad (2.7)$$

А в напрямку, перпендикулярному до напрямку руху ножа, буде виникати сила:

$${}_2P = N \cdot \cos \delta \cdot f \cdot N \cdot \sin \delta \text{ або } {}_2P = N \cdot (\cos \delta \cdot f \cdot \sin \delta) \quad (2.8)$$

Таким чином,  $P_1$  - сила опору від стискання матеріалом передньої поверхні, а  $P_2$  - сила опору від обтискування матеріалом передньої поверхні.

Сила обтискування із збільшенням кута заточки падає, але збільшується сила стискання обернено пропорційно силі обтискування. Це підтверджується розрахунками. Якщо умовно прийняти силу стискання за одиницю, а коефіцієнт тертя м'яса по сталі 0,15 [2], то відношення сили стискання і обтискування при різних кутах заточки леза буде виглядати так (рис. 2.2).

Очевидно, що сила обтискування залежить від кута заточки і з ростом кута заточки вона падає.

Така залежність дозволяє припустити, що ножі з великим кутом заточки будуть, в основному, зношуватися по передній поверхні за рахунок сили стискання. Є підстава стверджувати, що якщо сила обтискування із зменшенням кута заточки до певного моменту росте, то сила стискання обов'язково повинна падати. Таким чином, з урахуванням того, що сила обтискування завжди менша сили стискання, можна стверджувати, що ножі з меншими кутами заточки будуть зношуватися менш інтенсивно.

Із самого характеру взаємодії передньої поверхні ножа з подрібнюваним матеріалом очевидно, що тиск, який діє з його сторони не може бути розподіленим по поверхні леза рівномірно (рис. 2.3).

Якщо розглядати точку  $m$ , яка при переміщенні ножа тільки підходить до матеріалу, то очевидно, що тиск на ній буде дорівнювати нулю і він не може зрости моментально. Він міг би бути більшим нуля в тому випадку, якби поверхня  $am$  ножа при своєму русі потягнула за собою

масу матеріалу, який з нею контактує, тобто якби відбувалося неначе пресування матеріалу в напрямі передньої поверхні  $am$ , але такого явища при подрібненні не відбувається. Таким чином тиск на одиницю площі стикання матеріалу з поверхнею  $am$  повинен зростати від нуля в точці  $m$  до максимального значення в точці  $a$ . Закономірність його зміни нам невідома. Припустимо, що він змінюється залінійною закономірністю. Довжина  $am$  дорівнює розміру навантаженої частини передньої поверхні ножа  $l_n = am$  (зношена площадка передньої поверхні, що визначається експериментально). Для ножів, які мають товщину леза 40 мкм,  $l_n = 80-120$  мкм. При збільшенні товщини ріжучого окрайка величина площадки  $l_n$  змінюється за лінійним законом.

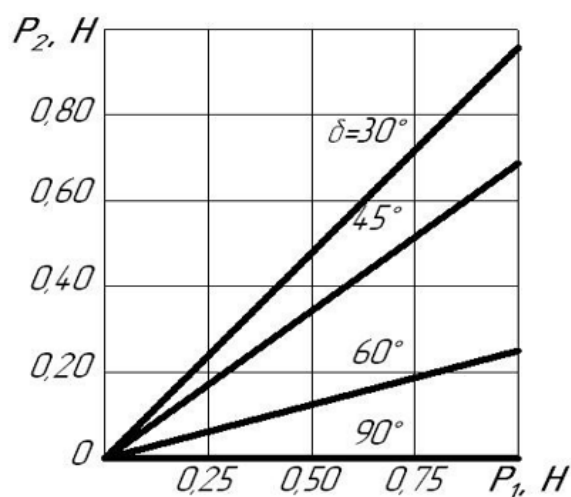


Рис. 2.3. Залежність сили обтискування  $P_2$  і сили стискування  $P_1$  від кута загострення леза

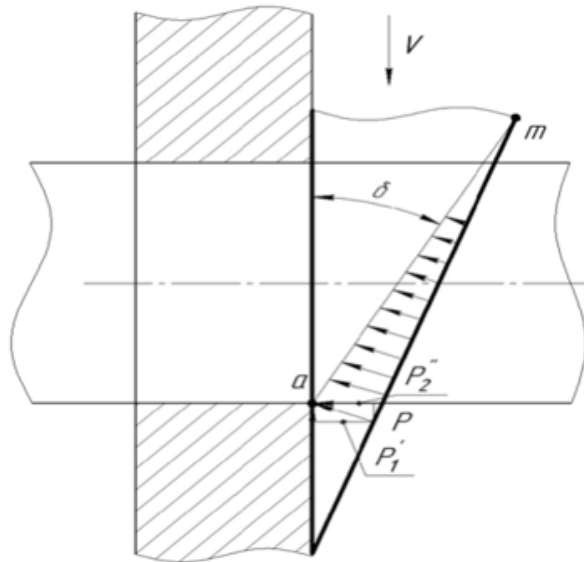


Рис. 2.4. Розподіл тиску по передній поверхні ножа

Тиск в точці  $a$  можна визначити за залежністю

$$p = p_0 \cdot \sin \delta \quad (2.10)$$

Закономірність розподілу тиску по поверхні  $am$  набуває вигляду

$$p_x = p_0 \cdot x \cdot \sin \delta \quad (2.11)$$

де  $x$  - величина, що змінюється від 0 до  $l_n$ .

Вірність такого погляду на розподіл тиску по передній поверхні підтверджується тим, що найбільший знос ножа зазвичай буває близько до його ріжучого крайка (див. рис. 2.4).

Сили  $P_1$  і  $P_2$  діють на передню поверхню у двох взаємно перпендикулярних напрямках і від їх величини залежить знос передньої поверхні ножа. Тому, з метою зменшення сил, які діють на передню поверхню, необхідно зменшити кут заточки  $\delta$  або збільшити опір спрацюванню передньої поверхні завдяки нанесенню на неї зносостійких покриттів.

Якщо прийняти межу міцності на стискання м'яса  $95 \times 10^{-3} \text{ Н/мм}^2$ , а коефіцієнт його тертя по сталі 0,15 [11], то сили стискання і обтискування, які діють на передню поверхню в залежності від радіуса заокруглення леза

і кута заточки, будуть мати вигляд, поданий на рис. 2.5.

Сила стискання зі збільшенням кута заточки росте і, при куті  $90^\circ$ , досягає максимального значення, а сила обтискування передньої поверхні продуктом зменшується і досягає нульового значення при куті заточки близькому до  $90^\circ$ .

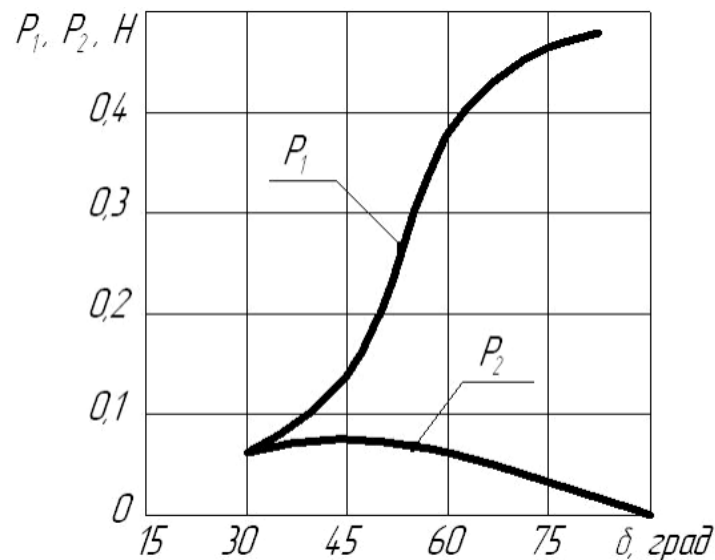


Рис. 2.5. Залежність сили стискання  $P_1$  і обтискування  $P_2$  від кута заточки леза з урахуванням руйнуючих напружень і радіуса заокруглення леза

Таким чином, при довільних значеннях кутів заточки, на передню поверхню діють сили стискання і обтискування в різній мірі. При цьому передня поверхня постійно знаходиться під впливом сил нормального тиску і тертя і, завдяки зміні кута заточки, досягнути самозаточування леза неможливо. Єдиним рішенням проблеми підвищення терміну служби ножів є зміцнення передньої поверхні леза зносостійким матеріалом.

Конструктивні параметри різальних робочих органів вибираються з урахуванням умов роботи, характеристик сировини, яка подрібнюється, кінематики різання, структурно-механічних характеристик подрібнювального продукту, міцності і жорсткості ножів та ін. Ці обставини зумовлюють

необхідність точного розрахунку і контролю різальних інструментів для надання їм оптимальних геометричних і механічних характеристик. Процес різання здійснюється серпоподібними ножами, різальна крайка яких виконана у вигляді кривої, побудованої за певною закономірністю.

Основним недоліком ножів з лезами, виконаними за логарифмічною спіраллю, є трудність у виконанні їх заточування. Ця проблема вирішується завдяки виготовленню різальної крайки ножа у вигляді ламаної лінії з  $i$ -тою кількістю прямолінійних ділянок, але розташованих за закономірністю логарифмічної спіралі (рис. 2.6). Це дає можливість отримати постійний кут різання всередині кожної різальної крайки, що забезпечує рівномірність подрібнення продукту по всій довжині леза, підвищує якість готового продукту і ефективність роботи ножа.

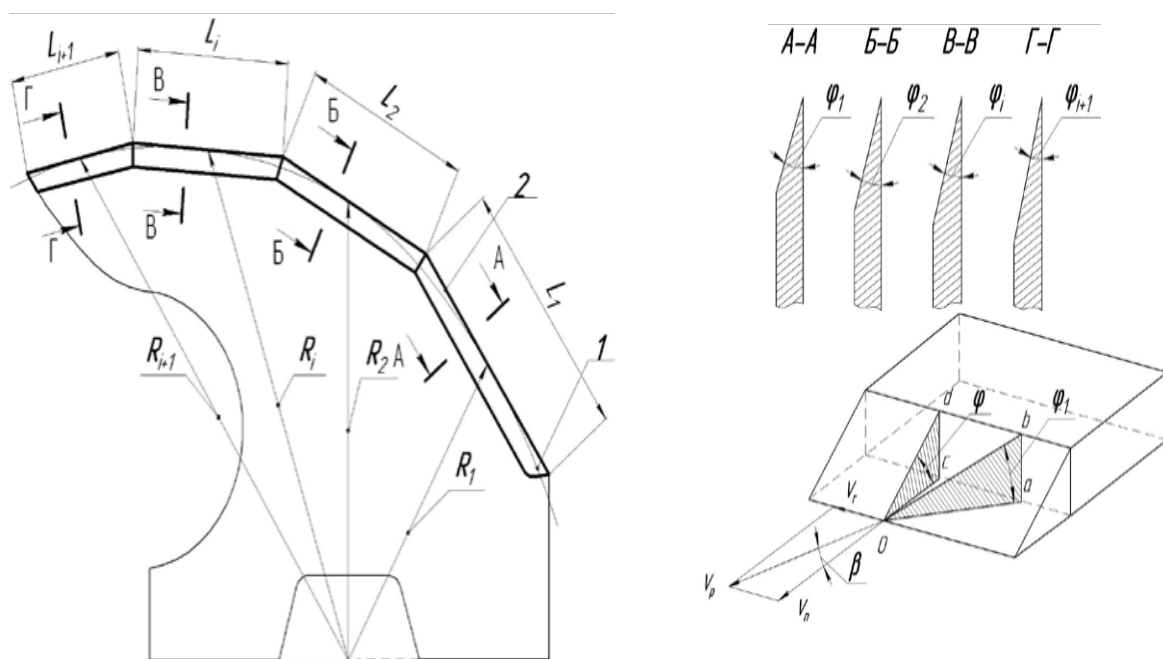


Рис. 2.6. Схема ножа з різальною крайкою у вигляді ламаної лінії (а) та трансформація кута заточки при різанні (б): 1 – логарифмічна спіраль; 2 – різальна крайка; б – схема для визначення трансформації кута заточки

Використання форми дозволяє упорядкувати геометричні розміри ножа і, тим самим, зменшити довжину кожної наступної прямолінійної ділянки різальної крайки, що знижує гідравлічний опір, а також витрати енергії на

процес подрібнення. Такий захід додатково покращує якість готового продукту і підвищує ефективність роботи машини.

Крім того, при різанні волокнистих матеріалів необхідно, щоб тиск у зоні контакту різальної крайки і продукту не зменшувався при зростанні відстані від осі обертання, а навпаки, збільшувався. Цього можна досягнути за рахунок зменшення кута заточки леза при збільшенні відстані від осі обертання до різальної крайки, або завдяки збільшенню кута зустрічі різальної крайки з продуктом. При використанні ножа з серповидною різальною крайкою другий шлях більш практичний і забезпечується збільшенням кута зустрічі по мірі зростання відстані від осі обертання до різальної крайки.

Разом з тим, це призводить до збільшення бічної поверхні ножа та інтенсивного підвищення температури фаршу. У той же час, використання ножів з ламаною різальною крайкою дозволяє зменшувати кут заточки леза по мірі збільшення відстані від осі обертання до різальної крайки. Легко переконатися, що в процесі різання з ковзанням кут заточки у напрямку різання змінює своє значення - зменшується залежно від кута ковзання  $\beta$ . Іншими словами, переходячи від уявлення про статичні геометричні параметри леза до уявлення про його кінематичні геометричні параметри, ми стикаємося з явищем трансформації кута заточування.

На рис. 2.6 подано схему леза з кутом заточки  $\alpha_0$ , рівним  $f$ . При проникненні леза в матеріал по нормалі, тобто за напрямом  $V_n$ , вказаний кут дорівнюватиме заміряному статично. У разі, коли лезо стане проникати в матеріал під деяким кутом  $\beta$  до нормалі, тобто в напрямку  $V_p$ , кут заточки повинен бути заміряним у площині, що проходить через цей напрямок  $V_p$ , тобто буде дорівнює куту  $\alpha_0\beta$ , рівному  $f_1$ . Закономірність зміни кута заточки  $f_1$  в залежності від зміни кута  $\beta$  може бути визначена, виходячи з геометричних співвідношень, таким чином:

Тому для зменшення лобового опору впровадженню леза ножа в

продукт, необхідно виготовляти лезо з кутом заточки, який проходять через площину аоб. У результаті досліджень впливу геометричних параметрів ножа на процес різання була розроблена нова конструкція ножа, що має ряд переваг у порівнянні з ножами, що серійно випускаються.

Забезпечується рівномірність подрібнення продукту по довжині різальної крайки; за рахунок трансформації кута заточки знижується лобовий опір впровадженню леза ножа в продукт; зменшення кута заточки леза по мірі збільшення відстані від осі обертання ножа до прямолінійної ділянки різальної крайки дозволяє зменшити її довжину, що призводить до зменшення бічної поверхні ножа і зниження темпів наростання температури подрібнюваної сировини.

#### **2.4. Техніко– економічне, соціальне обґрунтування модернізації.**

Шпигорізальна машина є обладнанням періодичної дії. У конструкції цієї машини є деякі недоліки: оскільки ножові рамки шпигорізки рухаються за рахунок коливань важеля, що рухається від кулачкового механізму та обертається на осі, існує дуже велика загроза зношення частин у зоні контакту важеля та лівого тримача. У базовій конструкції машини на важелі кріпився палець для приведення у рух ножових рамок. Для зменшення тертя в зоні контакту замість пальця встановлюємо вісь, підшипник та ролик. Важіль закріплюється на осі за допомогою гайки і шайби (для більш щільного зкріплення). З іншого боку важіль упирається у виступ на осі ( $\emptyset 30$ ). Під час коливання важеля з віссю, ролик рухається разом з підшипником. У такій конструкції машини головне тертя йде на вісь, підшипник та ролик.

Крім цього, у корпусі ножової рамки для зменшення тертя в направляючих отворах встановлюються фторопластові втулки, які фіксуються гвинтами спеціальних конструкцій (пустотілими). Це дозволить

зменшити зношення рухомих частин ножової рамки і направляючих отворів ножової рамки, оскільки тертя між фторопластом і металом менше, ніж між металами.

### 3. ДОСЛІДНА ЧАСТИНА ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

#### 3.1. Синтез ефективних серповидних ножів

Процес тонкого подрібнення м'ясної сировини на сьогоднішній день є одним з найбільш енергоємних процесів у ковбасному виробництві, а якість готового продукту великою мірою залежить від умов, в яких здійснюється подрібнення. З огляду на ресурсозбереження, даний процес досліджений недостатньо, що призводить до нераціонального використання енергії, яка витрачається на подрібнення, зниження якості готової продукції. Одним з шляхів є вдосконалення конструкції робочих органів машин. Основними робочими органами сучасних шпигорізок є ножі, які мають переважно пряму або серпоподібну форму. Основними геометричними параметрами, які характеризують процес різання є:

b - кут загострення леза ножа;

d - задній кут;

g - передній кут;

d + b - кут різання;

a - кут ковзання леза;

b' - кінематичний кут різання (див. рис. 2.6).

Важливим для здійснення технологічного процесу подрібнення м'яса для варених ковбас є кут загострення леза ножа b , адже загострити його потрібно так, щоб, з одного боку, забезпечити якісне різання, з іншого - стійкість ножа в процесі роботи. Раціональний час між переточуваннями ножа складає 8 годин безупинної роботи шпигорізки, а максимальну стійкість ножа, при якісному подрібненні м'ясної сировини, забезпечує його кут загострення  $b = 27-30^\circ$  [4].

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Миколай І.М.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Золотарьов О.А.	<i>Назва, додаткова назва</i>  <b>Дослідна частина та узагальнення результатів</b>	<b>22-2138.MP.03.003.ПЗ</b>				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Да видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/9</b>	

Загальновідомо, що на ефективність різання впливає його кінематика, яка визначається швидкостями руху точок леза. Швидкість  $v$  будь-якої точки леза відносно продукту змінна у часі і утворює з лезом гострий кут  $\alpha$ , так що вона розкладається на нормальну  $v_n$  і дотичну  $v_t$  до леза складові. Кут  $\alpha$  між векторами  $v$  і  $v_n$  є кутом ковзання леза, а тангенс цього кута називається коефіцієнтом ковзання леза  $k_c$ .

Відомо, що можливі три варіанти процесу різання [12]:

- а) якщо  $v = v_n$ ,  $v_t = 0$  і  $k_c = 0$ , то різання без ковзання або це нормальне (рубачуче) різання;
- б) якщо  $v \neq v_n$ , то різання косе або похиле (ковзне);
- в) якщо  $v = v_t$ ,  $v_n = 0$ ,  $k_c = 0$ , то лезо ковзає поверхнею продукту, не вклинюючись в нього, при цьому різання не відбувається.

Похиле різання має перевагу перед нормальним, тому що при цьому значно зменшується  $v_n$ , що обумовлює менше зминання продукту, втрату ним соку і краще зберігання смакових і товарних якостей.

Основними перевагами похилого різання є:

- а) кінематична трансформація кута загострення леза  $b'$ ;
- б) перенесення частини сили тертя продукту на ніж з нормального напрямку до леза на дотичний  $b$ .

Ефект кінематичної трансформації кута загострення полягає у тому, що у випадку похилого різання фактичний кут  $b'$  дещо менший від конструктивного кута загострення ножа, що було вже показано вище.

На енерговитрати у процесі різання шпика впливають такі чинники: товщина леза, глибина його занурення, шорсткість поверхні ножа, кут загострення, швидкість різання та фізико-механічні властивості продукту, що розрізається. Правильне врахування усіх чинників, які впливають на енерговитрати при різанні, має вирішальне значення під час розробки конструкцій робочих органів.

Серпоподібні ножі можуть мати різноманітну форму леза. Дуже часто форма леза ножа побудована на основі математичних кривих. Найчастіше застосовують евольвенту, логарифмічну спіраль, архімедову спіраль [11].

Розглянемо, які показники будуть у леза, виконаного у вигляді архімедової спіралі.

Колова швидкість будь-якої точки різальної крайки, виконаної у вигляді спіралі Архімеда, визначається із співвідношення [11]: до леза складові. Кут  $\alpha$  між векторами  $v$  і  $v_n$  є кутом ковзання леза, а тангенс цього кута називається коефіцієнтом ковзання леза  $k_c$ .

Відомо, що можливі три варіанти процесу різання [11]:

- а) якщо  $v = v_n$ ,  $v_t = 0$  і  $k_c = 0$ , то різання відбувається без ковзання або це нормальне (рубаче) різання;
- б) якщо  $v \neq v_n$ , то різання косе або похиле (ковзне);
- в) якщо  $v = v_t$ ,  $v_n = 0$ ,  $k_c = 0$ , то лезо ковзає поверхнею продукту, не вклинюючись в нього, при цьому різання не відбувається.

Похиле різання має перевагу перед нормальним, тому що при цьому значно зменшується  $v_n$ , що обумовлює менше зминання продукту, втрату ним соку і краще зберігання смакових і товарних якостей.

Основними перевагами похилого різання є:

- а) кінематична трансформація кута загострення леза  $b'$ ;
- б) перенесення частини сили тертя продукту на ніж з нормального напрямку до леза на дотичний  $b$ .

Ефект кінематичної трансформації кута загострення полягає у тому, що у випадку похилого різання фактичний кут  $b'$  дещо менший від конструктивного кута загострення ножа, що було вже показано вище

Таким чином, нормальна швидкість різання буде постійною у будь-якій точці леза

При використанні ножа з лезом у вигляді логарифмічної спіралі

швидкість руху точки по променю пропорційна довжині радіуса, причому при  $w = const$  колова швидкість будь-якої точки леза теж пропорційна радіусу [12]. Отже, коефіцієнт ковзання є постійною величиною  $k_c = const$ .

При використанні ножа з лезом у вигляді евольвенти тангенціальна швидкість у будь-якій точці леза постійна [12]. На рис. 3.1 показані деякі можливі варіанти конфігурацій ножів.

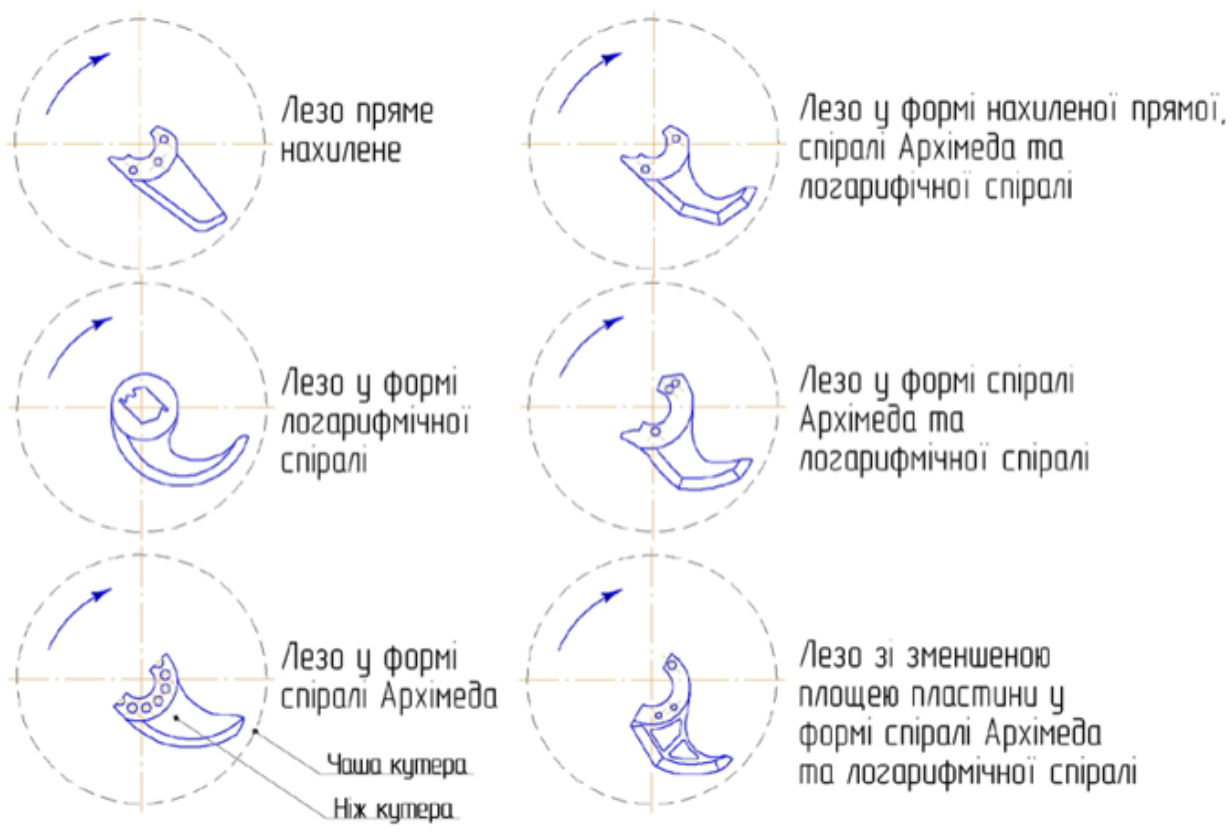


Рис. 3.1. Профілювання серповидних ножів на основі математичних кривих

Розрахунки і дослідження показали, що застосування ножів з формою леза у вигляді архімедової спіралі та евольвенти доцільне під час подрібнення м'яса з низьким вмістом сполучної та хрящової тканини, а використання ножів з формою леза у вигляді логарифмічної спіралі - для подрібнення м'яса з високим вмістом сполучної тканини. Тому в запропонованого ножа для забезпечення його універсальності прийнято рішення поєднати у формі леза криву Архімеда та логарифмічну спіраль. При цьому спіраль Архімеда

застосовано ближче до центра обертання ножа, а логарифмічну спіраль - ближче до периферії, де швидкість різання більша.

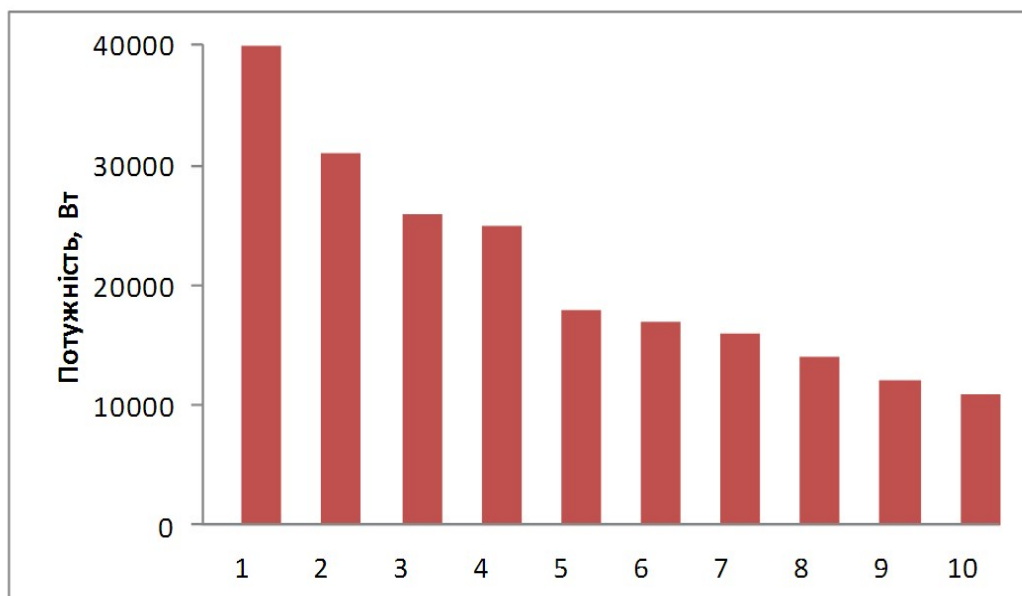


Рис. 3.2. Залежність споживаної потужності від форми ножів

1 – логарифмічна спіраль; 2 – евольвента; 3 – поєднання спіралі Архімеда та логарифмічної спіралі; 4 – спіраль Архімеда; 5 – поєднання спіралі Архімеда та логарифмічної спіралі і зменшена бічна поверхня; 6-10 – прямі ножі

Мінімальна потужність на різання необхідна (рис. 3.2), якщо ножі прямі і кут між дотичною до кола та лезом  $90^\circ$ , тобто різання рубає без тангенціальної складової. Теоретично таке різання є найбільш економічно вигідним. Разом з тим, на практиці таке різання дає добрий результат лише під час подрібнення м'яса I сорту (без вмісту сполучної тканини) і лише у разі застосування гострого леза. Незначне затуплення різальної крайки, яке відбувається вже через декілька хвилин кутерування, відразу погіршує якість подрібнення і підвищує енергоспоживання. Тому різання такими ножами у кутерах практично не застосовують. Краще поведуть себе прямі ножі з кутом між дотичною до кола та лезом  $60-90^\circ$ . Енергоспоживання при подрібненні

такими ножами дещо більше, але якість подрібнення сировини краща. Однак подрібнення м'яса з деяким вмістом сполучної тканини у випадку незначного затуплення різальної крайки, також є проблематичним застосування цих ножів.

Для подрібнення сировини зі значним вмістом сполучної тканини найкраще застосовувати ножі з лезом, крайка якого окреслена по логарифмічній спіралі, евольвенті чи архімедовій спіралі. Високу якість подрібнення забезпечують ножі з лезами, побудованими по логарифмічній спіралі, але і споживання енергії у таких ножів максимальне.

Найкращими у співвідношенні якості шпику та енергоспоживання є ножі, у яких різальна крайка одночасно окреслена спіраллю Архімеда та логарифмічною спіраллю.

Тертя ножів по сировині призводить до небажаного перегрівання сировини, що може спричинити денатурацію білків, надлишкове деформування фаршу та зниження його структурно-механічних характеристик. Тому для ще більшого зменшення енергоспоживання за рахунок зменшення сили тертя варто застосовувати ножі зі зменшеною поверхнею бічних граней.

### **3.2. Устрій та принцип роботи модернізованого об'єкту проектування**

Для ряду ковбасних і кулінарних виробів використовують шпиг і м'ясо, нарізане на шматочки певної форми і розміру. Це кубики, паралелепіеди, брусочки і т.д. Для цих цілей використовують машини для різання м'яса, і шпигу (шпигорізальні машини).

Шпигорізки складаються із механізмів різання, подачі, завантаження, приводу. Специфічною особливістю шпигорізок є багатоступінчастий ріжучий механізм (рис. 3.3). Він має два ряди ножових рамок 5,7 з пластинчастими ножами 6,8. Ножі 6 першої рамки розрізають шпиг на

пластини, ножі 8 другої рамки – на полоски, поперечний переріз яких – квадрат зі сторонами, рівними відстані між ножами. Ножі мають двухсторонню заточку і закріплюються в рамці з попереднім натягненням, що дозволяє використовувати ножі малої товщини. Відстань між ножами визначають вимогами до розміру кінцевих кубиків і встановлюють рівними 4,6,8,12 мм.

Для відрізання кубиків використовують серповидні ножі 2 з зовнішньою або внутрішньою ріжучою кромкою. Ніж закріплюють на валу 1, на якому закріплюють і ексцентрик 3 приводу ножових рамок. Ексцентрик обертається у вилці 4, яка зв'язана тягою з першою рамкою 5 і приводить її в коливальний рух. Обидві рамки зв'язані між собою двухплечим кутовим важелем 11, що обертається на осі 12. Через важіль коливання від першої рамки 5 передаються на другу 7. Продукт, що розрізається поміщають в короб 9 і поршнем-штовхачем 10 подають до ріжучого механізму. Короби розташовують горизонтально або вертикально. У першому випадку серповидний ніж обертається у вертикальній площині, у другому - в горизонтальній. Ріжучий механізм приводиться в дію від електромеханічного приводу, подаючий - від механічного чи гідравлічного. При використанні поршневої подачі шпигорізки працюють в періодичному режимі. Для безперервної роботи використовують шнековий подаючий режим.

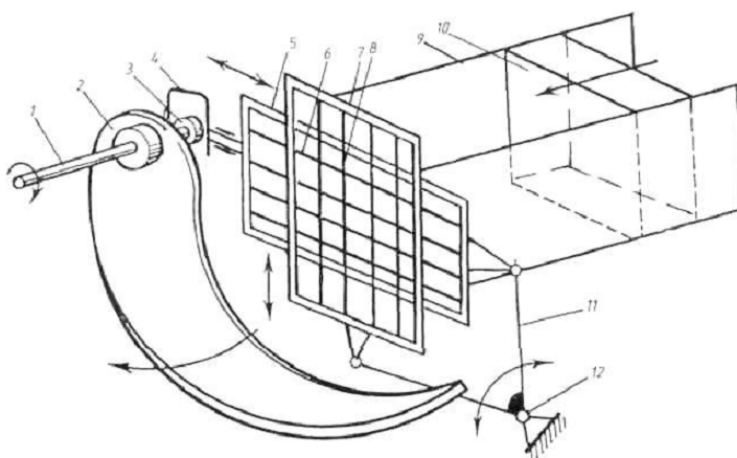


Рис. 3.3. Ріжучий механізм

1-привідний вал;2-серповидний ніж;3-ексцентрик;4-вилка;5,7-ножові рамки;6,8-пластинчасті ножі;9-короб;10-поршень-штовхач;11-кутовий важіль;12-вісь.

Ручкою перемикача кроку подачі 28 на лицевій панелі машини встановлюється необхідний крок подачі штовхача гідроциліндра. Шпиг без шкурки вручну завантажується в завантажуючий пристрій 22. Після завантаження шпиг подається вручну шибером у порожнину перед штовхачем 29, ущільнюючи продукт, при цьому зпрацьовує безконтактний вимикач, встановлений в завантажуючому пристрої, і автоматично здійснюється підтискання і робочий хід штовхача.

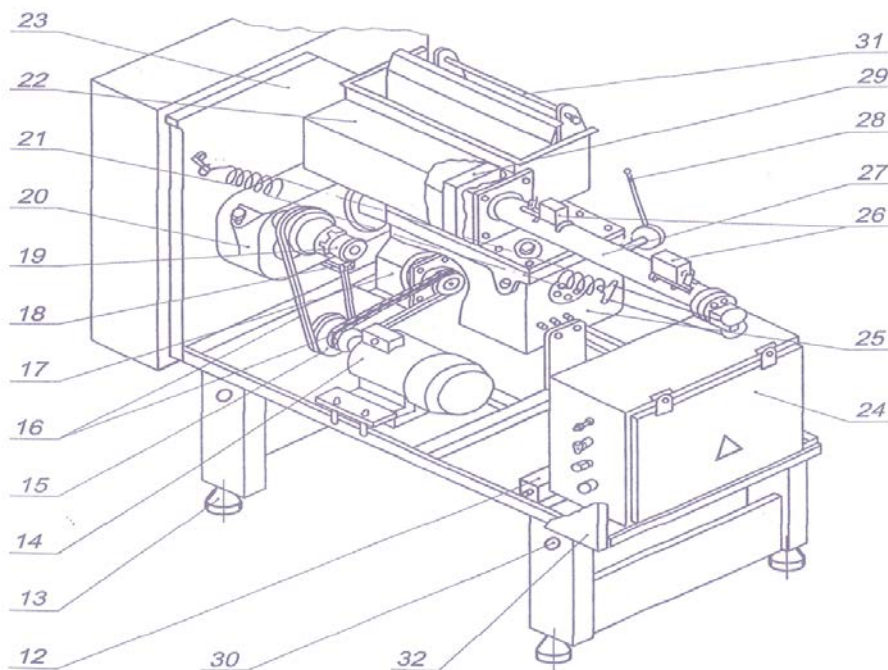


Рис. 3.4. Загальний вид машини шпигорізної

12,26-вимикач ВПК; 13-опора; 14-електродвигун; 15-шків; 16-пас; 17-пластинчастий насос; 18-струмомознімач; 19-електромагнітна муфта; 20-редуктор; 21-пружина; 22-завантажуючий пристрій; 23-плита; 24-шкаф електроуправління; 25-блок насоса; 27-гідроциліндр; 28-ручка перемикачання кроку подачі; 29-штовхач; 30-шток; 31-ручка шибера завантажуючого пристрою; 32-панель.

Пристрій підпресовки рівномірно стискає продукт, що забезпечує точність порцювання і високу якість нарізки. Конструкція шпигорізки дозволяє подрібнювати м'ясо та шпиг без попередньої заморозки. Нормальна робота машини забезпечується при температурі продукту 0-30°C, найбільш оптимальна температура 5-10°C. Дана машина має високу продуктивність і великий різновид нарізки. Не допускається подрібнення мяса з кістками або замороженої сировини. Рекомендована температура сировини 0-2°C. Потрібний розмір подрібнюваних кубиків досягається заміною рамок.

У базовій конструкції машини на важелі кріпився палець для приведення у рух ножових рамок. Для зменшення тертя в зоні контакту замість пальця встановлюємо вісь, підшипник та ролик.

Важіль закріплюється на осі за допомогою гайки і шайби (для більш щільного закріплення). З іншого боку важіль упирається у виступ на осі ( $\emptyset$  30). Під час коливання важеля з віссю, ролик рухається разом з підшипником. У такій конструкції машини головне тертя йде на вісь, підшипник та ролик.

Крім цього, у корпусі ножової рамки для зменшення тертя в направляючих отворах встановлюються фторопластові втулки, які фіксуються гвинтами спеціальних конструкцій (пустотілими). Це дозволить зменшити зношення рухомих частин ножової рамки і направляючих отворів ножової рамки, оскільки тертя між фторопластом і металом менше, ніж між металами.

## 4. ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ

### 4.1. Вибір конструкційних матеріалів

Вибір матеріалів, які застосовуються в харчовому машинобудуванні при виготовленні машини шпигорізної зумовлено наступними основними факторами:

- допустимістю контакту з харчовими продуктами;
- економічною доцільністю застосування;
- вимогами до надійності та довговічності устаткування;

При проектуванні машин та апаратів харчового машинобудування ці завдання вирішуються шляхом застосування конструкційних матеріалів. Безпосередня взаємодія з технологічними і харчовими середовищами, довготривала безпосередня робота, абразивна дія деяких домішків, агресивний вплив навколишнього середовища, дезінфікуючих розчинів, підвищена температура, значні перепади тиску, а також інші специфічні умови, визначають особливі вимоги до вибору і призначення конструкційних матеріалів. Ці матеріали повинні бути дозволені для контакту з харчовими продуктами. Також дуже важливе використання найбільш дешевих матеріалів, які відповідають вимогам конструкції, а також поєднанням пар конструкційних матеріалів, що забезпечує найменше з можливого зношування поверхонь тертя.

Довговічність шпигорізки визначається головним чином зносостійкістю деталей, тому одним із основних шляхів збільшення терміну служби та надійності роботи шпигорізки є підвищення зносостійкості поверхонь тертя деталей.

По мірі зношування деталей в парах тертя збільшуються зазори, порушується нормальна робота механізму, виникає вібрація, ударні впливи

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Миколай І.М.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Золотарьов О.А.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Технологія машинобудування</b>	<b>22-2138.MP.03.004.ПЗ</b>				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Да видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/9</b>	

на поверхні деталей. Вихід деталей з ладу внаслідок зношування може призвести до простою устаткування, що порушує ритм виробництва, що є недопустимим.

Виходячи з аналізу характеристик середовища, в якому працює ріжучий механізм шпигорізки та усіх факторів, які впливають на роботоспроможність машини, а також враховуючи властивості тих чи інших матеріалів, для виготовлення таких деталей як корпус, обираємо конструкційну леговану сталь 35ХГ2; для правого та лівого тримачів ножів обираємо конструкційну леговану сталь 38ХС, яка використовується для отримання деталей високої міцності, пружності та зносостійкості. Враховуючи економічний та технічний аспект цього питання, для виготовлення даних виробів обираємо корозійно-стійку сталь 65Х13, яка характеризується відмінною ріжучою здатністю. У привід шпигорізки входить гідроциліндр, який контактує безпосередньо з водою, отже для його виготовлення обираємо хромовану сталь 30ХГСА.

## 4.2. Технологія машинобудування

### **Розроблення технологічного процесу складання черв'ячного редуктора.**

В якості прикладу розглянемо черв'ячний редуктор (рис.4.1), який застосовують для приведення в дію стрічковий конвеєр для відведення нарізаного шпику. З одного боку він приєднується до муфти, а з іншого до ланцюгової передачі. У черв'ячному редукторі збільшення крутного моменту і зменшення кутової швидкості вихідного вала відбувається за рахунок перетворення енергії, укладеної в високої кутової швидкості та низькому моменті, що крутить на вхідному валу.

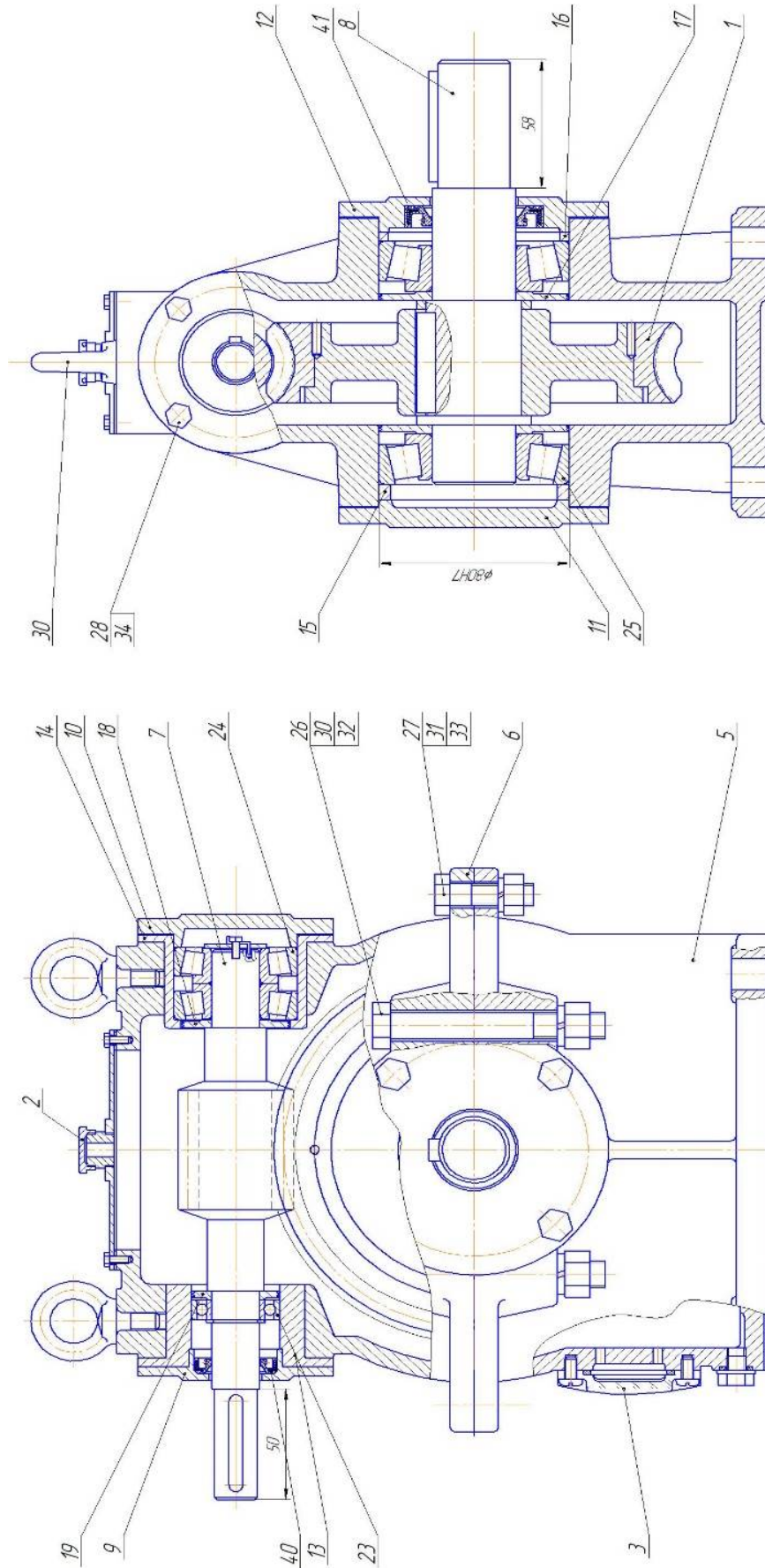


Рис. 4.1. Черв'ячний редуктор

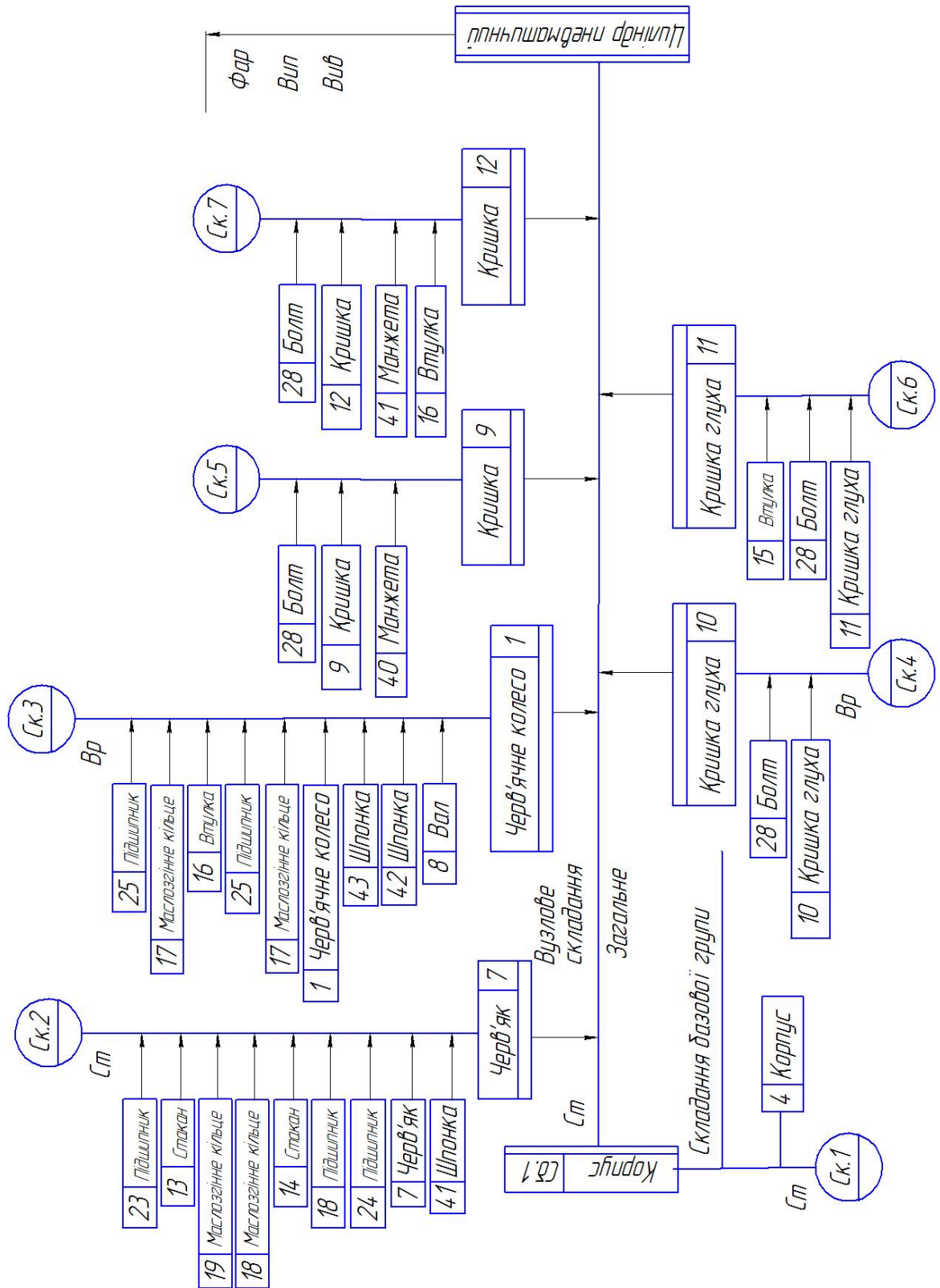


Рис. 4.2. Технологічна схема складання черв'ячного редуктора

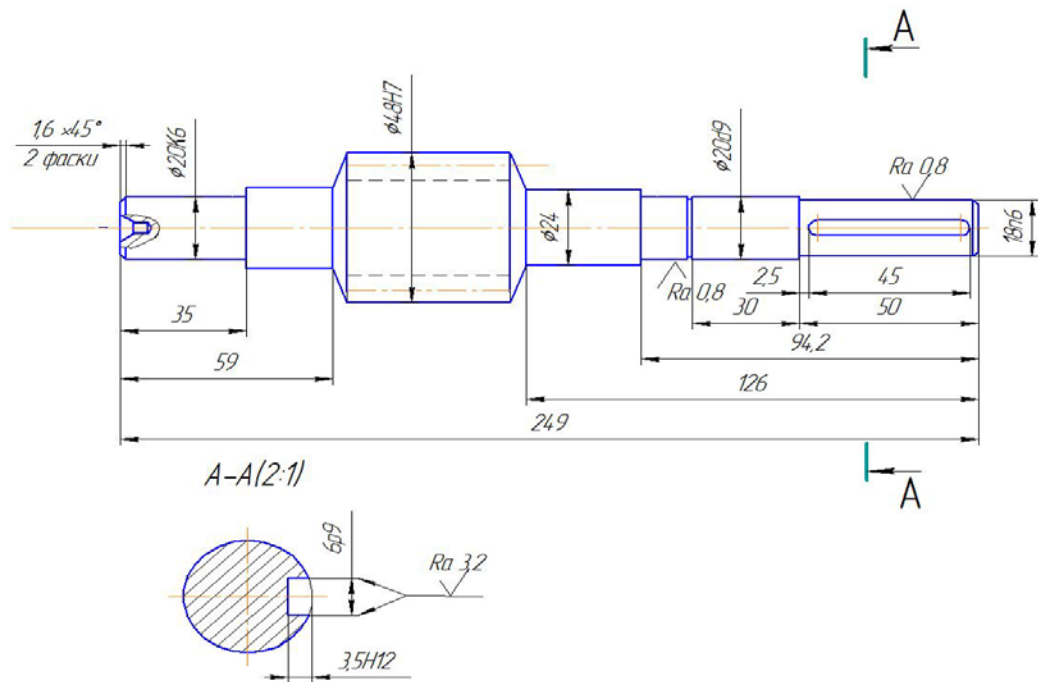
Таблиця 4.1. Приклад технологічного маршруту складання черв'ячного редуктора

№ операції	№ переходу, зміст переходу
<b>10. Збирання корпусу (Ск. 1)</b>	10.1 Установити корпус на складальному стенді й закріпити його 10.2. Очистити різьбові отвори від стружки 10.(3-6). Вкрутити болт М12 – 6g в отвір 10.7. Переустановити корпус і закріпити 10.(8-11). Вкрутити болт М12 – 6g в отвір
<b>20. Збирання черв'ячного валу (Ск. 2)</b>	20.1 Установити черв'ячного валу на складальному стенді і закріпити його 20.2. Очистити канавки черв'ячного валу 20.(3-4). Надіти два підшипники 20.5. Встановити два стакана 20.6. Надіти два маслозгінних кілець 20.7. Надіти підшипник 20.8. Встановити складальний вузол «черв'ячний вал Ск. 2» в «корпус Ск. 1».
<b>30 Збирання черв'ячного колеса (Ск. 3)</b>	30.1 Установити черв'ячний вал на складальному стенді і закріпити її 30.2. Встановити дві шпонки 30.(3-4). Встановити два маслозгінних кільця 30.5. Встановити втулку 30.6. Надіти два підшипники 30.7. Встановити складальний вузол «черв'ячного колеса Ск. 3» в «корпус Ск. 1».
<b>40 Збирання глухої кришки (Ск. 4)</b>	40.1 Установити глуху кришку на складальному стенді і закріпити її 40.2. Очистити різьбові отвори 40.3. Надіти кільце 40.4. Встановити складальний вузол «глухої кришка Ск. 4» в «корпус Ск. 1». 40.(5-8). Встановити шайби на болт М12 – 6g

<b>50 Збирання скрізної кришки (Ск. 5)</b>	50.1 Установити кришку на складальному стенді і закріпити її 50.2. Очистити різьбові отвори 50.3. Надіти манжету 50.4.Встановити складальний вузол «кришка Ск. 5» в «корпус Ск. 1». 50.(5-8). Встановити шайби на болт М12 – 6g
<b>60 Збирання глухої кришки (Ск. 6)</b>	60.1 Установити глуху кришку на складальному стенді і закріпити її 60.2. Очистити різьбові отвори 60.3. Надіти кільце 60.4.Встановити складальний вузол «глухої кришка Ск. 6» в «корпус Ск. 1». 60.(5-8). Встановити шайби на болт М12 – 6g
<b>70 Збирання скрізної кришки (Ск. 7)</b>	70.1 Установити кришку на складальному стенді і закріпити її 70.2. Очистити різьбові отвори 70.3. Надіти манжету 70.4.Встановити складальний вузол «скрізна кришка Ск. 7» в «корпус Ск. 1». 70.(5-8). Встановити шайби на болт М12 – 6g
<b>80. Контрольна</b>	80.1. Проконтролювати роботу редуктору
<b>90. Фарбування</b>	90.1 Пофарбувати виріб
<b>100. Консервація</b>	100.1. Нанести захисне покриття або використати спосіб «чохол» (обмотування полімерною плівкою)

### **Розрахунок надійності черв'ячного валу**

1.Визначити ймовірність безвідмовної роботи черв'ячного валу та проаналізувати надійність його роботи.



2. Проведемо розрахунок ймовірності безвідмовної роботи черв'ячного валу для критичного перерізу в місці переходу діаметрів:

Вихідні данні:

- $d_1=24$  mm
- $d_2=20$ mm
- $r_r=0.3$

Марка: Сталь 45

3. Шляхом інтерполяції знаходимо за таблицями ефективні коефіцієнти напружень при згинанні та крученні:

$$\sigma_{вр} = 650 \text{ МПа,}$$

$$M_{зг} = 80 \text{ Н} \cdot \text{м;}$$

$$M_{кр} = 45 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\frac{r_2}{d_2} = \frac{0,3}{20} = 0,015; \quad \frac{d_1}{d_2} = \frac{24}{20} = 1,2; \quad K_{\sigma} = 1,66; \quad K_{\tau} = 1,7.$$

4. Масштабний фактор при згинанні та крученні визначаємо за табл. 4 за величиною його меншого діаметра (діаметр вала  $d_1$  ).

Для нашого прикладу  $d_2 = 20$  мм коефіцієнти дорівнюють:  $\epsilon_{\sigma} = 0,83$ ;  
 $\epsilon_{\tau}=0,71$

5. Середні значення амплітуд напружень при згинанні та крученні для нашого прикладу визначають за формулами:

$$\sigma_{зг} = \frac{M_{зг}}{W_{зг}} = \frac{32M_{зг}}{\pi d_2^3} = \frac{32 \cdot 80 \cdot 10^3}{\pi(20)^3} = 101,9 \text{ МПа};$$

$$\tau_{кр} = \frac{M_{кр}}{W_{кр}} = \frac{M_{кр}}{0,2d_2^3} = \frac{45 \cdot 10^3}{0,2(20)^3} = 28,1 \text{ МПа},$$

де:  $W_{зг}$ ,  $W_{кр}$  - момент опору при згинанні та крученні в критичному перерізі валу,  $\text{мм}^3$ .

6. Коефіцієнти запасу міцності при згинанні та крученні валу становить відповідно:

$$n_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}} \sigma_u} = \frac{280}{\frac{1,66}{0,83} 101,9} = 1,37;$$

$$n_{\tau} = \frac{2\tau_{-1}}{\frac{K_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}} \tau_{кр}} = \frac{2 \cdot 140}{\frac{1,7}{0,71} 28,1} = 4,16;$$

де:  $\sigma_{-1} = 280$  МПа,  $\tau_{-1} = 140$  МПа – границі витривалості матеріалу валу (Сталь 45) відповідно при згинанні та крученні.

7. Загальний сумарний коефіцієнт запасу міцності визначається за формулою:

$$n = \frac{n_{\sigma} \cdot n_{\tau}}{\sqrt{n_{\sigma}^2 \cdot n_{\tau}^2}} = \frac{1,37 \cdot 4,16}{\sqrt{1,37^2 \cdot 4,16^2}} = \frac{5,69}{5,69} = 1.$$

8. Середнє квадратичне відхилення амплітуд напружень

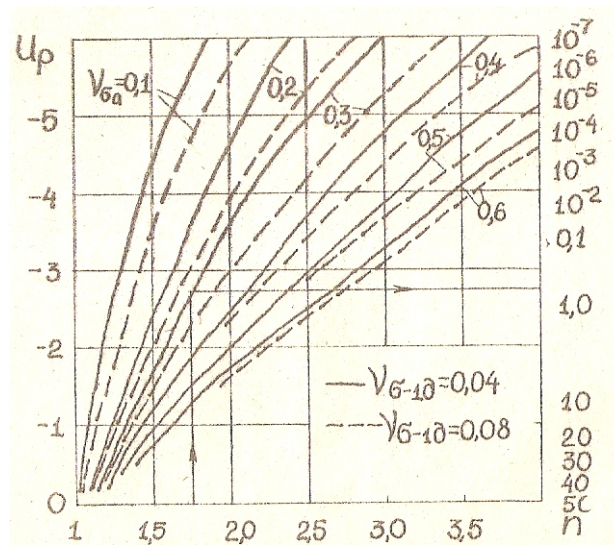
$$S_a = \frac{A \cdot \sigma_{зг}}{3} = \frac{0,56 \cdot 101,9}{3} = 19,02 \text{ МПа}, \text{ де } A = \frac{M_{кр}}{M_{зг}} = \frac{45}{80} = 0,56.$$

9. Коефіцієнт варіації амплітуд

$$v_a = \frac{S_a}{\sigma_{зг}} = \frac{19,02}{101,9} = 0,18$$

10. Приймаємо сумарний коефіцієнт варіації амплітуд  $v_a = 0,2$ . Знаходимо за графіком ймовірність відмови (руйнування черв'ячного валу в критичному

перетині) при одержаних розрахункових даних ( $n = 1,75$ ;  $v_a = 0,24$ ).  
Ймовірність руйнування черв'ячного валу в критичному перерізі:  $F(t) = 0,03$ .



11. Враховуючи співвідношення між ймовірностями безвідмовної роботи і відмов, ймовірність безвідмовної роботи вала становить:

$$P(t) = 1 - F(t) = 100 - 0,03 = 99,7.$$

Одержаний показник свідчить, що вал має високу експлуатаційну надійність.

### ***Сертифікація елементів технологічного обладнання***

В даному випадку обираємо 3 схему сертифікації, дана схема передбачає:

- Продукція випускається серійно;
- Проводиться обстеження виробництва;
- Атестація виробництва не проводиться;
- Сертифікація систем якості не проводиться ;
- Випробування проводяться на зразках, що відібрані в порядку і в кількості ,які встановлені органом сертифікації.

## 5. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

### 5.1. Розрахунок продуктивності шпигорізки та потужності двигуна

1. Продуктивність: теоретична (максимальна) при різанні шпигу на кубики розміром  $4 \times 4,6 \times 6,12 \times 12$ .

$$M_0 = 500 \text{ кг/год} = 0,14 \text{ кг/с};$$

Реальна продуктивність:

$$M = M_0 / (1 + \phi_0),$$

де:  $\phi_0$  - коефіцієнт, що враховує втрати часу на допоміжні операції,  $\phi_0 = 0,4 - 0,6$ ;

$v$  - швидкість подачі шпигу вздовж короба.

$$v = c \cdot n_c,$$

де:  $c$  - подача шпига штовхачем за один оберт серповидного ножа;  $c = 4 \text{ мм} = 0,004 \text{ м}$

$n_c$  - число обертів серповидного ножа в секунду;

$$n_c = 240 \text{ об/хв};$$

$$V = 0,004 \cdot 4 = 0,016 \text{ м/с}.$$

2. Визначення розмірів перерізу короба:

$$M_0 = a \cdot b \cdot v \cdot \rho \cdot \phi_1,$$

де:  $a$  і  $b$  - розміри перерізу короба (довжина, ширина);

$\rho$  - щільність шпига;  $\rho = 960 \text{ кг/м}^3$ ;

$\phi$  - коефіцієнт, що враховує щільність укладки шпига в коробі;  $\phi = 0,8$ .

$$a \cdot b = M_0 / (v \cdot \rho \cdot \phi) = 0,17 / (0,016 \cdot 960 \cdot 0,8) = 0,014 \text{ м}^2$$

3. Потужність двигуна шпигорізки:

$$N = A \cdot \Psi_x \cdot b \cdot z \cdot n \cdot (2 \cdot c \cdot z_0 + b) \cdot \eta_a / 60 \cdot 1000 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2,$$

де:  $A$  - питомі витрати енергії,  $A = 150$ ;  $A = 15000 - 18000 \text{ Н} \cdot \text{м} / \text{м}^2 = \text{Дж/м}^2$ ;

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Миколай І.М.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Золотарьов О.А.	<i>Назва, додаткова назва</i>		<b>22-2138.MP.03.005.ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.	<i>Розрахункова частина</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Да видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/10</b>

$\Psi_x$  - коефіцієнт використання максимальної продуктивності,  $\Psi_x=0,9$ ;  
 $b$  - розмір короба перерізу,  $b=0,12 \times 0,12$  м;  
 $n$  - число обертів ножа;  $n=240$  об/хв;  
 $c$  - подача шпигу при одному обороті ножа;  $c=0,006$  м.о;  
 $z$  - число серповидних ножів,  $z=1$ ;  
 $z_0$  - число ножів;  
 $\eta_a$  - коефіцієнт запасу потужності;  $\eta_a=1,25$ ;  
 $\eta_1$  - коефіцієнт втрати потужності двигуна;  $\eta_1=0,95$ ;  
 $\eta_2$  - ККД приводу;  $\eta_2=0,85$ .

$$N=15000 \cdot 0,9 \cdot 0,11 \cdot 1 \cdot 90 \cdot (2 \cdot 0,006 \cdot 16 + 0,11) \cdot 2/60 \cdot 1000 \cdot 0,95 \cdot 0,85 = 3,22/3,23 = 0,996 \text{ кВт} = 1 \text{ кВт.}$$

## 5.2. Кінематичний розрахунок

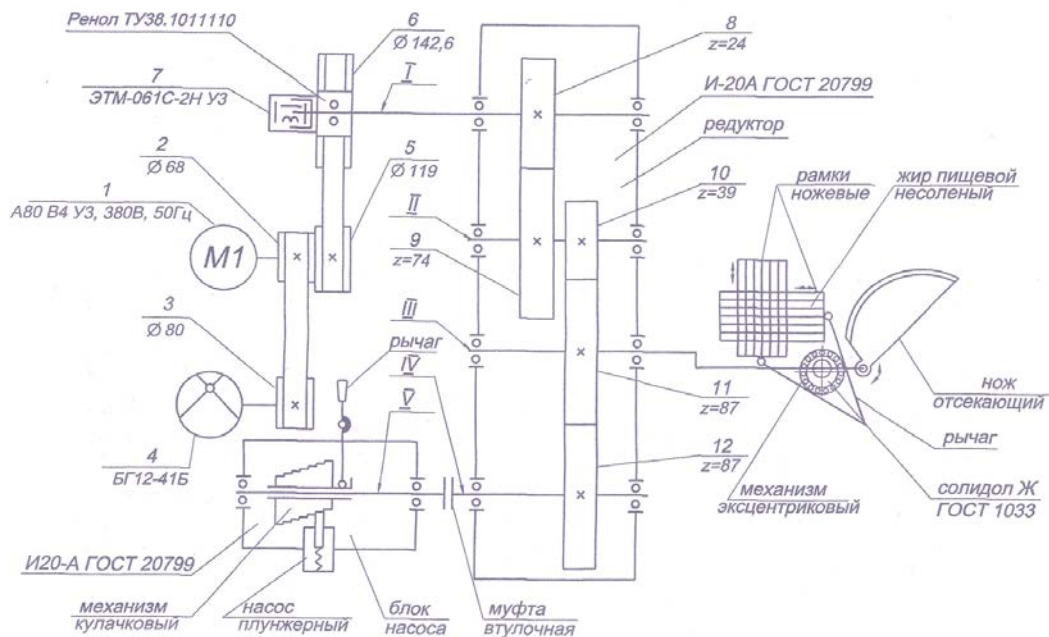


Рис. 5.1 Кінематична схема шпигорізки

1) Кількість обертів:

$$n_1 = 1500 \text{ об/хв};$$

$$n_2 = 1500/1,2 = 1250 \text{ об/хв};$$

$$n_3 = 1250/3 = 416,7 \text{ об/хв};$$

$$n_4 = 416,7/2,2 = 189,4 \text{ об/хв};$$

$$n_5 = 189,4/1 = 189,4 \text{ об/хв}.$$

2) Потужність:

$$N_1 = 1,5 \text{ кВт};$$

$$N_2 = N_1 \cdot \eta_{\text{пас.пер.}} = 1,5 \cdot 0,94 = 1,41;$$

$$\eta_{\text{пас.пер.}} = 0,94$$

$$N_3 = N_2 \cdot \eta_{\text{зуб.пер.}} = 1,41 \cdot 0,93 = 1,3 \text{ кВт};$$

$$\eta_{\text{зуб.пер.}} = 0,93;$$

$$N_4 = N_3 \cdot \eta_{\text{зуб.пер.}} = 1,3 \cdot 0,93 = 1,2 \text{ кВт};$$

$$N_5 = N_4 \cdot \eta_{\text{зуб.пер.}} = 1,2 \cdot 0,93 = 1,1 \text{ кВт};$$

$$N_6 = N_5 \cdot \eta_{\text{муф}} = 1,13 \cdot 0,985 = 1,12 \text{ кВт};$$

$$\eta_{\text{муф}} = 0,985$$

### 5.3. Розрахунок циліндричної прямозубої передачі

Номинальна потужність, що передається шестернею  $N_1 = 1,3$  кВт; частота обертання  $n_1 = 1250$  хв<sup>-1</sup>; передаточне число  $u = 3$ ;

1. Обираємо матеріал і граничні напруження для шестерні та колеса. Обираємо для колеса і шестерні – сталь 45 (поковка); термообробка – нормалізація. Для шестерні при радіусі заготовки 40...100мм

$$\sigma_B = 570 \text{ МПа}, \sigma_T = 270 \text{ МПа}, HB_1 170;$$

для колеса при радіусі заготовки >100мм

$$\sigma_B = 570 \text{ МПа}, \sigma_T = 260 \text{ МПа}, HB_2 170;$$

2. Визначаємо допустиме напруження згину для шестерні.

$$\sigma_F = \frac{\sigma_{F \text{ lim1}}}{S_F} \cdot Y_S \cdot Y_R;$$

Спочатку знаходимо границю витривалості зубців при згині,

$$\sigma_{F \text{ lim1}}^0 = \sigma_{F \text{ limb1}} \cdot K_{FC} \cdot K_{FL1};$$

де:

$$\sigma_{F\lim b1}^0 = 1,8 \cdot HB_1 = 1,8 \cdot 170 = 306 \text{ МПа};$$

$K_{FC}$  – коефіцієнт, що враховує вплив двохстороннього прикладення навантаження. При односторонньому прикладенні навантаження  $K_{FC} = 1$ . Коефіцієнт довговічності приймаємо  $K_{FL1} = 1,0$ . Відповідно:

$$\sigma_{F\lim 1} = 306 \cdot 1 \cdot 1 = 306 \text{ МПа};$$

Визначаємо коефіцієнт безпеки:

$$S_F = S'_F \cdot S''_F = 1,75 \cdot 1,5 = 2,625;$$

Коефіцієнт  $Y_S = 1,0$ ;  $Y_R = 1,0$ ;

Отже, допустиме напруження згину для зуба шестерні:

$$[\sigma_{F1}] = \frac{306}{2,625} \cdot 1 \cdot 1 = 116 \text{ МПа}$$

3. Визначаємо допустиме напруження згину для шестерні.

$$\sigma_F = \frac{\sigma_{F\lim 2}}{S_F} \cdot Y_S \cdot Y_R;$$

Спочатку знаходимо границю витривалості зубців при згині,

$$\sigma_{F\lim 2}^0 = \sigma_{F\lim b2}^0 \cdot K_{FC} \cdot K_{FL2};$$

де,

$$\sigma_{F\lim b2}^0 = 1,8 \cdot HB_2 = 1,8 \cdot 170 = 306 \text{ МПа};$$

$K_{FC} = 1$ .

Коефіцієнт довговічності приймаємо  $K_{FL2} = 1,0$ . Відповідно:

$$\sigma_{F\lim 2} = 306 \cdot 1 \cdot 1 = 306 \text{ МПа};$$

Коефіцієнт  $Y_S = 1,0$ ;  $Y_R = 1,0$ ;

Отже, допустиме напруження згину для зуба шестерні:

$$[\sigma_{F2}] = \frac{306}{2,625} \cdot 1 \cdot 1 = 116 \text{ МПа}$$

4. Допустиме напруження згину при розрахунку по максимальному навантаженні для зубця шестерні.

$$[\sigma_{FM1}] = \frac{\sigma_{F \lim M1}}{S_{FM}} \cdot Y_S$$

Спочатку знаходимо граничне напруження, що не викликає остаточних деформацій, або крихкого злому.

$$\sigma_{F \lim M1} = 4,8 \cdot HB_1 = 4,8 \cdot 170 = 816 \text{ МПа};$$

Коефіцієнт безпеки:

$$S_F = S'_F \cdot S''_F = 1,75 \cdot 1,5 = 2,625;$$

$Y_S$  – коефіцієнт чуттєвості матеріала до концентрації напружень,  $Y_S = 1$ .

Відповідно

$$[\sigma_{FM1}] = \frac{816}{2,625} \cdot 1,0 = 311 \text{ МПа}$$

Отже, допустиме напруження згину при розрахунку під дією максимальних напружень для зубця колеса  $[\sigma_{FM2}] = [\sigma_{FM1}] = 311 \text{ МПа}$ , так як колесо і шестерня виготовлені з одного матеріала і мають однакову твердість.

5. Допустиме контактне напруження при розрахунку по максимальному навантаженні для зубця шестерні.

$$[\sigma_{HM1}] = 2,8 \cdot \sigma_T = 2,8 \cdot 270 = 756 \text{ МПа}$$

для зуба колеса

$$[\sigma_{HM2}] = 2,8 \cdot \sigma_T = 2,8 \cdot 260 = 728 \text{ МПа}$$

6. Розрахунок зубців на витривалість при згині.

Визначаємо модуль зачеплення

$$m = \sqrt[3]{\frac{2T_{F1} \cdot T_{F\alpha} \cdot T_{F\beta} \cdot T_{FV} \cdot \cos^2 \beta}{z_1^2 \cdot \psi_d \cdot [\sigma_{F1}]} \cdot Y_{F1}}$$

Коефіцієнт, що враховує розподіл навантаження між зубцями  $K_{F\alpha} = 1,0$

Коефіцієнт ширини  $\psi_{d \max} = 0,7$  Відповідно

$\psi_d = (0,7 \dots 0,9) \cdot \psi_{d \max} = 0,7 \cdot 0,7 = 0,49$ . Приймаємо  $\psi_d = 0,5$ .

Коефіцієнт, що враховує розподіл навантаження по ширині зубця  
 $K_{F\beta} = 1,35$

Орієнтовна колова швидкість колес:

$$v = 0,0125 \cdot \sqrt[3]{N_1 \cdot n_1^2} = 0,0125 \cdot \sqrt[3]{1,3 \cdot 1250^2} = 1,5 \text{ м/с}$$

При даній швидкості потрібний ступень точності передачі – 7-ий.  
Коефіцієнт, що враховує динамічне навантаження  $K_{FV} = 1,5$

Число зубців шестерні  $z_1=24$ . Число зубців колеса  $z_2 = z_1 \cdot u = 24 \cdot 3 = 72$   
Приймаємо  $z_2 = 72$ .

Визначаємо коефіцієнти форм зубців для шестерні і колеса відповідно:  
 $Y_{F1} = 4,25; Y_{F2} = 3,75;$

Визначаємо відношення  $\frac{Y_F}{[\sigma_F]}$

Отже для шестерні:  $\frac{Y_{F1}}{[\sigma_{F1}]} = \frac{4,25}{116}$ , а для колеса  $\frac{Y_{F2}}{[\sigma_{F2}]} = \frac{3,75}{127}$

Обираємо найслабіше колесо нашої зубчастої пари, для якої  $\frac{Y_F}{[\sigma_F]}$   
більше.

Тому при підрахунку модуля підставляємо  $\frac{Y_{F1}}{[\sigma_{F1}]} = \frac{4,25}{116}$ .

Отже, модуль зачеплення

$$m = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 62,7 \cdot 10^3 \cdot 1,0 \cdot 1,35 \cdot 1,5}{24^2 \cdot 0,5 \cdot 116}} \cdot 4,25 = 3,59 \text{ мм}$$

Отриманий модуль округляємо по стандарту,  $m = 4$  мм. Уточнюємо розрахунковий модуль:

$$m' = m \cdot \sqrt[3]{\frac{K'_{FV} \cdot Y_S}{K_{FV} \cdot Y'_S}}$$

Попередньо визначаємо необхідні величини.

Діаметр початкового кола шестерні:

$$d_{\omega 1} = m \cdot z_1 = 4 \cdot 24 = 96 \text{ мм}$$

Розрахункова колова швидкість колес:

$$v = \frac{\pi \cdot d_{\omega 1} \cdot n_1}{60000} = \frac{3,14 \cdot 96 \cdot 1250}{60000} = 6,28 \text{ м/с}$$

При даній швидкості потрібний ступень точності передачі – 7-ий, що співпадає з попередньо прийнятим.

Уточнюємо коефіцієнт динамічного навантаження  $K'_{FV} = 1,56$

Коефіцієнт чуттєвості матеріала до концентрації напружень  $Y_s = 0,92$

Модуль зачеплення:

$$m' = 3,59 \cdot \sqrt[3]{\frac{1,56 \cdot 1,0}{1,5 \cdot 0,92}} = 3,98$$

Приймаємо  $m = 4$  мм.

6. Розрахунок сил, які діють в зачепленні.

Колова сила:

$$F_t = \frac{2T_1}{d_1} = \frac{2 \cdot 102 \cdot 10^3}{96} = 2125 \text{ Н}$$

Доцентрова сила:

$$Q = F_t \cdot \cos \alpha = 2125 \cdot \cos 20^\circ = 2020,9 \text{ Н}$$

#### 5.4 Розрахунок підшипників

Вибір підшипників проводимо по динамічній вантажопід'ємності:

$$L = \left(\frac{C}{P}\right)^\rho,$$

де:  $L$  – номінальна довговічність підшипника в мільйонах оберта;

$C$  – динамічна вантажопід'ємність підшипника за каталогом ;

$\rho = 3$  – показник ступеня: для шарикопідшипників.

Номінальна довговічність підшипника в годинах:

$$L = \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot L = \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left(\frac{C}{P}\right)^\rho,$$

де:  $P$  – еквівалентне розрахункове навантаження.

Для приводного вала вибираємо радіальні шарикопідшипники. Для цих підшипників еквівалентне розрахункове навантаження:

$$P = (x \cdot V \cdot Fr + y \cdot Fa) \cdot K_{\delta} \cdot K_T,$$

де:  $y$  – коефіцієнт осьового навантаження;

$x$  – коефіцієнт радіального навантаження;

$K_{\delta}$  і  $K_T$  – відповідно коефіцієнти безпеки і температурний;

$V = 1$  – коефіцієнт обертання ( $=1$  – якщо обертається внутрішнє кільце);

$F_a$  і  $F_r$  – відповідно осьове і радіальне навантаження на опорі.

Так як в нашому випадку осьове навантаження відсутнє, то за табл. 6.1 [2]  $\Rightarrow x=1; y=0$  ( $\alpha=0^\circ$ ), тоді

$$P = x \cdot V \cdot Fr \cdot K_{\delta} \cdot K_T = V \cdot Fr \cdot K_{\delta} \cdot K_T$$

Попередньо приймаємо радіальні шарикопідшипники №60201 ГОСТ 7242-81 з  $C=41900$  Н,  $C_0 = 34900$  Н,  $d=12$  мм,  $D=32$  мм,  $L_h=10000$  год.

Розрахункове навантаження на опорі:

$$R_1=143,25 \text{ Н}$$

$$Fr=R_1=143,25 \text{ Н}$$

Еквівалентне розрахування навантаження

$$P = 1,0 \cdot 143,25 \cdot 1,4 \cdot 1,0 = 200,55 \text{ Н},$$

де:  $K_{\delta} = 1,4$  (за табл. 6.3 [2]) – коефіцієнт безпеки;

$K_T = 1,0$  – температурний коефіцієнт.

Відношення  $\frac{C^p}{P} = 1,55$  за табл. 21 [2] при  $L_h = 10000$  год і  $n_6 = 3 \text{ хв}^{-1}$

$C^p = P \cdot 1,55 = 200,55 \cdot 1,55 = 310,85$  Н – розрахункова динамічна вантажопід'ємність. Ми залишаємо підшипник №60201 з  $C = 41900$  Н,  $d=12$ мм,  $D=32$ мм і  $B = 8$  мм.

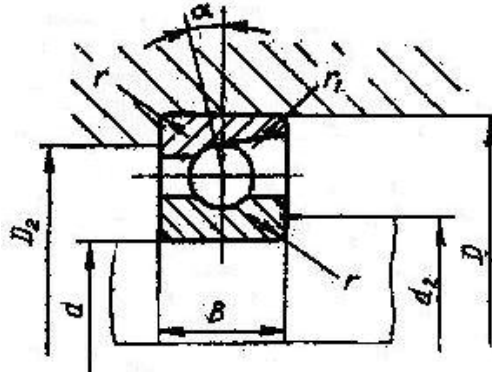


Рис. 5.2. Ескіз підшипника

Визначаємо довговічність підшипника

$$L_h = \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left( \frac{41900}{200,55} \right)^3 = 50664 \text{ год}$$

Звідси видно, що підшипники за час експлуатації лінії прослужить 6,5 років, при умові відповідного догляду за ними.

### 5.5. Розрахунок клинопасової передачі

Розрахуємо клинопасову передачу приводу від електродвигуна А80В4У3,380В,50Гц, номінальна потужність якого  $K_d = 1,5$  кВт, номінальна частота обертів  $n_d = 1500$  об/хв. Передаточне число  $i=1,2$ . Крутний момент на швидкохідному валу електродвигуна  $T_{шв} = 9,9$  Нм. Робота двохзмінна, навантаження спокійне.

За даним моментом  $T_{шв} = 10$  (Нм) приймаємо переріз паса "Б" з розмірами:  $b_p = 14$  мм,  $h = 10,5$  мм,  $b_0 = 17$  мм,  $y_0 = 4$  мм,  $F1 = 1,38$  см<sup>2</sup>.

Діаметр меншого шківa  $d_{p \min} = 119$  мм, приймаємо  $d_{p1} = 119$  мм.

Діаметр більшого шківa знаходимо за формулою [4]:

$$d_{p2} = d_{p1} i (1 - s),$$

де:  $\epsilon = 0,02$  - коефіцієнт ковзання паса.

$$d_{p2} = 119 \cdot 1,23 \cdot (1 - 0,02) = 143,4 \text{ (мм)}.$$

Стандартний діаметр за ГОСТ 17383-73 (табл.2.21 [4])  $d_{p2} = 142,6$  мм.

Фактичне передаточне число згідно з виразом [4]:

$$u_p = dp_2 / (dp_1(1 - E)) = 142.6 / (119 \cdot (1 - 0.02)) = 1.22$$

Швидкість паса за формулою [4]:

$$V = \frac{\pi dp_1 n_1}{60 \cdot 1000} = \frac{3.14 \cdot 119 \cdot 1500}{60 \cdot 1000} = 9.34 \text{ м}$$

Частоту обертання веденого валу знаходимо за формулою [4]:

$$n_2 = \frac{dp_1 \cdot n_1 (1 - \varepsilon)}{dp_2} = \frac{119 \cdot 1500 (1 - 0.02)}{142.6} = 1226.7 \text{ об/хв}$$

Міжосьова відстань  $a = 1.5 \cdot dp_2 = 1.5 \cdot 142.6 = 213.6 \text{ мм}$ .

Приймаємо міжосьову відстань  $a = 230 \text{ мм}$ .

Розрахункову довжину паса знаходимо за формулою:

$$L = 2a + \pi/2 (dp_1 + dp_2) + (dp_2 - dp_1)^2 / 4a$$

$$= 2 \cdot 230 + 3.14/2 (119 + 142.6) + (142.6 - 119)^2 / 4 \cdot 230 = 871.3 \text{ мм}$$

Приймаємо  $L = 870 \text{ мм}$ .

За стандартною довжиною уточнюємо дійсну міжвосьову відстань за формулою:

$$a = \frac{2L - \pi(dp_1 + dp_2) + \sqrt{(2L - \pi(dp_1 + dp_2))^2 - 8(dp_2 - dp_1)^2}}{8} =$$

$$\frac{2 \cdot 870 - 3.14(119 + 142.6) + \sqrt{(2 \cdot 870 - 3.14(119 + 142.6))^2 - 8(142.6 - 119)^2}}{8} =$$

$$= 226 \text{ мм}$$

Мінімальна міжосьова відстань:

$$a_{\min} = a - 0.01L = 226 - 0.01 \cdot 870 = 217.3 \text{ мм},$$

а максимальна:

$$a_{\max} = a + 0.025L = 226 + 0.025 \cdot 870 = 247.75 \text{ мм}.$$

Кут охоплення пасом меншого шківів:

$$\alpha_1^0 = 180^0 - 60^0 \frac{dp_2 - dp_1}{a} = 180^0 - 60^0 \frac{142.6 - 119}{226} = 110^0$$

## 6. ПРАВИЛА МОНТАЖУ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ МОДЕРНІЗОВАНОГО ОБЛАДНАННЯ

### 6.1. Монтаж

Введення машини шпигорізної в експлуатацію повинно відбуватися досвіченими та кваліфікаційними спеціалістами, що вивчили будову машини і ознайомились з правилами безпеки і прийомами роботи з нею. У випадку відсутності таких робітників рекомендується заключити договір на виконання пуско - налагодочних робіт з підприємством-виробником.

В процесі ревізії машини здійснюють огляд стану і кріплення ножових планок и серповидного ножа. Останній повинен бути добре заточений і щільно прилягати до поверхні, на якій відбувається зріз. Правильність обертів ножового вала перевіряють під час пробних вмикань машини без ножових рамок і серповидного ножа: вал повинен обертатись проти годинникової стрілки, якщо дивитись зі сторони рамок.

При першому вмиканні машина повинна попрацювати без навантаження 10 хвилин для заповнення гідросистеми мастилом. Якщо машина працює спокійно, циліндр і важіль управління плавно повертаються у початкове положення, роботу визнають нормальною.

Зазор між золотниками перемикача регулюють за допомогою гвинтів, розміщених на зворотній стороні корпусу перемикача. При робочому ході, під час роботи машини, тиск в гідросистемі може коливатись від  $1,961 \cdot 10^5$  до  $11,768 \cdot 10^5$  Па. При зворотньому ході, коли циліндр займає крайнє заднє положення, тиск в гідросистемі не повинен бути більшим, ніж  $9,8 \cdot 10^5$  Па. Якщо тиск вище вказаного, відповідно, отвір перемикача засмічено.

Під час випробування машини під навантаженням регулюють величину подачі шпигу до регулюючого механізму. Після кінцевого регулювання на

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Миколай ІМ.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Золотарьов О.А.	<i>Назва, додаткова назва</i>		<b>22-2138.MP.03.006.ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.	<i>Правила монтажу та технічного сервісу модернізованого обладнання</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Да видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/5</b>

фланцеві регулятора проти стрілки рекомендується зробити помітку, яка відповідає розміру кубика.

## 6.2. Технічне обслуговування

Технічне обслуговування шпигорізної машини полягає у щоденному догляді, санітарній обробці, своєчасному змащенні частин та механізмів машини, заточці відрізного і пластинчастих ножів, контролі, заміні мастила в редукторі і блоці насоса, чищенні фільтрів, перевірці якості заземлення. Санітарну обробку шпигорізки проводять після кожної робочої зміни. Заточку ножів проводять по мірі їх затуплення. Необхідно один раз в рік змащувати підшипникові вузли ексцентрикового механізму важеля солідолом Ж ГОСТ 1033, попередньо вивернувши кришки підшипникового механізму. Один раз на рік змащувати підшипниковий вузол шківів з електромагнітною муфтою, попередньо демонтувавши електромагнітну муфту і гайку підшипникового вузла шківів. Один раз на рік здійснювати заміну мастила в редукторі і блоці насоса. Необхідно використовувати мастило індустріальне И-20А ГОСТ 29799. Злив мастила здійснювати через зливні отвори на дні редуктора і блоці насоса, вивернувши відповідні заглушки.

Залив мастила в редуктор здійснювати через отвір під мастилопоказчик, в блок насоса-через фільтр, розташований під заглушкою в кришці. Залив здійснювати до верхніх відміток показчика. На початку робочої зміни змащувати ріжучий механізм несоленим харчовим жиром. Після кожної операції миття нанести шпателем жир на пластинчасті ножі в ножевих рамках і відрізний ніж. Потрібно не рідше одного разу на місяць контролювати рівень мастила в редукторі по мастилопоказчику. При необхідності долити мастило. Чищення фільтрів здійснювати при необхідності. В процесі експлуатації машини необхідно контролювати

технічний стан і роботоздатність вузлів електромагнітної муфти. Для цього потрібно регулярно перевіряти:

- -величину остаточного зазору;
- -величину зносу фрикційних дисків;
- -величину зносу щітки.

У випадку, якщо величина остаточного зазору буде відрізняться від необхідної, потрібно виставити його наступним чином:

- -відпустити стопорний гвинт;
- -обертанням регулюючої гайки виставити потрібний остаточний зазор;
- -зафіксувати регулюючу гайку стопорним гвинтом;
- -подати на котушку муфти номінальну напругу(24В постійного струму).
- -перевірити величину остаточного зазору немагнітним щупом.

При невідповідності остаточного зазору потрібній величині повторити всі операції за вказаною послідовністю. Особливу увагу необхідно звернути на надійність фіксації гайки, оскільки слабо зафіксована гайка може само-відгвинчуватися при роботі муфти. В процесі експлуатації допускається повний знос металокерамічного покриття фрикційних дисків (до появи на фрикційних поверхнях ділянок, не покритих металокерамікою).Знос зовнішнього диску контролювати по товщині диску. Якщо знос диска перевищує 20% початкової товщини, його рекомендується замінити. Для збільшення строку служби муфти рекомендується міняти місцями фрикційні диски в пакеті( у зв'язку з нерівномірністю їх зносу).Крайній по пакету диск ставити на місце середнього і навпаки. Для заміни і перестановки дисків необхідно:

- -зняти фіксатор;
- -повернути нажимний диск до збігання пазів на ньому з тягами якоря;
- -зняти нажимний диск;
- -зняти диски;

- -встановити на втулку нові диски або поміняти місцями крайні та внутрішні диски;
- -зібрати муфту в зворотній послідовності.

Знос щітки муфти необхідно контролювати по запасу її ходу. Якщо при повороті щіткотримача на один оберт контакт переривається, щітку потрібно замінити.

### 6.3. Ремонт

Найпоширеніші несправності, їх причини і способи усунення наведені в таблиці 6.1.

Табл.6.1. Несправності, їх причини і способи усунення

Несправності	Причини	Способи усунення
Неякісне подрібнення шпигу	-Зупинка пластинчастих ножів, відрізних ножів. -Температура сировини не відповідає потрібній. -Не витриманий зазор між лезом відрізного ножа і ножовою рамкою.	-Зняти і заточити ножі -Завантажити сировину потрібної температури
При включенні джерела не горять транспаранти «МЕРЕЖА».	Перегорів запобіжник FU1 або FU2	Замінити перегорівший запобіжник
Спрацьовує автоматичний вимикач	-Коротке замикання в ланцюгу завантаження -Перезавантаження на валу електродвигуна	-Усунути коротке замикання -Усунути причину перезавантаження
Не вмикається електродвигун	-Відкриті дверцята захисного кожуха -Не встановлена або не правильно встановлена панель	-Закрити дверцята захисного кожуха -Встановити або перевстановити панель

Зберігання машини повинно відбуватись в упакованому вигляді в складських приміщеннях категорії розміщення 2 ГОСТ 15150. Допускається зберігання машини на площадках під навісом в упакованому вигляді .У випадку зберігання машини більше встановленого терміну споживач повинен здійснити переконсервацію кінців валів редуктора, електродвигуна,насоса і ножів, змастивши їх змазкою К-17 ГОСТ 10877 товщиною не менше 1 мм.

## 7. ПРИНЦИПИ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ОБ'ЄКТОМ ПРОЕКТУВАННЯ

### 7.1. Загальні відомості

Основною метою вдосконалення будь-якого виробничого процесу в різних галузях народного господарства на даний час є досягнення максимального виробничого ефекту, тобто збільшення продуктивності устаткування, підвищення якості готової продукції при мінімальних затратах праці, сировини та енергії. Для виконання цього завдання розробляється нова технологія, нове прогресивне обладнання, переважно безперервної дії, на базі якого формуються безперервнопоточні технологічні лінії високої продуктивності. При цьому одночасно вирішуються питання комплексної механізації допоміжних і транспортних операцій. Для забезпечення оперативного контролю та управління такими технологічними процесами застосовуються автоматичні прилади контролю та пристрої, що дозволяють знизити частку ручної праці в управлінні роботою машин та апаратів.

Кожен технологічний процес характеризується певними фізичними величинами, які прийнято називати параметрами процесу. Технологічне обладнання - апарати, установки, машини і т. д., в яких здійснюється технологічний процес, називають об'єктами управління.

У процесі роботи об'єкт піддається різним впливам, які відхиляють параметри процесу від заданих значень. Такі дії називають збуреннями. Збурення виникають довільно, щодо об'єкта вони можуть бути внутрішніми і зовнішніми. Наприклад, у теплообміннику для нагрівання продукту основним параметром є температура продукту на виході з нього. Відхилення температури від заданого значення може бути внаслідок створення осадка, накипу на теплообмінній поверхні (внутрішнє збурення), або внаслідок зміни

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Миколай І.М.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Золотарьов О.А.	<i>Назва, додаткова назва</i>		<b>22-2138.MP.03.007.P3</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.	<i>Принципи автоматизованого управління об'єктом проектування</i>					
		<i>Інд. змін.</i>	<i>Да видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/4</b>		

тиску пари в паровій сорочці чи зміни подачі продукту і його температури на вході в теплообмінник (зовнішні обурення).

Відхилення параметрів процесу під впливом збурень від заданих значень викликає необхідність в організації управління роботою обладнання, в регулюванні його параметрів. Управління - сукупність впливів, створених на підставі отриманої інформації, спрямованих на підтримку чи поліпшення роботи об'єкта у відповідності з завданням. Регулювання - окремий випадок управління, воно спрямоване на підтримання параметрів технологічного процесу в заданих межах або зміна їх по заданому закону. Регулювання може здійснюватися вручну і автоматично.

При ручному регулюванні людина стежить за робочим режимом процесу, контролюючи за допомогою вимірювальних приборів його параметри, порівнює результати вимірювань з заданими значеннями параметрів і при наявності відхилень визначає величину і характер впливу на процес, здійснює необхідний вплив.

При автоматичному регулюванні всі функції контролю, порівняння вимірних параметрів процесу, визначення величини і внесення регулюючого впливу на процес здійснюються за допомогою автоматичних приладів і пристроїв. Параметр, що характеризує технологічний процес, величину якого необхідно підтримувати постійною або вимірювати по заданому закону, називається регульованим параметром. Автоматичний пристрій, за допомогою якого регулюється параметр, називається автоматичним регулятором.

Технологічне обладнання, в якому регулюється параметр або декілька параметрів, називається об'єктом регулювання. Сукупність об'єкта регулювання і автоматичного регулятора, взаємодіючих між собою, називається автоматичною системою регулювання - АСР.

## 7.2. Опис схеми автоматизації

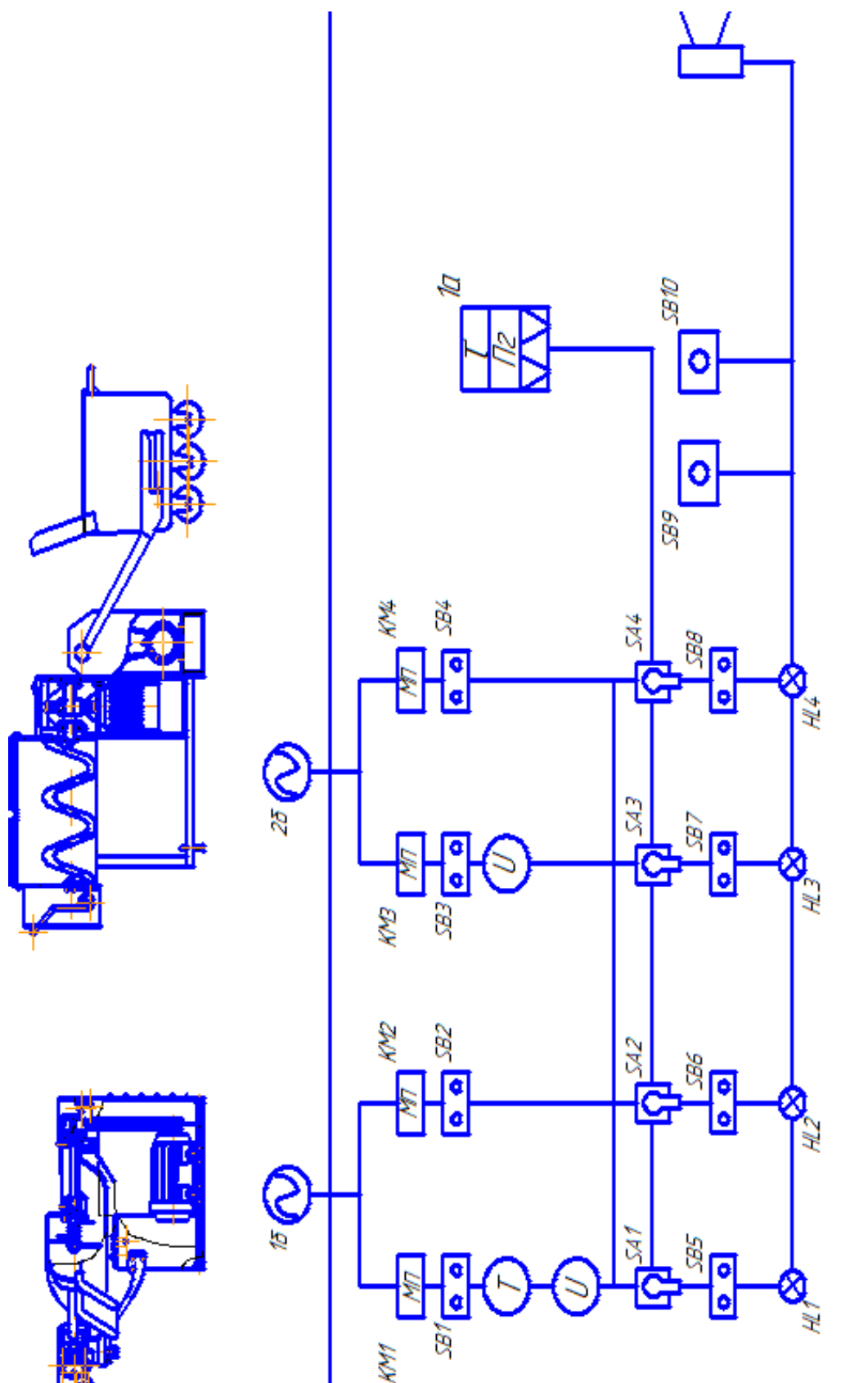


Рис. 7.1. Схема автоматизації конвеєра і фаршмішалки

Пуск і зупинка електродвигунів 1б – 2б виконується кнопковими вимикачами SB1 – SB4 з місця або SB5 – SB8 – з щита керування. Лампи HL1 – HL4 сигналізують про роботу електродвигуна.

Схемою передбачено дистанційно – заблоковане і дистанційно автоматизоване програмне керування пуском і зупинкою електродвигунів електричним командним прибором 1а типу КЗП – 2М. Перемикачі SA1 – SA4 для переходу від автоматичного керування на дистанційне і навпаки. При аварійному стані подається звуковий сигнал пристроєм HA1. Кнопка SB9 призначена для опробування звукового сигналу, а кнопка SB10 – для його зняття.

Використання машинно – апаратної системи виробництва дозволяє скоротити тривалість технологічного процесу подрібнення, частково механізувати транспортування сировини, зменшити необхідність у виробничих площах, забезпечити гарний санітарний стан цеху, збільшити вихід ковбас і покращити їхню якість.

## 8. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ

### 8.1. Стан виробничого травматизму

При приготуванні фаршу на ділянці по виробництву ковбас на ВАТ м'ясокомбінат для працівника виникають такі загрози отримати травму:

1. Від рухомих і обертових частини шприців, конвеєрних столів, а також приводів машин, переміщувані підвісними коліями рами;
2. Від напруги в електричному колі, замикання якого може статися через тіло людини;
3. Небезпека травматизму від порізів і уколів ножем і штриковкою, а також натирання кисті рук шпагатом, падіння рам і роликів з підвісних колій;
4. Через гострі кромки, задирки і шорсткість на поверхнях інструментів, устаткування, допоміжних матеріалів;
5. Через слизькість підлоги.

За останні 3 роки на м'ясокомбінаті нещасних випадків не зафіксовано.

### 8.2. Організація служби охорони праці

Система управління охороною праці підприємства (СУОП) включає службу охорони праці та керівництво підприємства і керується у своїй діяльності законодавством України про охорону праці і про працю, міжгалузевими і галузевими нормативними актами з охорони праці і Положенням про службу охорони праці. Основними функціями управління охороною праці, що розробляє і втілює служба охорони праці, є:

1. Створення ефективної системи управління (СУОП), яка б сприяла удосконаленню діяльності кожного структурного підрозділу і кожної

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Миколай ІМ.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Золотарьов О.А.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Заходи з охорони праці та охорони довкілля</b>	<b>22-2138.MP.03.008.ПЗ</b>				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Да видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/15	

посадової особи.

2. Здійснення оперативно-методичного керівництва роботою з охорони праці.

3. Розробка разом із структурними підрозділами заходів по забезпеченню норм безпеки, гігієни праці та виробничого середовища або їх підвищення (якщо вони досягнуті), а також підготовка розділу "Охорона праці" колективного договору

4. Розробка змісту та методики проведення інструктажу з питань охорони праці.

5. Забезпечення працюючих правилами, стандартами, нормами, положеннями, інструкціями та іншими нормативними актами.

6. Проведення паспортизації цехів, діляниць, робочих місць щодо відповідності їх вимогам безпеки.

7. Здійснення оперативного та поточного контролю за станом охорони праці на підприємстві.

8. Розслідування, облік, аналіз нещасних випадків, професійних захворювань і аварій, а також розрахунок шкоди від них.

9. Участь у підготовці та складанні статистичних звітів підприємства з питань охорони праці.

10. Розробка перспективних та поточних планів роботи підприємства щодо створення безпечних та нешкідливих умов праці.

11. Планування та контроль витрат коштів на охорону праці.

12. Пропаганда та агітація безпечних і нешкідливих умов праці шляхом проведення консультацій, конкурсів, бесід, лекцій, наочної агітації та методичної роботи кабінету охорони праці.

13. Організація навчання, підвищення кваліфікації та перевірки знань з питань охорони праці посадових осіб.

14. Участь у роботі комісії з питань охорони праці підприємства, допомога в

### 8.3. Фінансування заходів на охорону праці

Фінансування робіт з охорони праці здійснюється роботодавцем. Фінансування профілактичних заходів з охорони праці, виконання загальнодержавних, галузевих та регіональних програм поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, інших державних програм, спрямованих на запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням, передбачається здійснювати за рахунок коштів державного та місцевого бюджетів, що виділяються окремим рядком, та за рахунок інших джерел фінансування, визначених законодавством.

Для підприємств, незалежно від форм власності, або фізичних осіб, які використовують найману працю, витрати на охорону праці становлять не менше 0,5% від суми реалізованої продукції.

Отримані кошти йдуть на такі заходи по охороні праці:

- заходи для досягнення встановлених нормативів з охорони праці;
- заходи з впровадження нових, прогресивних технологій у виробництво;
- на усунення причин, що призводять до нещасних випадків, професійних захворювань, на профілактичні заходи;
- на організацію проведення лабораторних досліджень умов праці, атестації робочих місць на відповідність нормативним актам про охорону праці, вживає за їх підсумками заходів щодо усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я виробничих факторів;
- здійснення постійного контролю за додержанням працівниками технологічних процесів, правил поведінки з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва.
- використанням засобів колективного та індивідуального захисту, виконанням робіт відповідно до вимог щодо охорони праці.

#### **8.4. Мікроклімат на робочих місцях і в приміщеннях**

У виробничих приміщеннях у вікнах повинні бути влаштовані пристрої, що забезпечують провітрюваність приміщень і напрямленість руху повітря, що надходить: уверх - у холодний період року, униз - у теплий період року. Площа їх повинна складати не менше ніж 20% площі світлових отворів.

У цехах з відкритим технологічним процесом повинно бути передбачено очищення зовнішнього повітря, що подається, від пилу в системах механічної припливної вентиляції.

Забір припливного повітря для виробничих приміщень повинен проводитися в зоні найменшого забруднення.

У приміщеннях, де відбувається виділення пари і значної кількості тепла, обладнують припливно-витяжну вентиляцією з улаштуванням, у необхідних випадках, місцевих відсмоктувачів; крім того, кожне приміщення повинно мати природне провітрювання, якщо це дозволяється технологічним процесом.

Побутові приміщення повинні бути обладнані припливною і витяжною вентиляцією. У приміщеннях з однократним і меншим повітрообміном дозволяється влаштування природної припливної і витяжної вентиляції.

Вміст шкідливих газів, пари і пилу в робочій зоні виробничих приміщень повинно відповідати ГОСТ 12.1.005-88.

Обжарювальні, варильні і коптильні камери, димогенератори, шпарильні чани, ротаційні печі для випікання хлібів, обжарювання і запікання буженини, карбонаду та інших виробів, варильні котли, джерела значних виділень парів, газів, пилу повинні бути герметизовані і обладнані місцевими відсмоктувачами.

Викид в атмосферу повітря, що видаляється загальнообмінною вентиляцією і місцевими відсмоктувачами, і вміщує борошняний пил або шкідливі, і які тхнуть, речовини, підлягають очищенню.

У виробничих приміщеннях з можливим виділенням шкідливих парів і газів (копильне, компресорне відділення) повинні бути установлені газоаналізатори, зблоковані із звуковою і світловою сигналізацією, що попереджає про небезпечну концентрацію шкідливих речовин.

Температура, відносна вологість, швидкість руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень повинні відповідати ГОСТ 12.1.005-88( Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони).

У відповідності з ГОСТ 12.1.005-88 температуру, відносну вологість і швидкість руху повітря слід заміряти на висоті 1,0 м від підлоги або робочої площадки під час робіт, виконуваних сидячи, і на висоті 1,5 м - під час робіт, виконуваних стоячи, за мінімального і максимального віддалення від джерел локального тепловиділення, охолодження або вологовиділення (нагрітих агрегатів, вікон, дверних отворів, воріт, відкритих ванн тощо).

Вентиляційні канали повітровідводи від технологічного устаткування необхідно періодично (не рідше одного разу в рік) прочищати.

Виробничі і допоміжні приміщення повинні бути забезпечені опаленням.

### **8.5. Шум і вібрація**

Допустимі рівні шуму на робочих місцях повинні бути у відповідності з ГОСТ 12.1.003-83\* та Санітарними нормами допустимих рівнів шуму на робочих місцях (СН-3223-85).

Рівні вібрації повинні бути у відповідності з ГОСТ 12.1.012-90 та Санітарними нормами вібрації робочих місць (СН-3044-84 9.5.3.) 9.5.4. Колективні і індивідуальні засоби захисту працівників від шуму повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.1.029-80 і СНиП II-12-77, від вібрації - вимогам ГОСТ 26568-85.

Зниження шуму і вібрації необхідно забезпечувати такими заходами:

- обмежувати окружні швидкості обертання коліс вентиляторів і швидкість руху повітря;
- обладнувати системи шумогасниками і звукоізолювати повітроводи;
- передбачати установку вентиляторів і електродвигунів на вібро- і звукопоглинальних основах;
- устаткування, робота якого супроводжується інтенсивною вібрацією, установлювати на фундаменти, що відокремлені від конструкції будівлі;
- установлювати вентиляційне обладнання з підвищеним рівнем шуму і вібрації в камерах із звукоізоляційними або звукопоглинальними стінками;
- з'єднувати вхідні і вихідні отвори кожуха вентилятора із повітроводами за допомогою гнучких вставок;
- періодично оглядати і замінювати підшипники вентилятора;
- усувати люфти шківів або з'єднувальних муфт, клинопасових і плоскопасових передач;
- не дозволяється під час проведення ремонтних і налагоджувальних робіт порушення балансування колеса вентилятора і ротора електродвигуна;
- зменшувати вібрацію на шляхах розповсюдження засобами віброізоляції і вібропоглинання (застосування спеціальних сидінь, площадок з пасивною пружинною ізоляцією, гумових, поролонових та інших настилів);
- проводити своєчасно плановий і попереджувальний ремонт машин з обов'язковим післяремонтним контролем вібраційних характеристик;
- вилучати контакт працюючих з вібрруючими поверхнями за межами робочого місця або робочої зони (улаштування огорожень, сигналізації, блокування, попереджувальних написів тощо);
- використовувати віброгасильні рукавиці під час роботи на пневматичному інструменті.

Звукоізоляційні і звукопоглинальні матеріали, що використовуються, повинні бути вогнестійкими і важкогорючими.

Виробниче устаткування, що створює шум і вібрацію, повинно мати паспорт, де зазначаються шумові характеристики і рівні вібрації під час роботи цього устаткування.

### **8.6. Освітлення**

У виробничих і допоміжних приміщеннях повинно бути природне і штучне освітлення і відповідати вимогам ДБН В 2.5-10-2006.

Усі виробничі і допоміжні приміщення з тривалим перебуванням людей повинні мати природне освітлення.

Без природного освітлення або з недостатнім природним освітленням дозволяються приміщення, в яких працюючі перебувають не більше 50% часу впродовж робочого дня або якщо це вимагається за умовами технології (цехові комори, матеріальні склади, холодильні камери, термостатні, бойлерні, вентиляційні камери). Ці приміщення повинні бути обладнані штучним освітленням.

Стулкові віконні рами в приміщеннях повинні бути обладнані легко керованими ручними або механізованими пристроями для їх відкриття і фіксації в необхідному положенні.

Світлові отвори не дозволяється захаращувати тарою, устаткуванням, матеріалами як усередині так і поза будівлею, замінити застелення фанерою, картоном і іншими непрозорими матеріалами.

Засклена поверхня світлових отворів (вікон, ліхтарів) повинна очищатися від пилу і сажі за мірою забруднення, але не рідше одного разу в квартал.

Розбите скло у вікнах необхідно зразу замінити цілим. Вставляти у вікнах складові скла не дозволяється.

У всіх виробничих приміщеннях, окремих виробничих ділянках і допоміжних приміщеннях повинно бути штучне освітлення у відповідності з величинами.

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

Світильники з люмінесцентними лампами повинні мати захисну решітку, розсіювач або спеціальні лампові патрони, що унеможливають випадання ламп із світильників; світильники з лампами накаливання - суцільне захисне скло.

Для живлення світильників загального освітлення слід застосовувати напругу не вище 380/220 В перемінного струму за заземленої нейтралі і не вище 220 В перемінного струму за ізольованої нейтралі і постійного струму.

Норми штучної освітленості допоміжних і побутових приміщень і коефіцієнти природного освітлення (к.е.о.) мають відповідати встановленим величинам

### **8.7. Електробезпека**

Проектування, будова, монтаж і експлуатація електричних установок повинні здійснюватись у відповідності з вимогами ПУЕ, ПБЕЕС, ГОСТ 27487-87, СН 174-75, Інструкції по устрою захисту від блискавки будівель і споруд (РД-34.21.122-87), Правил захисту від статичної електрики, Інструкції по проектуванню електроустановок систем автоматизації технологічних процесів (ВСН 205-84).

На підприємстві наказом керівника повинні бути призначені із числа електротехнічного персоналу особа, відповідальна за електрогосподарство, безпечну експлуатацію електроустановок, а також відповідальні по кожному цеху і дільниці.

Щодо забезпечення надійності електропостачання приймачі електроенергії підприємства згідно з ПУЕ відносяться до II і III категорій, за винятком електроприймачів установок пожежогасіння, пожежної і охоронної

сигналізації, охоронного електроосвітлення і аварійного електроосвітлення для продовження роботи, які відносяться до I категорії.

### **8.8. Вимоги пожежної безпеки**

Пожежна безпека підприємства повинна відповідати вимогам Закону України "Про пожежну безпеку", Правил пожежної безпеки в Україні, стандартів, будівельних норм і правил (СНиП 2.11.01-85\*, СНиП 2.01.02-85\*, СНиП 2.09.04-87, СНиП 2.09.02-85\*), норм технологічного проектування, Правил улаштування електроустановок (ПУЕ), Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів (ПБЕЕС) і цих Правил.

На кожному підприємстві повинна бути виконана класифікація будівель, приміщень виробничого, складського призначення, лабораторій за вибухопожежною і пожежною небезпекою відповідно до ОНТП 24-86 з встановленням їх категорій за вибухопожежною і пожежною небезпекою, а також класу зони за ПУЕ. Визначену категорію приміщень а також зовнішніх виробничих і складських ділянок необхідно позначати на вхідних дверях до приміщення і на межах зон усередині приміщень та зовні.

До всіх будівель і споруд, електроустановок, протипожежного інвентаря підприємства має бути забезпечений вільний доступ. Протипожежні розриви між будівлями, спорудами, відкритими майданчиками для зберігання матеріалів, устаткування тощо повинні відповідати вимогам будівельних норм. Не дозволяється використовувати їх для складування матеріалів, устаткування, тари і стоянок автотранспорту.

Будівлі, споруди, приміщення, технологічні установки повинні бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння: вогнегасниками, ящиками з піском, бочками з водою, покривалами з негорючого теплоізоляційного полотна, грубововняної тканини, повсті, пожежними відрами, совковими лопатами, пожежним інструментом (гаками, ломачами, сокирами тощо), які

використовуються для локалізації і ліквідації пожеж в їх початковій стадії розвитку.

Уперше збудовані, після реконструкції, розширення, капітального ремонту об'єкти (будівлі, споруди, приміщення, технологічні установки) повинні бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння до початку їх експлуатації.

Оснащення первинними засобами пожежогасіння конкретних об'єктів необхідно здійснювати за нормами технологічного проектування і Правил пожежної безпеки в Україні.

Експлуатація і технічне обслуговування вогнегасників повинні здійснюватись у відповідності з паспортами заводів-виготовлювачів, а також затвердженими у встановленому порядку регламентами технічного обслуговування.

Зарядження і перезарядження вогнегасників усіх типів повинні виконуватися відповідно до інструкції з експлуатації.

Використані вогнегасники, а також вогнегасники із зірваними пломбами необхідно негайно направляти на перезарядження або перевірку.

На кожному підприємстві повинен бути опрацьований план евакуації людей з приміщень і будівель з додатком схем, які вивішуються на видних місцях.

Евакуаційні шляхи і виходи повинні утримуватись вільними, нічим не зашарашуватись і в разі виникнення пожежі забезпечувати безпеку під час евакуації всіх людей, які перебувають у приміщеннях будівель і споруд.

Використання підймачів і ліфтів для евакуації людей та будь яких вантажів під час пожежі категорично забороняється. Ліфти повинні бути спущені на перший поверх і вимкнені.

Ширина шляхів евакуації має бути не менша ніж 1,0 м, дверей - не менша 0,8 м, а висота дверей - не менша 2,0 м. Висоту дверей і проходів, які ведуть у приміщення без постійного перебування в них людей, а також

підвальні, цокольні і технічні поверхи дозволяється зменшувати до 1,8 м, а дверей, що є виходом на горище або безгорищне покриття - до 1,5 м.

Розглянувши ділянку виготовлення фаршу і відповідно технологічний процес приготування ковбас, ми визначили, що основними небезпечними факторами які можуть вплинути на стан здоров'я працівника на даній ділянці є: шум, вібрація і електробезпека. Враховуючи дію вище перелічених небезпечних та шкідливих виробничих факторів, програма поліпшення стану умов та безпеки праці буде містити такі положення:

- впровадження сучасних технічних засобів контролю виробничого середовища, автоматизованих інформаційних систем охорони праці і відповідного програмного забезпечення;
- забезпечення працівників спеціальним одягом, взуттям та іншими засобами індивідуального захисту;
- проведення цільового навчання працівників з охорони праці;
- придбання систем автоматичного контролю і сигналізації про наявність небезпечних або шкідливих виробничих факторів, установок пожежегасіння та пожежної сигналізації;
- моніторинг шкідливих та небезпечних виробничих факторів.

Програма повинна бути забезпечена необхідними ресурсами та визначати конкретні строки її виконання. Вона повинна періодично переглядатись із урахуванням змін у безпеці виробництва.

### **8.9. Заходи з охорони навколишнього середовища.**

Сучасний стан довкілля є глобальною проблемою у всьому світі. Підприємства м'ясної промисловості є одним з джерел забруднення навколишнього середовища.

Довкілля забруднюють стічні води м'ясокомбінату і викиди в атмосферу забруднюючих речовин устаткуванням м'ясокомбінату. Основна особливість стічних вод м'ясної галузі – високий вміст в них органічних

забруднювачів, тому необхідно направляти стічні води перед скиданням їх в загальну каналізацію на локальні очисні споруди. З цією метою у складі очисної станції передбачають спорудження механічного очищення: ґрати, пісколовки і відстійники. Ґрати служать для витягання із стічних вод крупних викидів – паперу, ганчірок, целофану, ниток, осколків кісток і так далі. Викиди, зняті з ґрат, скидають в металеві бочки з кришками, які періодично вивозять автотранспортом на спеціальні майданчики для компостування, де їх вивантажують, обсипають ґрунтом і залишають у такому вигляді на 2 роки. Пісколовки служать для затримання піску і важких, крупних забруднень органічного походження (шматочки тканин тварини і т. п.). Застосовують горизонтальні пісколовки з прямолінійним або круговим рухом води. Відстійники служать для виділення зважених речовин, що осідають і спливаючих, із стічних вод підприємств м'ясної промисловості. Застосовують вертикальні і двох'ярусні відстійники, освітлювачів з природною аерацією, освітлювачі-перегнивачі.

Ковбасне виробництво оснащено димогенераторами, в яких при спалюванні дрів або тирси листяних порід дерев виробляється дим для термокамер і автокаганців. При обжарюванні і копченні ковбасних виробів атмосфера забруднюється оксидом вуглецю, діоксидом азоту, сірчистим ангідридом, твердими частками, аміаком, фенолом і пропіоновим альдегідом.

Особливість викидів в атмосферу забруднюючих речовин від м'ясокомбінатів – є речовини, які неприємно пахнуть або одоранти. Багато технологічних процесів, що відбуваються при тепловій обробці м'яса у присутності води, супроводжуються утворенням продуктів розпаду білка. Найбільш перспективні методи очищення повітря і газів, що відходять, наступні: мокре очищення і абсорбція, біологічне очищення і адсорбційне очищення із застосуванням активованого вугілля, цеоліту або іонообмінних смол.

У процесі забою тварин і перероблення м'яса на м'ясокомбінатах м'ясопереробних підприємствах утворюється значна кількість різних нехарчових відходів. Вони відрізняються агрегатним станом, хімічним складом і фізичними характеристиками. Проте спільним для них є наявність тваринного білка, жиру і мінеральних солей, тобто всього того що необхідно для інтенсифікації вирощування тварин і птиці. Крім кормового призначення відходи м'ясопереробних підприємств мають велике значення для виробництва технічної продукції, яка широко використовується у виробництві товарів народного вжитку, миловарінні, деревообробній промисловості, металургії та інших галузях.

Перероблення відходів м'ясного виробництва також спрямоване на поліпшення екологічної ситуації на підприємствах та в регіонах їхнього розташування. Адже ці відходи відрізняються високою вологістю і за наявності білкових речовин вони є добрим живильним середовищем для розвитку гнильної мікрофлори. Внаслідок загнивання утворюються речовини з неприємним запахом (оксиди сульфуру, сірководень, аміак, меркаптани та продукти окиснення ліпідів). Потрапляючи в стічні води (жири, кров, кал та інші), вони збагачують їх органічними речовинами, що потребує організації очищення, яка дорого коштує. Водночас відсутність належного очищення таких вод на підприємстві призводить до забруднення природних водойм і довкілля.

До нехарчових відходів м'ясопереробних підприємств відносять сировину, яка немає харчового або спеціального призначення і яку отримують у процесі переробки тварин, птиці, кролів, коней; відходи виробництва харчової, технічної і спеціальної продукції на м'ясокомбінатах, консервних і ковбасних заводах, а також медичних препаратів; ветеринарні конфіскати, трупи тварин, птиці, які допущені ветеринарно - санітарним наглядом для переробки на кормові й технічні цілі.

На заводах з виробництва ковбас, консервів, харчових жирів, а також у холодильників відходами є: зрізані клейма і нехарчові обрізки, кишкові фабрикати та тваринні м'ясопродукти(кістки, хрящі тощо), м'ясокісткова тирса, кістковий залишок, який отримують після пресування кісток, кістки після обвалування м'ясних туш і голів усіх видів худоби і птиці, цівкова кістка, жили, шквара, яку отримують після топлення харчових жирів.

Особливими забрудниками атмосферного повітря є м'ясна і молочна промисловість. Вони мають різноманітні забруднення: викиди систем загально обмінної і місцевої вентиляції, газоподібні викиди від технологічного обладнання, речовини з неприємним запахом, організовані і неорганізовані викиди та інші.

Основними джерелами забруднення атмосфери в м'ясній промисловості є цехи технічних та харчових фабрикатів, термічні відділення ковбасних заводів, відділення переробки харчових жирів і отримання альбуміну, водоочисні споруди, допоміжні цехи та інші. Вентиляційні викиди містять аміак, феноли, кетони, сірководень, діоксид сульфур, оксиди карбону, сажу, деревний і кістковий пил тощо. Залежно від потужності та технологічних особливостей виробництва кількість вентиляційного повітря, що викидається, концентрація шкідливих речовин змінюється в широких межах.

Внаслідок негерметичності обладнання відділення сировини в повітря виділяється значна кількість речовин з неприємним запахом, мг/м<sup>3</sup>: аміак - 2,27-7; сірководень - 2,4- 0,04; феноли - 7- 0,5; меркаптани - 1; кетони - 13-8; альдегіди - 36-0,06. Кількість забрудників залежить від ступеню свіжості сировини і технологічної операції. Під час перевантаження сировини із одного апарата в інший герметичність порушується і спостерігається різке посилення запаху.

Таблиця 8.1 Джерела викиду пилу на м'ясопереробних підприємствах.

<b>Виробництво (обладнання)</b>	<b>Тверді частки (пил)</b>	<b>Концентрація, мг/м<sup>3</sup></b>
Цех технічних фабрикатів, подрібнювальне відділення	М'ясо - кістковий	17; 14 - 76
Альбумінове відділення	Альбумін	3-10
Завантаження елеватора	М'ясо - кістковий	14 - 453
Ковбасне виробництво копильної камери	Смолисті	7,8 - 47
Шахтні печі	Смолисті	7,7 - 9,1
Фасування спецій	Перець	36,8 - 160
Ферментне відділення, цехи медпрепаратів	Гемостимулін	6
Цехи ширвжитку	Кістковий	0,3 - 106
Гофротари	Паперовий	1-15

## 9. МАРКЕТИНГОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Ринок м'яса і м'ясопродуктів формується завдяки сільському господарству – одному із найбільших і найважливіших секторів національної економіки, що займається вирощуванням сільськогосподарських культур і розведенням сільськогосподарських тварин для забезпечення населення продуктами харчування. Крім того, воно сприяє розвитку інших галузей, що постачають засоби виробництва та споживають продукцію сільського господарства як сировину, а також надають транспортні, торговельні та інші послуги.

Ринок м'яса та м'ясопродуктів є одним з найважливіших сегментів ринку продовольчої сировини і продовольства. Під ним слід розуміти сукупність економічних відносин, що складаються між самостійними господарюючими суб'єктами з приводу виробництва, розподілу, обміну та споживання продуктів забою тварин, що використовуються для виробництва харчових продуктів, а саме: для виробництва м'ясопродуктів (м'ясо, кістка, харчові субпродукти, жир-сирець, кров і продукти її переробки, кишкова сировина), і м'ясопродуктів (м'ясні та м'ясовмісні продукти: ковбасні вироби, продукти з м'яса і шпику, напівфабрикати і кулінарні вироби, консерви). Провідна роль ринку м'яса і м'ясопродуктів визначається значенням м'ясопродуктів як основних джерел незамінного білка тваринного походження в раціоні харчування людини.

Кінцевою метою функціонування даного ринку є найбільш повне кількісне і якісне задоволення потреб населення в м'ясопродуктах.

Шпик - це підшкірний шар жиру, знятий з бічної або хребтової частини свинячої туші (від німецького Speck). Шкірку на шпику залишають, особливо вона смачна, якщо умільці просмолити її в соломки та запарили, а іноді

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Миколай І.М.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Золотарьов О.А.	<i>Назва, додаткова назва</i>  <b>Маркетингове обґрунтування проекту</b>	<b>22-2138.MP.03.009.P3</b>				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Да видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/5</b>	

знімають необробленої. Свіжий і якісний шпик є дієтичним і дуже корисним продуктом харчування в свіжому вигляді. Природно, даний продукт дуже калорійний. Вживати його, необхідно строго дозовано, і тоді отримаєте для організму цілий комплекс вітамінів, мікроелементів і мінеральних речовин. Під свинячим салом розуміють: свиняче солоне або копчене сало називається шпиком, солоне сало з м'ясними прожилками - бекон або грудинка. Даний продукт - це традиційне блюдо української, білоруської та російської кухонь. Популярно сало в прибалтійських і східноєвропейських країнах.

### **Склад і харчова цінність шпику без шкурки**

Хімічний склад шпику містить холін і вітаміни: В1, В2, В5, В6, В9, В12, Е, Н, РР. Також в даному продукті є такі мінеральні речовини:

- Кальцій, калій, магній, цинк, селен, мідь.
- Марганець, залізо, сірка, хлор, йод, хром, фтор.
- Молібден, кобальт, олово, нікель, фосфор, натрій.

Хочеться так само відзначити, що білок, який міститься в салі, є колагеном і еластином в чистому вигляді. Вони сприяють регенерації і омолодження шкіри.

В 100г шпику свинячого без шкурки міститься:

Шпик свинячий вживають в сирому вигляді, його підсолюють, а також присмачують паприкою, чорним або червоним гірким перцем, отримуючи оригінальний шпик з пікантним смаком і т.д. В українців існує безліч рецептів приготування оригінального шпику, які передаються з покоління в покоління, але незмінним залишається любов до цього воістину смачному і лікувального продукту.

### **Користь від вживання шпику свинячого**

- Арахідонова кислота, яка міститься в шпику, сприяє підтримці тонуусу і імунітету, особливо в холодну пору року.

- Біологічна активність шпику в п'ять разів перевищує активність вершкового масла. Натуральний шпик можна порівняти з жиром тюленя.
- Шпик плавиться при температурі людського тіла, тому відмінно засвоюється організмом.
- У салі міститься холестерин, який не відкладається на стінках судин.
- Вживання шпику з часником сприяє очищенню кровоносних судин від поганого холестерину.
- Вживання натурального шпику без шкурки сприяє звільненню печінки від важких металів.
- Корисно вживати даний продукт при маститі і легеневих захворюваннях.
- У народній медицині шпик застосовують як зовнішній засіб при болях в суглобах, зубний біль, екземі, п'яткових шпори, бородавках, геморої, варикозному розширенні вен.

### **Шкода від вживання шпику**

Вживання шпику має бути дозованим, оскільки надмірне захоплення цим продуктом може принести шкоду. Шпик - калорійний продукт, тому людям, що страждають ожирінням необхідно вживати даний продукт, контролюючи його кількість. Добова норма споживання шпику - 30г, а при надмірній вазі - 10г. Сало протипоказано при хронічних захворюваннях печінки.

Ми часто чуємо від знайомих «сьогодні ...», але що це і навіщо це потрібно розуміємо не завжди. Шпик - це підшкірний жир свині з досить щільною текстурою, тобто звичайне сало. Його отримують з різних частин тіла свині. Його класифікація варіюється тим звідки він був знятий, але в промисловості це не має значення - там використовують будь-який вид сала. Шпик застосовують у виготовленні ковбас, сосисок і різних м'ясних делікатесів. Останнім часом шпик отримав головну роль у виробництві

виробів з м'яса. можна в будь-якому магазині і на будь-якому ринку. Досить часто ми чуємо «!» - ці слова лунають з різних кутів ринку. І це не дивно - шпиг користується великою популярністю серед споживачів, і вже з'явилися такі цифри, як 450 тисяч тонн споживання шпигу в рік. Даний продукт популярний не тільки у нас, але і в багатьох країнах СНД і Європи. На Україні шпиг - це практично об'єкт національної гордості і загальної любові. Так що там говорити, шпиг користується популярністю у всьому західному світі. У мусульманському світі, на жаль, шпик, як і будь-які страви зі свинини заборонені релігією.

Різновид шпигу величезна, і тому з'явилася навіть спеціальна класифікація даного продукту. Класифікація відбувається в залежності від його консистенції: масляний, м'який і твердий шпиг. Ці показники залежать від самої свині, умов вирощування й вживали нею корму. Для отримання сала найвищої якості вирощують спеціальні породи свиней. Такі породи мають дуже великим тілом і великими ногами. Вони досить швидко ростуть, і вже за три-чотири місяці вони виростають в два рази. Свині м'ясних порід ростуть повільніше і з них отримують малу частку шпику. Другий класифікацією можна назвати походження шпигу: бічний, хребтової або іберійський. Кожне має свої властивості. Бічний - м'який, і використовується для приготування шинки і напівкопчених ковбас. Хребтової - крупнозернистий і дуже довго плавиться. Використовують для ковбас. Іберійський - найдорожчий, ідеально підходить для копчення і соління, для вживання в чистому вигляді.

З цього всього випливає, що шпиг придбав свою популярність цілком заслужено. Без нього не обходиться жодне приготування м'ясних і ковбасних виробів і не один стіл. Знайдіть свій шпиг і станьте одним з любителів шпику.

За даними Продовольчої організації ООН (ФАО), в Україні поголів'я великої рогатої худоби за останні 12 років скоротилася на 47%.

Імпорт м'яса порівняно з минулим роком зріс на 20%. У країну в 2017-му завезуть 95 000 тонн м'яса птиці, 80 000 тонн субпродуктів і жирів, 15 000 тонн свинини і 2 000 тонн яловичини.

Порівняно з першою половиною 2022 року імпорту сала зменшився на 9% і становив у поточному році 18,7 тонни. Основними країнами-постачальниками сала до України є Німеччина – 46% всього імпортованого Україною сала, Польща – 37% та Нідерланди – 7%.

Десятиліття тому поголів'я свиней складало 8,055 млн голів, а станом на початок 2017 року – 6,689 млн голів. Скорочення становить понад 17%. Негативна тенденція збережеться й надалі.

## ВИСНОВКИ

Для подрібнення м'яса на кубики промисловість випускає м'ясорізальні машини, подрібнювачі м'ясних блоків і, спеціально налагоджені для такої операції шпигорізки. Середнє подрібнення здійснюють за допомогою вовчків і шпигорізок із спеціальним налагодженням робочих органів. Шпигорізки використовують для подрібнення охолодженого шпигу на шматки розмірами 4–12 мм.

Форма і розмір кусочків шпику прямо впливають на технологічні і споживчі якості ковбас. Від них залежать терміни сушки сирокочених ковбас, якість і характер гістологічного зрізу готових виробів.

Єдиним рішенням проблеми підвищення терміну служби ножів є зміцнення передньої поверхні леза зносостійким матеріалом.

Конструктивні параметри різальних робочих органів вибираються з урахуванням умов роботи, характеристик сировини, яка подрібнюється, кінематики різання, міцності і жорсткості ножів. Ці обставини зумовлюють необхідність точного розрахунку і контролю різальних інструментів для надання їм оптимальних геометричних і механічних характеристик. Процес різання здійснюється серпоподібними ножами, різальна крайка яких виконана у вигляді кривої, побудованої за певною закономірністю.

Основним недоліком ножів з лезами, виконаними за логарифмічною спіраллю, є трудність у виконанні їх заточування. Ця проблема вирішується завдяки виготовленню різальної крайки ножа у вигляді ламаної лінії з і-тою кількістю прямолінійних ділянок, але розташованих за закономірністю логарифмічної спіралі. Це дає можливість отримати постійний кут різання всередині кожної різальної крайки, що забезпечує рівномірність подрібнення продукту по всій довжині леза, підвищує якість готового продукту і

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Миколай І.М.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Золотарьов О.А.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Висновки</b>	<b>22-2138.MP.03.000.ПЗ</b>				
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Да видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/2</b>	

ефективність роботи ножа. Найкращими у співвідношенні якості шпику та енергоспоживання є ножі, у яких різальна крайка одночасно окреслена спіраллю Архімеда та логарифмічною спіраллю.

У базовій конструкції машини на важелі кріпився палець для приведення у рух ножових рамок. Для зменшення тертя в зоні контакту замість пальця встановлюємо вісь, підшипник та ролик.

Важіль закріплюється на осі за допомогою гайки і шайби (для більш щільного зкріплення). З іншого боку важіль упирається у виступ на осі ( $\varnothing 30$ ). Під час коливання важеля з віссю, ролик рухається разом з підшипником. У такій конструкції машини головне тертя йде на вісь, підшипник та ролик.

Крім цього, у корпусі ножової рамки для зменшення тертя в направляючих отворах встановлюються фторопластові втулки, які фіксуються гвинтами спеціальних конструкцій (пустотілими). Це дозволить зменшити зношення рухомих частин ножової рамки і направляючих отворів ножової рамки, оскільки тертя між фторопластом і металом менше, ніж між металами.

В результаті проведеної модернізації шпигорізної машини підвищилась довговічність та зносостійкість важеля та тримача ножів.

Запропоноване вдосконалення дозволить тривалий час використовувати шпигорізальну машину без додаткового ремонту ріжучого механізму, а саме – зменшиться зношення стінок лівого тримача ножів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закалов О.В. Дипломне проектування технологічного обладнання переробних і харчових виробництв: навчальний посібник / Закалов О.В., Ворощук В.Я. – Видавництво ТНТУ ім. І. Пулюя, 2011.- 344с.
2. Закалов О.В. Технологічне обладнання харчових виробництв / Закалов О.В., Закалов І.О. – Тернопіль : Видавництво ТДТУ, 2000 .– 406 с.
3. Мирончук В.Г. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості : підручник / В.Г. Мирончук. – Вінниця: Нова книга, 2007.– 648 с.
4. Гулий І.С. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості / Гулий І.С. – Вінниця: Нова книга, 2001. – 575 с.
5. Мирончук В.Г. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості; навчальний посібник / Мирончук В.Г., Орлов Л.О., Українець А.І. та ін. – Вінниця: Нова книга, 2004.– 288 с.
6. Дацишин О.В. Машини та обладнання переробних виробництв / Дацишин О.В., Ткачук А.І., Чубов Д.С. – К.: Вищ. освіта, 2005.– 159 с.
7. Сухенко, Ю.Г. Надійність і довговічність устаткування харчових і переробних виробництв: підруч. для студентів ВНЗ / Ю.Г.Сухенко, О.А. Литвиненко, В.Ю. Сухенко. — К.: НУХТ, 2010. — 547 с.
8. Загальні технології харчових виробництв: підручник / В.А.Домарецький, П.Л.Шиян, М.М.Калакура, Л.Ф. Романенко. – К. : Университет "Україна", НУХТ, 2010. – 814 с.
9. Кривопляс-Володіна Л.О. Основи наукових досліджень у прикладних задачах: навч. посіб. для студ. вищ. навч. зак. / Кривопляс-Володіна Л.О., Гавва О.М., Яровий В.Л., Токарчук С.В. – К.: Сталь, 2016. – 271 с.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Миколай І.М.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Золотарьов О.А.	<i>Назва, додаткова назва</i>		<b>22-2138.MP.03.000.ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Якимчук М.В.	<i>Список використаних джерел</i>					

10. Гвоздєв О.В. Машини і устаткування для переробки продукції тваринництва. - Мелітополь.: Таврійська державна агротехнічна академія, 2001 – 375 с.

11. Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва: навч. посіб. для студ. вищих техн. та аграр. навч. закладів / П.С. Берник, З.А. Стоцько, І.П. Паламарчук, В.В. Яськов; Нац. ун-т "Львів. політехніка". – Л.: НУЛП, 2004. – 336 с.

12. Місяць В.П. Основи побудови математичних моделей процесів подрібнення матеріалів: [Текст] / В.П. Місяць // Вісник Технологічного університету Поділля. - 2000. - №5. - С.34-37.

13. Підвищення довговічності різального комплекту м'ясорізальних вовчків: [Текст]/ О.І., Некоз В.І.Білий, М.М. Пушанко та ін. // Придніпров. наук. вісник. – 1998. – №73 (140). – С. 59–60.

14. Сухенко В.Ю. Обґрунтування основ забезпечення зносостійкості м'ясорізальних інструментів: [Текст] / В.Ю. Сухенко // Проблеми тертя та зношування: наук. техн. зб. . - К.: НАУ, 2012. - Вип. 57. –

15. Сухенко В.Ю. Моделювання процесів подрібнення м'яса і синтез технологічних машин: [Монографія] / В.Ю. Сухенко. - Київ: ТОВ ЦП "Компринт", 2013. - 227с.

16. Сухенко В.Ю. Обґрунтування вибору зносостійких сталей для різальних вузлів шнекових м'ясоподрібнювальних машин (вовчків) [Текст] / В.Ю. Сухенко // Проблеми тертя та зношування: наук.-техн. зб. – К.: Вид-во нац.. авіац. Ун-ту «НАУ-друк», 2013. – Вип. 60. – с. 67-73.

17. Сухенко В.Ю. Обґрунтування основ забезпечення зносостійкості м'ясорізальних інструментів: [Текст] / В.Ю. Сухенко; НАУ Проблеми тертя та зношування: наук. -техн. зб. - К.: НАУ, 2012. – Вип. 57 - С.76-92.

18. Сухенко В.Ю. Обґрунтування основ забезпечення зносостійкості м'ясорізальних інструментів: [Текст] / В.Ю. Сухенко; НАУ // Проблеми тертя та зношування: наук. -техн. зб. - К.: НАУ, 2012. – Вип. 57 - С.76-92.

19. Технологічне обладнання для переробки продукції тваринництва: [Навч. посібник] / О.В. Гвоздєв , Ф.Ю. Ялпачик , Ю.П. Рогач, Л.М. Кюрчева; За ред. к.т.н. О.В. Гвоздєва. - Суми: Довкілля, 2004. - 420с.

20. Технологія м'яса і м'ясних продуктів: [Підручник] / М.М. Клименко, Л.Г. Віннікова, І.Г. Береза та ін.; За ред. М.М. Клименка. - К.: Вища освіта, 2006. - 640 с.