

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

Інститут (факультет) \_\_\_\_\_  
Кафедра \_\_\_\_\_

«До захисту в ЕК»  
Директор інституту(декан факультету)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

«До захисту допущено»  
Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_  
(підпис)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності

133 «Галузеве Машинобудування»

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Інженеринг харчових та біотехнічних виробництв»

на тему Модернізація машини для формування білкової ковбасної оболонки продуктивністю 50 кг/год

Виконав: здобувач \_\_\_\_\_ курсу, групи \_\_\_\_\_

Дашевський Кирило Данилович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник Бабанова Олена Ігорівна

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти Бойко Ю.І

(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 - 2023р.  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С.Гулого  
Кафедра \_\_\_\_\_  
Освітній ступінь: \_\_\_\_\_ *бакалавр* \_\_\_\_\_  
Спеціальність: \_\_\_\_\_ *133 «Галузеве машинобудування»* \_\_\_\_\_  
Освітньо-професійна програма: *Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв*

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

## З А В Д А Н Н Я

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

\_\_\_\_\_ *Дашевський Кирило Данилович* \_\_\_\_\_

**Тема роботи:** *Модернізація машини для формування білкової ковбасної оболонки продуктивністю 50 кг/год*

керівник роботи: ст. викладач *Бабанова Олена Ігорівна*

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року № \_\_\_\_\_

2. Строк подання здобувачем роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи *Технічна Література*

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) *Анотація, Зміст, Вступ, Порівняльний аналіз технічних рішень, Техніко-соціальне обґрунтування, Характеристика вихідної сировини та готової продукції, Опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи обладнання, Розрахункова частина, Модернізація обладнання, Розрахунок технологічного маршруту виготовлення деталей, Вимоги щодо монтажу, експлуатації, ремонту, Опис блоку управління, Заходи щодо охорони праці, Висновки, Список використаної літератури, Додатки*

5. Перелік графічного матеріалу

*Загальний вигляд обладнання, складальні одиниці обладнання, технології машинобудування*

6. Консультанти розділів роботи

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

Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Анотація, зміст; перелік умовних позначень, термінів</i>	14.11.2022	
2	<i>Вступ</i>	18.11.2022	
3	<i>Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі</i>	25.11.2022	
4	<i>Техніко-економічне, соціальне обґрунтування</i>	01.12.2022	
5	<i>Характеристика вхідної сировини і готової продукції</i>	07.12.2022	
6	<i>Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи обладнання</i>	16.12.2022	
7	<i>Вибір конструкційних матеріалів</i>	25.12.2022	
8	<i>Розрахункова частина</i>	30.12.2022	
9	<i>Технологія виготовлення деталі</i>	06.01.2023	
10	<i>Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту</i>	10.01.2023	
11	<i>Опис системи управління</i>	13.01.2023	
12	<i>Заходи з охорони праці; Охорона довкілля</i>	16.01.2023	
13	<i>Висновки</i>	21.01.2023	
14	<i>Графічна частина</i>	25.01.2023	
15	<i>Подача роботи на кафедру</i>	28.01.2023	

**Здобувач**

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Дашевський К.Д.**

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Бабанова О.І**

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

В роботі проведена модернізація машини для формування білкової ковбасної оболонки 54 кг/год.

Запропоноване вдосконалення робочого органу подаючого пресу, що дозволить оптимізувати процес формування сировини за рахунок поступового зростання температур і тиску, із необхідного для забезпечення заданих фізико-хімічних змін основних компонентів ковбасної оболонки; щадний режим обробки сировини; звести до мінімуму втрати термолабільних харчових речовин в камері шляхом підтримки необхідного температурного режиму.

В роботі проведений аналіз існуючих конструкцій машин для формування ковбасної оболонки, проведений розрахунок машини для формування ковбасної оболонки та її конструктивних елементів. Описано процес монтажу та експлуатації машини. Наведено пропозиції з охорони праці при роботі з машиною для формування ковбасної оболонки. Також представлений технологічний маршрут виготовлення штоку.

Робота представлена на 1 аркушах пояснювальної записки та п'яти аркушах формату А1.

**Ключові слова:** прес, формування, оболонка, шток, ковбасні вироби

## SUMMARY

In the work modernization of the machine for the formation of protein sausage shell 54 kg / h.

The proposed improvement of the working body of the feeder press, which will optimize the process of formation of raw materials due to the gradual increase in temperature and pressure, from the necessary physical and chemical changes necessary for the main components of the sausage membrane; sparing mode of raw material processing; minimize the loss of thermolibious nutrients in the chamber by maintaining the required temperature regime.

In the work the analysis of existing constructions of machines for sausage molding was carried out, the machine was calculated for the formation of sausage membrane and its structural elements. The process of installation and operation of the machine is described. The offers on labor protection are given at work with the machine for formation of a sausage cover. Also presented is the technological route of manufacturing the stock.

The paper is presented on 1 sheets of explanatory note and five sheets of A1 format.

**Key words:** press, forming, casing, rod, sausage products

## ЗМІСТ

### Вступ

1. Порівняльний аналіз технічних рішень.....
2. Техніко-соціальне обґрунтування.....
3. Характеристика вихідної сировини та готової продукції.....
4. Опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи обладнання..
5. Розрахункова частина.....
  - 5.1 Технологічний розрахунок.....
  - 5.2 Гідравлічний розрахунок.....
  - 5.3 Тепловий розрахунок.....
  - 5.4 Механічний розрахунок.....
6. Модернізація обладнання.....
7. Розрахунок технологічного маршруту виготовлення деталей.....
8. Вимоги щодо монтажу, експлуатації, ремонту.....
  - 8.1 Пуск подаючого пресу в роботу.....
  - 8.2 Включення формуючої машини.....
  - 8.3 Монтаж формуючої головки.....
  - 8.4 Структура ремонтних циклів і тривалість міжремонтних періодів.....
9. Опис блоку управління.....
10. Заходи щодо охорони праці.....

### Висновки

### Список використаної літератури

### Додатки

					<i>140603.ДП.57.000.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Дашевський К.Д.</i>			<b>Зміст</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бабанова О.І.</i>					<i>1</i>	<i>1</i>
<i>Реценз.</i>						<i>НУХТ 30Х-5-1</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Гавва О.М.</i>						

## Вступ

За умов ринкових відносин між підприємствами і споживачами, конкуренції за збут продукції першочергового значення набуває впровадження в виробництво маловідходних та високопродуктивних технологій .

Для сучасного технологічного обладнання збільшення економічної ефективності виробництва необхідно підвищувати якість продукції, знижувати матеріальні і трудові затрати , намагатись більше отримати продукції з однієї тони сировини – колагенової маси.

Велику увагу слід приділяти раціональному та економному використанню сировинних ресурсів м'ясопереробних виробництв.

Тому фахівці на м'ясопереробних підприємствах повинні постійно стежити за новими розробками та впроваджувати у виробництво більш досконалу технологію та техніку.

Основне призначення ковбасних оболонок – захистити продукт від дії зовнішніх факторів, що здатні викликати їхнє псування – механічних пошкоджень, забруднень, зайвої вологості, мікроорганізмів. Крім того, оболонка визначає форму продукту і його розміри. Вона повинна бути міцною, еластичною, вологостійкою і стійкою до дії мікрофлори.

Всім цим вимогам відповідає натуральна оболонка, що виготовляється із кишок великої рогатої худоби, а також свиней. Проте масова заплідненість мікроорганізмами і необхідність ретельного очищення кишок від складових, жиру і окремих шарів, неоднорідність їх в залежності від виду, віку та статі тварин, а також різна товщина, діаметр і довжина створюють труднощі для оброблення і використання цього напівфабрикату м'ясопереробними підприємствами.

					140603.ДП.57.000.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Дашевський К.Д.			Літ.	Арк.	Аркушіє
Перевір.		Бабанова О.І.				1	2
Реценз.					Вступ  НУХТ ЗОХ-5-1		
Н. Контр.							
Затверд.		Гавва О.М.					

Сучасний рівень науки і техніки дозволив створити білкову ковбасну оболонку, яка не тільки рівноцінна, але й по більшості показників випереджає натуральну.

Штучна білкова ковбасна оболонка гарантує стандартні розміри. Завдяки природним фізико-хімічним властивостям вона забезпечує більш тривале збереження м'ясних продуктів, покращує їхню консистенцію, смакові якості і харчову цінність, дозволяє повністю автоматизувати

потоків лінії виробництва не тільки ковбасних, але й самих різних видів м'ясних продуктів.

					<i>Вступ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## 1. Порівняльний аналіз технічних рішень

На ділянці формування, сушки і дублення оболонки розміщується наступне спеціальне обладнання: подаючий прес, формуюча машина, комплектна сушильна лінія і системи приготування і подачі дубильної рідини в сушильну лінію, яка в комплексі є єдиною напівавтоматичною лінією, що працює в узгодженому режимі.

### Автомат Л5-ФАЛ

Автомат Л5-ФАЛ призначений для утворення двошарової оболонки з целофанової стрічки, наповнення її фаршем, формування ковбасного батона, виготовлення скріпок і накладення їх на кінці батонів, а також автоматичного розділення батонів один від одного шляхом розрізання перемички між ними.

Автомат Л5-ФАЛ (рис. 1.1) складається з механізмів подання і вакуумування фаршу, утворення оболонки і накладення маркірованої стрічки, знімання оболонки, подання ковбасного батона, освіти і накладення скріпок, рами, електромеханічного приводу, системи пневмоуправління, пульта управління і електрошафи.

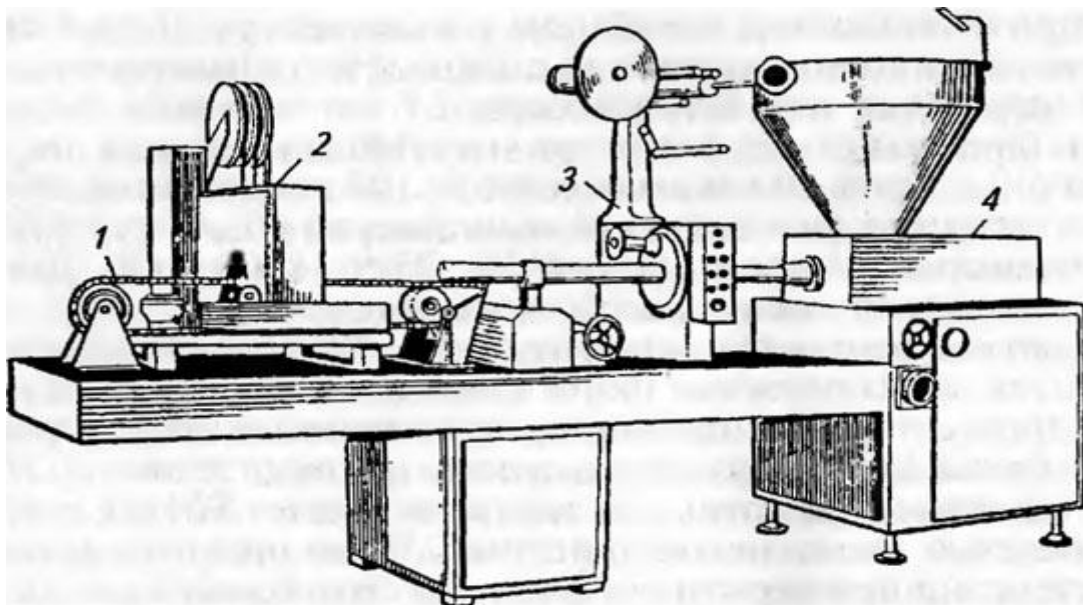


Рис. 1.1 Автомат для виробництва ковбасних виробів Л5-ФАЛ :

140603.ДП.57.001.ПЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Дашевський К.Д.		
Перевір.		Бабанова О. І.		
Реценз.				
Н. Контр.				
Затверд.		Гавва О.М.		

Порівняльний аналіз  
технічних рішень

Літ.	Арк.	Аркуші
	1	9

НУХТ ЗОХ-5-1

1-конвейер; 2-механізм накладення металевих скріпок; 3 - механізм утворення оболонок; 4 - механізм подання і вакуумування фаршу.

Автомат працює наступним чином.

Механізм утворення оболонки створює двошарову оболонку. Целофанова стрічка шириною  $320 \pm 20$  мм, змотуючись з бобіни і проходячи через спеціальний формотворний комір, перетворюється в трубчасту оболонку. При проходженні трубчастої оболонки по порожнистій цевці на неї накладаються маркірована стрічка шириною  $35 + 3$  мм з позначенням найменування ковбаси і другий шар целофанової стрічки (зовнішня оболонка) шириною  $150 \pm 10$  мм. Зовнішня оболонка утворюється навивкой по спіралі шляхом обертання центральної голівки з бобіною целофанової стрічки навколо подовжньої осі цевки. Бобіну із стрічкою встановлюють під кутом до осі цевки. Освічена оболонка переміщається по цевці за допомогою двох гумових роликів, що обертаються синхронно з центральною голівкою. Готова безперервна оболонка наповнюється фаршем з двошнекового шприца, що має бункер для завантаження автомата фаршем. В якості передатного механізму шприца служить варіатор, який дозволяє регулювати продуктивність шприца залежно від виду фаршу. Наповнена оболонка подається конвеєром в механізм накладення скріпок, де одночасно відбуваються пережим оболонки (формування батона), виготовлення двох скріпок, накладення їх на кінці батонів і розрізання перемички між батонами спеціальним ножом. Привід механізму накладення скріпок здійснюється від двох пневмоцилиндрів. Готовий батон ковбаси поступає на приймальний стіл або конвеєр.

### **Автомат М1-ФУ-2Р-1 для формування варених ковбас**

Автомат М1-ФУ-2Р-1(рис.1.2) призначений для формування варених ковбас з утворенням оболонки з повиденової плівки з накладенням скріпок на кінці батонів. Він дозволяє виробляти батони масою від 400 до 1000 г з усіх

					<i>Порівняльний аналіз технічних рішень</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

видів фаршу. Автомат складається з підйомника-завантажувача, машини для формування ковбас, столу, що обертається. Машина для формування ковбас включає сполучені трубою клипсатор і наповнювач. Підйомником-завантажувачем фарш подається у бункер-наповнювача машини формування ковбас. З шнекового живильника, в якому відбувається вакуумування, фарш лопатевим насосом переміщається по трубі в оболонку, зварену в подовжньому напрямі за допомогою високочастотного нагрівача. Механізмом утворення скріпок на кінці батонів накладаються металеві скріпки з алюмінієвого дроту. Батони відділяються один від одного і конвеєром відводяться на стіл, що обертається.

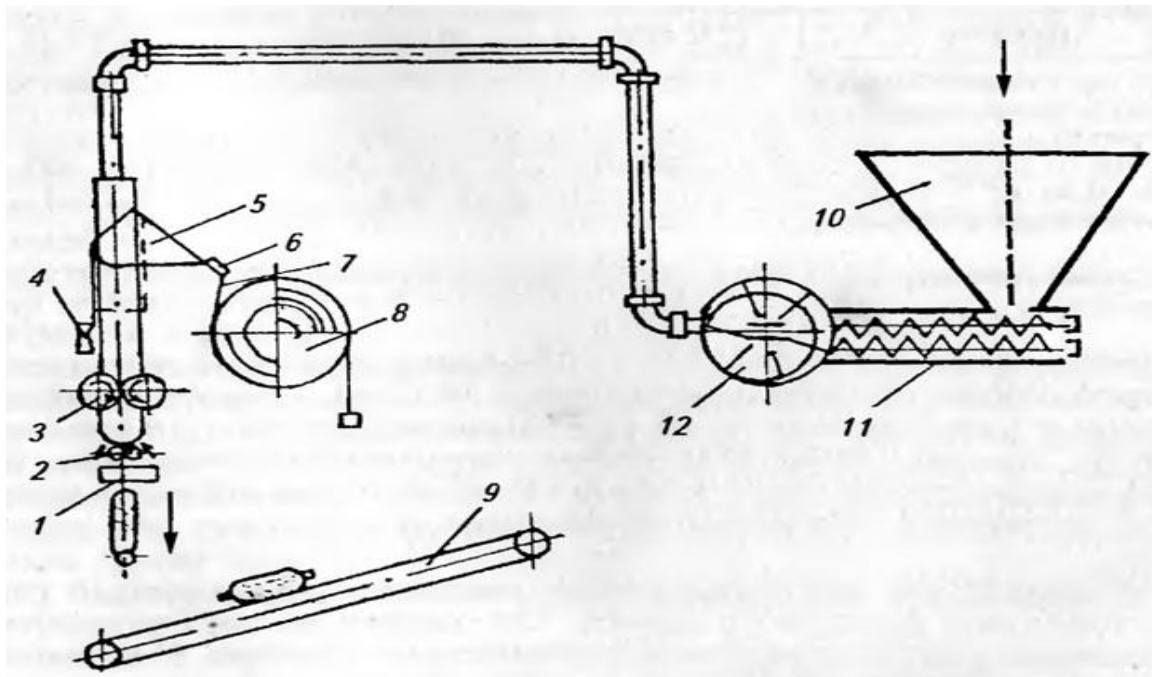


Рис.1.2. Принципова схема автомата М1-ФУ-2Р-1 :

1 - механізм накладення скріпок; 2 - механізм витискування; 3 - механізм простягання плівки; 4 - зварювальний пристрій; 5-рукавообразователь; 6 - направляючі ролики; 7-напрямна; 8 - рулон; 9 - конвеєр; 10 - бункер; 11 - шнековий живильник; 12 – насос.

**Лінія по отриманню ковбасної упаковки з штучної колагенової оболонки із сіткою**

					Порівняльний аналіз технічних рішень	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Лінія ковбасної упаковки з штучної колагеновою оболонкою із сіткою працює наступним чином:

За допомогою кронштейнів 9, напрямну доріжку 1 статично закріплюють приблизно на одному рівні з патрубком 4, під яким встановлюють катушку 10 з колагеновою оболонкою 11 та ванну 12 наповнену клеєм. Колагенова оболонка 11 за рахунок рухомої каретки 2 яка приводиться в рух електроприводом, проходить по напрямним роликам 13 через ванну 12 де змочується клеєм, після чого потрапляє всередину патрубка 3. На патрубок 3 надягають сітку 4 та з'єднують початок сітки 4 з початком колагенової оболонки 11. За допомогою рухомої каретки 2, що приводиться в рух електроприводом, колагенова оболонка 11 розмотується на необхідну довжину по напрямній доріжці 1, попередньо замочена клеєм у ванні 12 та вдягнута на всю довжину у сітку 4 (далі утворений елемент, колагенова оболонка з сіткою позначається позицією б). Колагенова оболонка із сіткою б обрізається та герметично закріплюється на доріжці 1, після чого, всередину колагенової оболонки із сіткою б під тиском, за допомогою повітряного насоса 5 з краном нагнітається повітря. В цей час по всій довжині колагенової оболонки із сіткою б рухається каретка 2, на якій встановлені вертикальні 7 та горизонтальні 8 ролики розміщені синусоїдально, між якими щільно зацімлена колагенова оболонка із сіткою б. Під тиском повітря з середини та проходячи в двох напрямках між двома наборами орієнтованих вертикально 7 та горизонтально 8 роликів розміщених по синусоїді з осьовими та діаметральними канавками на поверхні, колагенова оболонка із сіткою б здобуває необхідну щільність, міцність, при чому зберігає товарний вигляд та чіткість форми.

					<i>Порівняльний аналіз технічних рішень</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

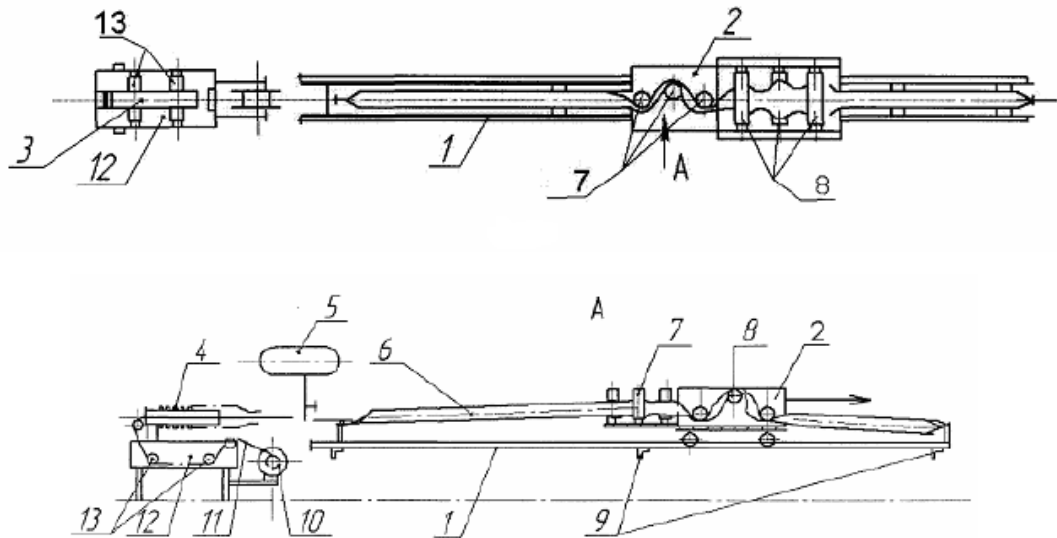


Рис.1.3. Лінія по отриманню ковбасної упаковки з штучної колагенової оболонки із сіткою

### **Автомат В6-ФСБ для наповнення фаршем целюлозної гофрованої оболонки**

Автомат В6-ФСБ (рис.1.5) призначений для наповнення фаршем целюлозної гофрованої оболонки при виробництві сосисок і навішування їх на приймальний пристрій. Він включає станину, привід, фаршевий насос, завантажувальний пристрій, пристрій перекручування і видачі сосисок, навішують і приймальне пристрою, електрообладнання та установку для подачі фаршу. Привід служить для приведення в рух шприц трубки і штовхача фаршевого насоса. Він складається з електродвигуна, клинопасової передачі і черв'ячного редуктора. На тихохідному валу редуктора змонтовані два диска, до кожного з яких прикріплений кінець ланцюга кінцевої довжини. Ланцюги розташовані горизонтально і переміщуються при включеному приводі в напрямних під дією вантажів, закріплених на других кінцях ланцюгів, які огинають дві свободносидячі на осі зірочки. На ланцюгах закріплені тримачі, з'єднані зі шприца трубкою і штовхачем.

					<i>Порівняльний аналіз технічних рішень</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

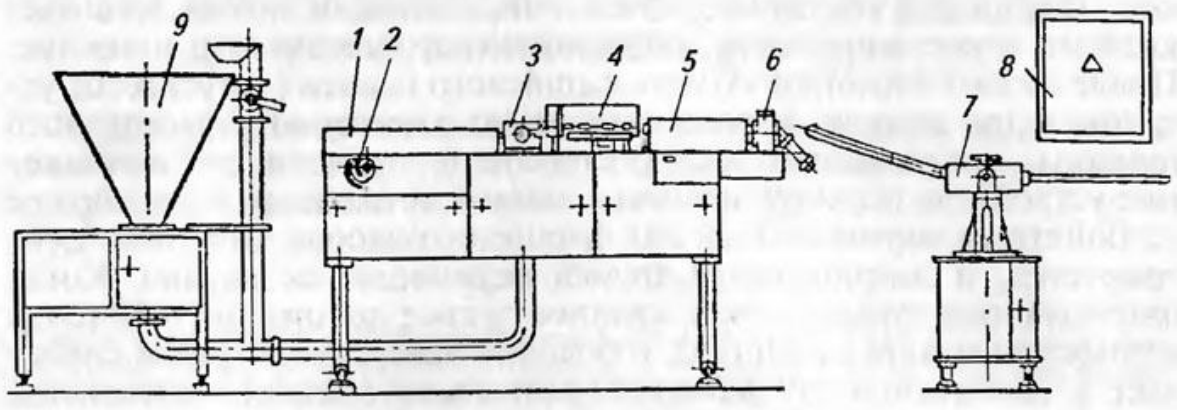


Рис.1.4 Автомат для шприцювання оболонки фаршем В6-ФСБ:

1 - станина; 2 привід; 3 фаршевий насос; 4 - завантажувальний пристрій; 5-пристрій для перекручування та видачі сосисок; 6 навішувальний пристрій; 7- приймальний пристрій; 8-електрообладнання; 9-установка для подачі фаршу.

Фаршевий шестерінчастий насос служить для подачі фаршу в шприц трубку. На нагнітальному отворі насоса закріплені тримач з двома отворами для шприца трубки і штовхачі, які можуть переміщатися в них по дотичній до нагнітальної камери фаршевого насоса. Шприц трубка має отвір, що збігається з нагнітальним вікном насоса при крайньому правому положенні трубки. У цій позиції фарш нагнітається в оболонку, надітий на шприц трубку. При переміщенні шприца трубки в початкове положення фарш не подається. Завантажувальний пристрій поштучно видає гофровану оболонку і центрує її з віссю шприц трубки. Пристрій виконаний у вигляді лотка і центрального механізму.

Пристрій для перекручування та видачі сосисок служить для перекручування оболонки з фаршем, а також відмірювання необхідної довжини оболонки. Пристрій складається з приводного валу, редуктора і дозатора. Дозатор являє собою два паралельних ланцюгових контури, що переміщуються по напрямних в горизонтальній площині. На ланцюгах закріплені спеціальні лапки з кроком, рівним довжині сосисок. За допомогою лапок здійснюються розподіл і перекручування оболонки з фаршем при проходженні її між ланцюговими контурами. Установка для подачі фаршу служить для

					<i>Порівняльний аналіз технічних рішень</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

автоматичної подачі фаршу по трубопроводу до фаршевого насоса автомата. Вона складається з ротаційного насоса і бункера, змонтованих на звареному каркасі.

Автомат В6-ФСБ працює наступним чином. До пуску автомата завантажувальний пристрій заповнений гофрованою оболонкою. Фаршевий насос вимкнений, шприц трубка займає крайнє ліве положення, одна оболонка знаходиться в притиску. Після натискання кнопки «Пуск» фаршевого насоса (запускається установка для подачі фаршу) натискають кнопку «Пуск» головного приводу - включаються електродвигун, що приводить в рух пристрій перекручування і видачі сосисок, навішують пристрій і вертикальний вал фаршевого насоса. Оболонка центрируется, і шприц трубка переміщується вправо. Коли шприц трубка займе крайнє праве положення (оболонка повністю надіта на шприц, і бічний отвір в трубці збігається з нагнітальною камерою фаршевого насоса), включається фаршевий насос - оболонка наповнюється фаршем, перекручується, відміряється потрібна довжина, видаються готові сосиски і навішуються на трубу приймального пристрою.

Після заповнення оболонки шприц переміщається вліво, займаючи вихідне положення. Для центрування надходить наступна оболонка, фаршевий насос відключається, включається поворот приймального пристрою на 90 °, цикл повторюється. Навішені на трубі приймального пристрою гірлянди сосисок знімають вручну за допомогою палиць.

### **Голівка для формування білкової оболонки**

Голівка для формування білкової оболонки містить корпус з патрубком, що має втулку. У корпусі розташований нерухомий вал з подовжнім отвором для подання стислого повітря. На нерухомому валу встановлені втулка, розташована з освітою відносно втулки патрубка щілини для колагенової маси, і роторна втулка, сполучена з обіймою, на якій розташовані роликові конічні підшипники кочення і косозубая передача. Голівка має систему підведення колагенової маси, пов'язану з середньою частиною корпусу, і систему

					<i>Порівняльний аналіз технічних рішень</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

охолодження, при цьому голівка забезпечена рухливими і нерухомими торцевими ущільненнями для маси і води, відповідно, встановленими в середній частині корпусу, і ущільненнями для води, розміщеними в його задній частині, а на роторній втулці виконані гвинтові канавки глибиною 0,8-0,9 мм, нарізки, що мають кут,  $60\pm 2$  град. Забезпечується підвищення продуктивності голівки і необхідна кількість продукції, що випускається, за рахунок повного захоплення колагенової маси для формування оболонки і виключення віднесення вказаної маси водою.

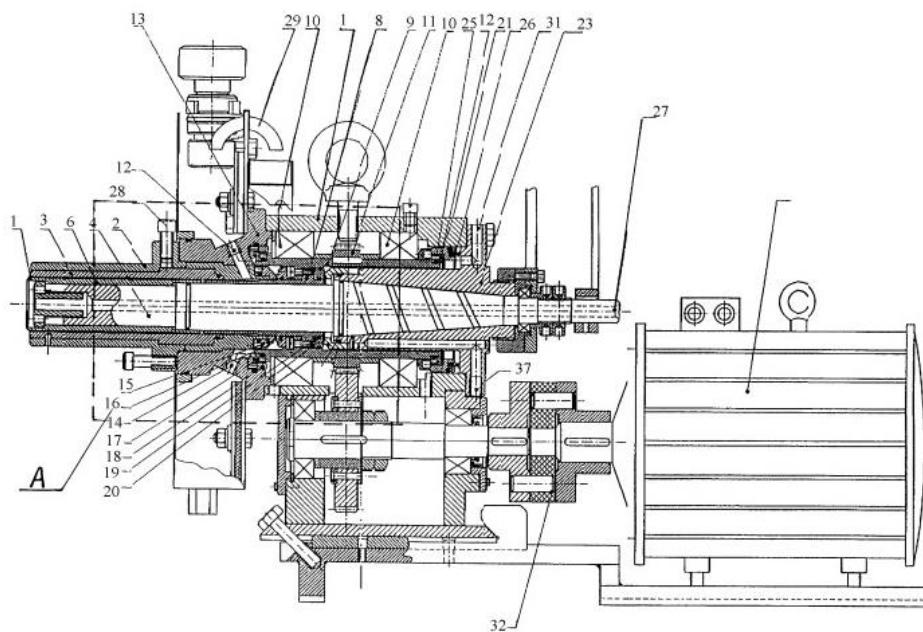


Рис.1.5. Голівка для формування білкової оболонки.

### Головка для виготовлення білкових ковбасних оболонок.

					<i>Порівняльний аналіз технічних рішень</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис.1.6 Головка для виготовлення білкових ковбасних оболонок

Головка для виготовлення білкових ковбасних оболонок - основна деталь лінії по виробництву «штучної оболонки». Завдання головки складається у виготовленні труби з попередньо підготовленої колагенової маси, яка в подальшому сушиться і формується в оболонку для копченостей. Застосування обертальної втулки сприяє дугового розподілу маси і утворення своєрідної сітки, що запобігає лопанню оболонки. Масивний корпус і система вирівнювання тиску сприяють тому, що пристрій переносить високі навантаження, характерні для технологічного процесу. Діаметр оболонки становить від 18 до 100мм.

					<i>Порівняльний аналіз технічних рішень</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2. Техніко-соціальне обґрунтування

До світових лідерів виробництва білкових ковбасних оболонок, у тому числі до таких, що пропонуються та використовуються в Україні, слід віднести такі компанії: «Белкозин», представник в Україні - «Торговий дім «Білкозин» (м. Київ); «Натурин» (Німеччина), офіційні представники в Україні - компанія «Ромілена» (м. Дніпро) і «Ігіс» (м. Київ); «Фабіос» (Польща), представник в Україні - «НЕССЕУкраїна» (м. Київ); «Фібран» (Іспанія), представник в Україні - «Мир оболочек» (м. Київ); «Колларин» (Швеція); «Коко-Стар-Україна» (м. Київ) і «Кутизин» (Чехія), дилер в Україні - компанія ВТР.

На сьогодні єдиним підприємством, що спеціалізується на випуску білкових ковбасних і сосискових оболонок для підприємств харчової і м'ясопереробної промисловості в Україні, є ВАТ «Прилуцький завод «Білкозин», що розташоване в м. Прилуки Чернігівської області якого було введено в дію в 1981 році в рамках співробітництва країн Ради економічної взаємодопомоги. У будівництві заводу та навчанні персоналу брали участь фахівці з Чехословаччини. Сьогодні загальний обсяг виробництва білкових оболонок перевищує 155 млн погонних метрів на рік, щорічно виробляється продукції на суму більше 7,977 млн EUR, причому 96% сировини, що використовується на підприємстві, надходить з Австрії та Італії і лише 4% - з України. У 2005 році ВАТ «Прилуцький завод «Білкозин» одержав сертифікат ISO 9001:2000, який засвідчує, що підприємство впровадило та застосовує систему якості в галузі виробництва колагенових оболонок для харчової промисловості.

Білкові оболонки, поєднуючи в собі позитивні властивості як натуральних, так і штучних оболонок мають наступні переваги. Так, порівняно з натуральними оболонками для них характерні: більш висока міцність;

					<i>140603.ДП.57.002.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Дашевський К.Д.</i>			<b>Техніко – соціальне обґрунтування</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бабанова О.І.</i>					1	2
<i>Реценз.</i>						<i>НУХТ ЗОХ-5-1</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Гавва О.М.</i>						

бактеріальна чистота; можливість роботи в автоматичному режимі; простота підготовки до наповнення; сталість розміру; можливість нанесення багатоколірного маркування. Порівняно з іншими штучними оболонками білкові оболонки мають більш високу паро- і газопроникність а також здатність до самоусадження, що забезпечує ковбасним виробам гладку поверхню (без порожнин) і привабливий вигляд. Сьогодні освоєно випуск функціональних оболонок (для різних видів ковбасних виробів, адаптованих до кліпсування на різних типах кліпсаторів, легко знімальних, їстівних, з нанесенням флексографічного друку, гофрованих тощо), пропонується різноманітний асортимент розмірів та кольорів.

Аналіз техніки і технології дозволив систематизувати найважливіші типи машин і класифікувати їх за різними ознаками, що є важливим допоміжним матеріалом при проектуванні сучасних комплексів для вироблення ковбасних оболонок. За типом основного робочого органу машини для формування розділяють на одно і двухшнекові, багатошнекові, дискові, поршневі, валкові, гвинтові, шестеренні і комбіновані. Конструкції також можуть бути класифіковані: по частоті обертання робочого органу - на нормальні і швидкохідні; за конструктивним виконанням - на стаціонарні, з обертаючим корпусом, з горизонтальним розташуванням робочого органу, з вертикальним розташуванням робочого органу; по фізичним ознаками - з коротким шнеком (автогенні), з великим ухилом ріжучої кромки матриці, з незначним ухилом ріжучеї кромки матриці.

					<i>Техніко – соціальне обґрунтування</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3. Характеристика вихідної сировини і готової продукції

#### 3.1 Види ковбасних оболонок.

Аналіз літературних джерел дозволяє розширити та систематизувати класифікацію ковбасних оболонок, що надано в таб. 3.1

Натуральні			Штучні			
Оболонки що виробленні з кишкової сировини тварин			Білкового походження		Рослинного походження	
ВРХ	ДРХ	Свинячі	Їстівні, напівїстівні та неїстівні		Текстильні	Синтетичні
Целюльозні		Фіброузнi	Альгіна-тні	Поліамі-дні	На основі гідрохлори-ду каучука	Поліетиле-нові
Неорієнтовні		Орієнтовні			Оболонки з полівінілхлориду, полівінілденхлориду та їх сополімерів	
			Одношарові		Багатошарові, комбіновані	

Таблиця 3.1 Класифікація ковбасних оболонок

#### 3.1.1 Штучні оболонки.

**Білкові оболонки.** Білкові оболонки використовують для виготовлення варених, напівкопчених та варено-копчених, сирокочених та сиров'ялених ковбас. Найбільш поширеними сьогодні є оболонки типу білкозин, кутизин, натурин. Розроблено технологію виготовлення їстівної білкової оболонки для сосисок і сардельок. У теперішній час провідними європейськими виробниками та розповсюджувачами білкових оболонок залишаються Чехія, Німеччина, Швеція, Швейцарія, Голландія, а серед країн СНД - ВАТ «Лужський завод «Білкозин», ВАТ «Прилуцький завод «Білкозин», ТОВ

					140603.ДП.57.003.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Дашевський К.Д.				Літ.	Арк.	Аркушіє
Перевір.	Бабанова О.І.					1	11
Реценз.					НУХТ ЗОХ-5-1		
Н. Контр.							
Затверд.	Гавва О.М.						
<b>Характеристика вихідної сировини та готової продукції</b>							

«IGIS» у Києві, київська фірма «Юкрейн Кейсінг Трейд». Частка використання традиційної білкової оболонки у світі становить близько 15% .

Перевагами білкової оболонки є:

—висока паро- та газопроникність, що зумовлені власною структурою та дозволяють проникати ароматичним речовинам диму;

—здатність до термоусадки;

—висока фаршемісткість;

—можливість використання забарвленої оболонки;

—стабільність товщини стінок та діаметра.

Білкова оболонка в процесі варіння зберігає свою цілісність, під час сушіння не відстає від поверхні; стабільність її діаметра, можливість кліпсування дозволяють здійснювати наповнення фаршем як вручну, так і на автоматичних машинах; підготовка до використання не вимагає додаткових засобів та матеріалів; оболонки можуть бути виготовлені з маркуванням.

Обмежене використання цієї оболонки зумовлене низкою причин:

—недостатніми ресурсами сировини (колагену);

—складністю, трудомісткістю та тривалістю процесу виробництва;

— екологічною небезпечністю технологічних стадій хімічної, механічної та теплової обробки сировини, що пов'язані з великим об'ємом стічних вод та значними витратами хімічних реагентів (сірчана кислота, сірчаноокислий амоній та ін.);

— високою собівартістю;

— нестійкістю до санітарно-показової мікрофлори, що характерна для м'ясопереробного виробництва (плісняві гриби, дріжджі, бактерії, гнилісні мікроорганізми).

Усунення останнього недоліку можливе за допомогою обробки водними розчинами антимікробних препаратів на стадії замочування оболонки перед її шприцюванням фаршем або розпиленням антимікробних складів на готову продукцію.

					<i>Характеристика вихідної сировини та готової продукції</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**Целюлозні оболонки.** Сировиною для виготовлення цих оболонок є деревинна та лінтерна (виготовляється з бавовняного пуху) целюлоза високого ступеня очищення. Після варіння (у розчині бісульфіту кальцію з 3-6% вільного сірчистого ангідриду) целюлозну масу промивають і очищують. Після закінчення промивання масу згущують і відбілюють хлором, їдким натром, розчином гіпохлориду натрію або білильного вапна.

М'ясопереробна промисловість застосовує для виготовлення варених ковбас клеєні целюлозні оболонки. У м'ясерій промисловості США(фірма «ЮніонКарбітКорпорейшн»), Англії, Франції(фірма «Віскора»), Німеччини (фірма «КаллеНало»), Швейцарії, Мексики (фірма «Коза»), Росії (ТОВ «Стар-Кейсінг») і низки інших країн широко застосовують целюлозні оболонки у вигляді безшовного рукава для виготовлення варених, варено-копчених і деяких видів сирокочених ковбас. Частка використання целюлозних оболонок у світі становить менше ніж 10% .

Перевагами целюлозних оболонок є:

- практично необмежені сировинні ресурси;
- стабільність товщини стінок та діаметра;
- механічна міцність;
- термостійкість під час технологічної обробки (до 150 °С);
- волого- та газопроникність;
- жиростійкість;
- стійкість до дії світла;
- здатність до рівномірного забарвлення в різні кольори і нанесення друку.

До недоліків целюлозних оболонок належать:

- відсутність або низька усадка, що може бути причиною утворення під час виготовлення ковбас порожнин між оболонкою та фаршем, у яких швидко починають розвиватися гнильні процеси;
- низькі адгезійні властивості;
- висока гігроскопічність;

					<b>Характеристика вихідної сировини та готової продукції</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- тривалість процесу виготовлення;
- використання великої кількості хімічних реагентів, що необхідні для її виробництва, у результаті чого створюються додаткові умови погіршення екологічного стану.

**Фіброузнi оболонки.** Фіброузнi оболонки виготовляються зi 100% очищеної целюлози. Їх виробництво здійснюється на основі довговолокнутого паперу, який просочений віскозою. З метою поєднання переваг пластикових та фіброузних оболонок налагоджено випуск багатошарових оболонок - підсилених волокнистих целюлозних безшовних оболонок, які виробляються також на основі целюлози, але з додаванням гліцерину, води та мають внутрішній бар'єрний шар (близько 8 мкм завтовшки) полівінілдіхлориду (PVDC). Особливістю фіброузних оболонок з внутрішнім покриттям є підвищений ступінь усадки порівняно з оболонками без покриття.

Фіброузнi оболонки характеризуються значною механічною міцністю порівняно з целюлозними, здатністю до усадки, волого- та димопроникністю. Вони добре кліпсуються, витримують високі температурні режими. Порівняно з целюлозними цей вид оболонок є значно дорожчим. Використовують їх для виготовлення лише варено-копчених, сирокочених та сиров'ялених ковбасних виробів. Частка використання фіброузних оболонок у загальному обсязі становить 5-7%.

**Поліамідні оболонки.** До поліамідів належать високомолекулярні сполуки, що містять в основному ланцюзі амідну групу -CO-NH. Сировиною для виготовлення поліамідних оболонок є вторинна сировина нафтопереробної промисловості. Поліаміди, одержують полімеризацією лактамів амінокислот у-результаті нестійкого циклу, поліконденсацією амінокислот або двохосновних кислот з діамінами. Плівковий матеріал з поліамідів одержують в основному екструзійними методами.

Підприємства, що освоїли випуск поліамідних ковбасних оболонок (російські фірми - «Атлантик-Пак», «Біостар», в Україні - «Пенто-Пак»,

					<b>Характеристика вихідної сировини та готової продукції</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

«Полі-Пак" таін.), пропонують виробникам різноманітний асортимент (залежно від видів ковбасних виробів) оболонки. Це частково проникні і непроникні, одношарові і багатошарові, неорієнтовані та орієнтовані ковбасні оболонки. Масова частка використання поліамідних оболонки має тенденцію до зростання та перебільшує третину в загальному обсязі, що пов'язано з розвитком нафтопереробної і таропакувальної галузей.

Серед переваг поліамідних оболонки:

- низька ціна порівняно з іншими видами, що зумовлює вигідність у використанні;
- висока міцність;
- з огляду на економічність виробництва ковбасних виробів - низька, а іноді практично відсутня проникність щодо пари води та газів;
- оптимальне подовження; високий опір до ударних навантажень; негорючість;
- морозостійкість; гарна стійкість до дії жирів та бензину;
- можливість кліпсування; стабільність товщини та діаметра;
- легкість нанесення друку.

Особливостями таких оболонки є:

- необхідність замочування, причому у воді з чітко визначеною температурою (інакше, у разі підвищеної температури замочування, починається усадка);
- повторне замочування не допускається;
- умови і терміни зберігання вимагають захисту від прямих сонячних променів, близького розташування нагрівальних приладів і за температури не вище 30 °С та відносної вологості не більше ніж 70-80%.

Отже, до недоліків поліамідів належать:

- невисока стійкість до атмосферних впливів - тепла, сонячної радіації (це особливо стосується плівок, що під дією прямого сонячного світла в результаті гідролітичного окислювання згодом змінюють колір, стають тендітними);

					<i>Характеристика вихідної сировини та готової продукції</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

- недопустимість штрикування;
- виключення процесу обжарювання, копчення, для чого передбачене введення коптільних препаратів і тонування оболонки, що ще більш переводить процес виробництва ковбасних виробів у розряд штучних;
- відсутність гарантії безпеки для здоров'я людини, що зумовлене можливістю міграції з полімерних плівок до продукту низькомолекулярних з'єднань, застосовуваних у процесі виробництва полімерів (залишки мономерів, що не прореагували, пластифікатори, стабілізатори, синтетичні органічні барвники, важкі метали);
- необхідність розв'язання питання про безпечну утилізацію використаних відходів плівок.

**Полівінілхлоридні (ПВХ), полівінілденхлоридні (ПВДХ) плівки та оболонки на основі їх сополімерів.** ПВХ є продуктом полімеризації хлористого вінілу  $\text{CH}_2=\text{CHCl}$ . Для покращення властивостей ПВХ проводять його хімічну модифікацію. Відомі сополімери вінілхлориду з вінілденхлоридом, вінілацетатом, стиролом та ін. На практиці частіше за інші використовуються ПВДХ- плівки. Крім того, ПВДХ застосовують також з метою комбінування з іншими матеріалами, що досягається шляхом соекструзії.

До основних ПВДХ-оболонок, що використовуються сьогодні, належать такі, як «CRYOVAC» (Іспанія) та «Повиден» (Росія). Частка використання оболонок з ПВДХ незначна, коливається в межах 2-4%, причому, здебільшого, використовується для фасованих ковбасних виробів та як бар'єрний компонент у комбінованих багатошарових оболонках.

Відмінними властивостями матеріалів на основі сополімерів ПВХ та ПВДХ є низькі паро- та газопроникність, витримування температури стерилізації ковбасних виробів (до 125 °С). Орієнтована ПВДХ-плівка має гарні міцнісні властивості.

До недоліків ПВДХ-плівок, що обмежують їх використання як оболонок, належать:

					<b>Характеристика вихідної сировини та готової продукції</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- висока вартість;
- необхідність спеціального обладнання для шприцювання та кліпсування оболонки;
- необхідність високої кваліфікації персоналу.

Особливу небезпеку становлять мономер (вінілхлорид), що за класифікацією FAO/WHO належить до речовин 1 класу небезпеки, а також хлор у полімері. За температур вище 125 °C полімерна структура починає руйнуватися з виділенням остаточного мономера та зв'язаного хлору в навколишнє середовище, у тому числі в харчовий продукт, зокрема ковбасний фарш.

#### Натуральні оболонки

Натуральні оболонки використовуються для виробництва всіх видів ковбасних виробів. Універсальність кишкових оболонок зумовлена низкою переваг, а саме:

- достатньою міцністю; еластичністю;
- здатністю до усадки; збереженням своїх властивостей у вологому стані;
- оптимальними адгезійними властивостями;
- гарною волого- та димопроникністю;
- стійкістю до всіх традиційних термічних режимів.

Потрібно зазначити, що сьогодні дуже важко переконати покупця в перевагах синтетичних оболонок порівняно з натуральними.

Незважаючи на універсальні властивості натуральних ковбасних оболонок, традиційність, можливість більш повного використання харчового потенціалу тваринної сировини, відсутність небезпеки забруднення навколишнього середовища, споживчі переваги, вони недостатньо використовуються. Причинами цього є:

- прижиттєві дефекти;
- технологічні пошкодження під час обробки кишкової сировини;
- нестабільність довжини, калібрів;

					<i>Характеристика вихідної сировини та готової продукції</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- висока проникність (особливо свинячих, баранячих, зокрема, черев), що з економічної точки зору робить виробництво менш рентабельним.

Таким чином, незважаючи на обмеженість у використанні більшості штучних оболонок, їх потенціальну небезпечність як контамінанту продукції (особливо тієї, що піддається тепловій обробці безпосередньо в оболонці) та навколишнього середовища використаною упаковкою, вони мають досить високі бар'єрні властивості та переважають у цьому натуральні аналоги. Указані чинники визначають доцільність підвищення бар'єрних та механічних властивостей натуральних оболонок, зокрема, особливо незахищених та значною мірою поширених у ковбасному виробництві свинячих черев.

Як такі, бар'єрні властивості будь-якого матеріалу, а відповідно й натуральних оболонок, залежать від методу обробки, можливості здійснення за технологічних умов, ефективного та оптимального впливу додаткових операцій; вони є функцією їх морфологічних особливостей, структури, хімічного складу та параметрі стану.

Властивості натуральних оболонок більшою мірою зумовлені фізико-хімічними та біохімічними характеристиками колагену та меншою - еластину. Той факт, що масова частка білка у фабрикаті підвищується після обробки кишкової сировини, соління, ще більше підсилює визначальну роль колагену та еластину.

### **3.2. Технологія виробництва білкової оболонки.**

Технологічний процес виготовлення штучних білкових оболонок складається з таких послідовних операцій:

- хімічна обробка спилка - соління і обробка соляною кислотою;
- механічна обробка сировини - подрібнювання та розволокнення спилка;
- приготування гомогенної колагенової маси;
- формування оболонки;
- сушіння оболонки;
- дублення оболонки;

					<i>Характеристика вихідної сировини та готової продукції</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

—обробка готової оболонки.

Для одержання штучної білкової оболонки високої якості обов'язковою умовою є підтримка якомога низької температури на всіх стадіях технологічного процесу до моменту її сушіння.

Підвищення температури може призвести до денатурації білків дерми, тобто втрати ними нативних властивостей та, як наслідок, до одержання оболонки незадовільної якості. Усі перераховані вище стадії технологічного процесу виробництва спрямовані на відділення колагену від інших баластових білків дерми, одержання однорідної колагенової маси та надання сформованій оболонці властивостей, необхідних для її застосування в ковбасному виробництві.

**Сировина.** Сировиною для виготовлення білкової оболонки є міздряні спилки, отриманих під час розпилювання шкір ВРХ середньої (до 25 кг) та важкої ваги (понад 25 кг). Під час розпилювання та вирівнювання зелених шкір верхні шари дерми йдуть на виготовлення шкіри, нижню частину дерми, яка прилягає до підшкірної клітковини шкір - міздри (не слід плутати з міздрею, що використовують у виробництві клею), спилують великими шматками товщиною не менш 0,6 мм, що і є сировиною для одержання оболонки. Кількість сировини, яка йде на виготовлення білкової оболонки, становить приблизно 5% маси шкіри.

**Хімічна обробка спилка.** Зоління спилка вапняним молоком здійснюють для набрякання колагену, видалення баластових білків та омилення жирів.

Для подальшої механічної обробки важливим є процес набрякання колагену. Оптимальний ступінь набрякання колагену досягається в разі його обробки розчинами лугів та кислот. При цьому маса сировини збільшується на 25% .

Тривалість процесу зоління - від одного до двох місяців залежно від товщини спилка. Оптимальна температура зоління - 10- 15 С.

					<i>Характеристика вихідної сировини та готової продукції</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**Механічна обробка спилка.** Усі операції механічної обробки спилків спрямовані на одержання колагенової маси гомогенної структури.

*Здрібнювання тарозволокнення спилка.* Спилки подрібнюють на вовчку з діаметром отворів решіток 20 мм. Здрібнена маса по жолобу подається на розволокнювальну машину, що має два риф- лених вали, перед якими встановлені гумові лопати для очищення їх поверхні.

Під час розволокнення спилка рифленими валами колагенові волокна ушкоджуються дуже незначно. Шматки спилка роздавлюються валами до товщини 0,15 мм. В'язкість отриманої після машини маси контролюють черв'ячним пресом шляхом видавлювання маси через патрубок стандартного розміру, на якому встановлений манометр. Манометр показує тиск, який створюється продавленою масою. Для певного діаметра оболонки встановлюється відповідна величина тиску. Показання манометра умовно характеризують в'язкість маси.

**Формування оболонки.** У формувальну машину масу подають пресом, який одночасно використовується й для тонкої фільтрації маси (через вузькі щілинні фільтри під тиском  $17,64 \cdot 10^0$  Па). Прес складається з подавального шнека, власне преса та фільтрів. Маса у вигляді джгута безупинно подається шнеком до формувальної голівки. Для продавлювання маси через формувальну голівку застосовується гвинтовий прес з двома робочими циліндрами періодичної дії. Один із циліндрів працює на всмоктування, інший - на нагнітання. Для збереження циліндричної форми під час сушіння та дублення через рукав пропускають повітря під тиском  $(1,47-1,96) \cdot 10^4$  Па, для чого формувальна машина має повітродув.

У формувальній машині маса видавлюється через кільцеву Щілину формувальної голівки під тиском  $(29,4-39,2) \cdot 10^6$  Па. У процесі формування масі надається поступальний і обертовий рух; У результаті цього утворюється безперервний рукав, а розташування отриманих при цьому волокон забезпечує найбільшу меха- нічну міцність оболонки. Формувальна голівка та інші частини машини, по яких проходить маса, мають водяне

					<b>Характеристика вихідної сировини та готової продукції</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

охолодження. На виході з формувальної машини оболонка повинна мати однакову міцність на всій довжині, рівний опір розриву в радіальному та осьовому напрямках. Коливання товщини оболонки має бути не більше 10% номінальної. Чим більший діаметр оболонки, тим вона товща. Для цього в процесі формування оболонки орієнтація волокон здійснюється у двох напрямках - спіральному та осьовому. Однакова товщина на всіх ділянках залежить від рівномірності подачі маси у формувальну машину та концентричності тіл що утворюють вихідну частину зазору голівки.

**Сушіння та дублення оболонки.** З формувальної машини сира оболонка у вигляді наповненої повітрям безперервної трубки надходить у сушарку довжиною близько 80 м, де розміщується петлями. Переміщення оболонки в процесі сушіння здійснюється роликівим транспортером.

Процес сушіння білкової оболонки складається з двох стадій: перша здійснюється в закритих каналах за температури 68 °С та відносної вологості 10-15% з автоматичним регулюванням режиму; друга - у відкритих каналах сухим повітрям за температури 40 °С, де оболонка зрошується з поверхні копильною (дубильною) рідиною. Другу зону сушарки оболонка проходить кілька разів залежно від кратності дублень (від 1 до 6), діаметра, товщини оболонки та її призначення. У процесі дублення порушується гідрофільність білків - вони втрачають здатність поглинати воду. Цей процес необоротний.

**Різання на шматки і сортування.** Оболонка після закінчення сушіння намотується на бобіну.

Висушені оболонки витримують протягом 10-12 днів за температури 20 С. За цей період також відбувається дублення оболонки. Здатність оболонки до набрякання різко знижується. Після закінчення процесу дублення оболонку транспортують до спеціального пристрою, де її намотують на міряльний барабан з лічильником. Оболонку зв'язують і розрізають на шматки. Пучки розподіляють на 2 групи: оболонки, що випускаються без промивання (для сирокочених ковбас); оболонки, що піддаються промиванню та нейтралізації (для варених і варено-копчених ковбас).

					<i>Характеристика вихідної сировини та готової продукції</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4. Будова та принцип роботи обладнання

### 4.1. Будова подаючого пресу.

Продавлювана через фільтрпреси маса у вигляді нескінченного джгута укладається в спеціальні (палетировочні) корзини. Після охолодження в холодильнику ці корзини поступають до подаючих пресів.

В подаючий прес надходить колагенова маса з корзин, яку він продавлює через фільтри у формуючу машину. Подаючий прес забезпечує безперервну подачу колагенової маси у формуючу машину під тиском. В акумуляторі формуючої машини утворюється запас колагенової маси, необхідний для стабільного живлення формуючої головки.

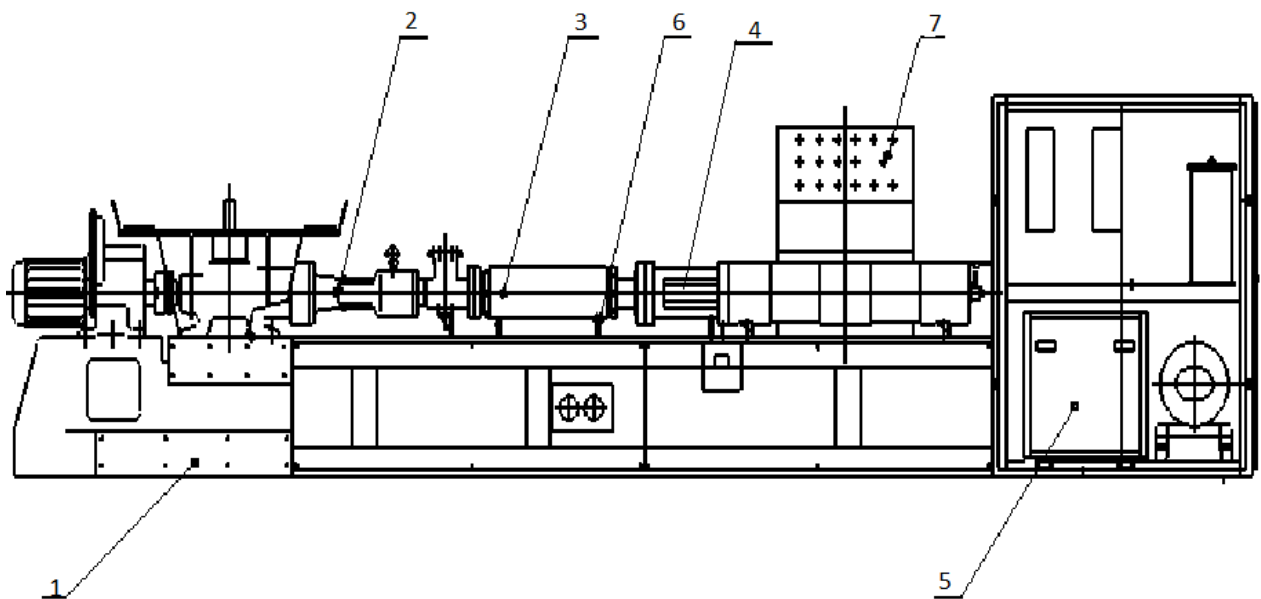


Рис 4.1. Подаючий прес.

					140603.ДП.57.004.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Дашевський К.Д.			Літ.	Арк.	Аркушіє
Перевір.		Бабанова О.І.				1	17
Реценз.					НУХТ ЗОХ-5-1		
Н. Контр.							
Затверд.		Гавва О.М.					
<b>Будова та принцип роботи обладнання</b>							

Подаючий прес складається з :

1. Стійка з рамой;
2. Подаючий шнек
3. Масовий циліндр;
4. Масляний циліндр;
5. Гідравлічна станція;
6. Система розподілення крижаної води;
7. Пульти керування.

Стійка складається з підставки, несучого каркаса, рами для корзини.

Наповнюючий шнек складається з черв'ячної коробки, шнека, пружної муфти електродвигуна, сполучної частини, корпусів запірних клапанів з направляючою клапана, клапанів, кулачків, упорів кулачків, протикорозійного вкладиша і манометра. Два робочих циліндрів - кожний складається з наконечників фільтрів, масового циліндра, сполучної деталі, масляного циліндра, кришки штока з поршнем.

Гідравлічний агрегат складається із закритої стійки в якій знаходиться бак для мастила, електродвигун з фланцем і масляний насос. Всмоктуюча лінія з бака в насос і лінія нагнітання в розподільні кубики сполучена напірним шлангом. Гідравлічне розлучення, розташоване у верхній частині стійки складається з : несучої плити, електрогідравлічного розподільника , електрогідравлічного розподільника , перепускного клапана , пневматичного вмикача, запірного клапана, фільтру, манометра ( 0-16 МПа ) , регульовального кубика, редуційного кубика з поворотним клапаном . Розлучення крижаної води для охолодження масових циліндрів включає трубопровід 1/2, гумові шланги з різьбовими з'єднаннями.

#### 4.1.2. Принцип дії.

Корзина, в якій у вигляді джгута знаходиться колагенова маса встановлена на рамі над коробкою черв'ячної передачі. Шнек відбирає колагенову масу з корзини і видавлює її через сполучні частини в один з масових циліндрів, який

					<b>Будова та принцип роботи обладнання</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вже видавив масу через фільтр і циліндр повертається назад. При холостому ході поршня відкривається клапан і масовий циліндр наповнюється колагеновою масою. При робочому ході клапан закривається і маса видавлюється у фільтр і далі через трубопровід в акумулятор формуючої машини.

Масляні циліндри в передній частині сполучені трубопроводом. З розподільника масло подається поперемінно в один з двох циліндрів. При холостому ході масляного поршня спрацьовує кінцевий вимикач, потім розподільник. Мастило подається в циліндр за поршнем, який у свою чергу тисне на мастило перед поршнем. Це мастило передавлюється в інший циліндр через сполучний трубопровід, минувши кубик. Одночасно при спрацьовуванні розподільника так само відкривається і відведення масла з іншого циліндра і мастило видавлюється в бак через фільтр. Поршні в масляних циліндрах сполучені з поршнями в масових циліндрах штоками, що забезпечує синхронність їх руху. Маса, що передається черв'яком, відкриває запірний клапан і циліндр наповнюється масою (холостий, хід). В іншому циліндрі (робочий хід) поршень виштовхує перед собою масу через фільтр в акумулятор: одночасно закривається запірний клапан. Потім все Через просочування масла через манжети масляних поршнів, а також через знос манжет можливо зменшення довжини ходу поршнів (зменшується тиск масла перед поршнем) і, як наслідок, не спрацьовування кінцевих вимикачів і гідророзподільника. Тому з метою підтримки робочого циклу в гідросистему включений додатковий гідророзподільник, який, одержуючи сигнал від пневморегулятора, переходить в положення II. Реле часу забезпечує витримку положення II на протязі 1 -2 секунд. Тим самим йде додатковий приток масла в циліндр, тиск збільшується; масло перед поршнем продовжує видавлюватися і шток іншого масового циліндра замикає кінцевий вимикач, даючи сигнал на гідророзподільник. В цьому випадку шток одержує додатковий рух на довжину 50-60 мм. Цим створюється, так званий, резерв з яким обидва поршні працюють. Розмиканням реле часу відбувається перестановка положення розподільника в робоче положення I. Після такого автоматичного вирівнювання ходу поршнів забезпечується синхронна робота циліндрів.

					Будова та принцип роботи обладнання	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Регулювання робочого циклу можна проводити вручну за допомогою вентилів. Відкриваючи вентиль, подаємо масло перед поршнем P1 або P2 і цим подовжуємо хід. Відкриваючи вентиль, масло з простору перед поршнями випускаємо і, як наслідок, хід коротшає.

Регулювання тиску масла перед поршнями можна проводити за допомогою регулювального фільтра, тим більш після довготривалої роботи. Регулювальний фільтр включений в гідросистему в основному через можливість проникнення мастила через манжети поршнів масляних циліндрів. У разі різкого збільшення об'єму мастила перед поршнями відведення мастила можна забезпечити за допомогою регулювальної гайки, що призведе до зменшення довжини робочого ходу.

Масляний насос всмоктує мастило із масляного бака і випихає його через фільтр і розподілювач. В положенні 1 розподілювач подає мастило в циліндр P2 за поршень і в циліндр P1 перед поршнем. При русі поршня циліндра P2 масло за поршнем в циліндрі P1 виштовхується в гідророзподілювач і крізь фільтр повертається в масляний бак. В положенні 11 циркуляція мастила повторюється, що забезпечує синхронність руху поршнів.

Гідравлічна лінія доповнена запобіжним клапаном яка захищає пристрій від перенавантаження. Тиск відображається на манометрі і відладжується за допомогою перепускного клапана. Манометр угвинчений в амортизатор, який захищає манометр від гідроударів. Перепускний клапан наструюється перед роботою на тиск 45-50 кг/см<sup>2</sup>. При підвищенні тиску мастило відводиться в масляний бак. Гідравлічна лінія оснащена фільтром, який включено в основну гілку відведення. Зубчатий насос всмоктує мастило з масляного бака і подає його під тиском через основну гілку в розподільник .

Охолодження масового циліндра здійснюється за допомогою охолоджуючої води, яка подається у ввідний наконечник в нижній частині охолоджуючого кожуха поряд з шнеком і відводиться з другого вивідного наконечника в нижній частині охолоджуючого кожуха, поряд з масляним циліндром.

					<i>Будова та принцип роботи обладнання</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4.2.Будова формуючої машини ТСЦ-4.

### 4.2.1Призначення формуючої машини.

Формуюча машина виготовляється одного типорозміру в правому і лівому виконанні для перехідних калібрів-діаметрів оболонки 28-40мм і для нормальних калібрів-діаметрів оболонки 45-75 мм.

Формуюча машина виконує наступні функції:

- рівномірної і безперервної подачі колагенової маси у формуючу головку в кількості, необхідній для визначених діаметрів оболонки, що випускається, під необхідним тиском в залежності від її продуктивності;
- фільтрація маси;
- управляє формуючою головкою, приводить її в рух і дозволяє міняти число обертів залежно від технічних вимог;
- управляє подаючим пресом;
- приводить в рух сушильну лінію і змінює число обертів залежно від технологічних умов;
- автоматично управляє і координує окремі операції.

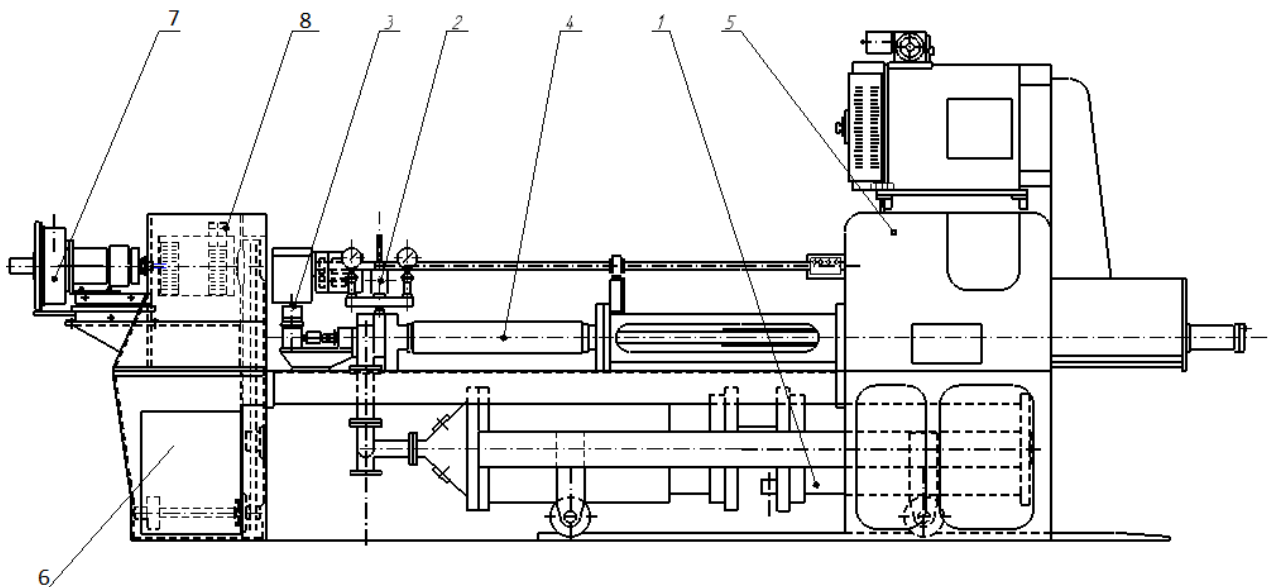


Рис 4.2.Формуюча машина.

Формуюча машина складається з:

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Будова та принцип роботи обладнання				

1. масляний циліндр (акумулятора);
2. розводки маси;
3. запірне устаткування;
4. масовий циліндр;
5. коробки приводу формуючої головки і сушильної лінії;
6. стійка рами;
7. формуюча головка;
8. системи автоматичного регулювання повітря.

Масовий циліндр акумулятора маси забезпечений охолоджуючою сорочкою і приєднаний до трубопроводів розводки маси. Масляний циліндр приєднаний до системи центральної розводки мастила під тиском. Поршень масового циліндра сполучений штоком з поршнем масляного циліндра. Обидва циліндра сполучені між собою і знаходяться в рамі. Між циліндрами знаходиться збірне корито, приєднане до трубопроводу для відходів відпрацьованого мастила, яке його уловлює при просочуванні.

На рамі між циліндрами знаходиться система блокування, яка складається з чотирьох кінцевих вимикачів. При повному акумуляторі маси вони відключають подаючий прес, при порожньому - відключають формуючу машину і сигналізують про його спорожнення на 1/3 світловим сигналом, а на 1/6 - звуковим сигналом.

Розводка маси складається з комплектної балки для формуючої головки, системи трубопроводів для підведення маси, містків манометрів, вентилів з різьбовим з'єднанням, манометрів з корозійностійкими прокладками, фільтру.

Праве і ліве виконання формуючої машини відрізняється корпусом балки і компоновкою трубок, що підводять масу. Від циліндрів маса підводиться до вентиля. В ньому знаходиться клапан, який відкриває і закриває, залежно від тиску, подачу маси з обох циліндрів.

Від вентиля маса підводиться по трубках через фільтр у формувальну головку. На корпусі вентиля є місток з двома контактними манометрами. Один манометр регулює робочий цикл, другий оберігає машину від надмірного

					<b>Будова та принцип роботи обладнання</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підвищення тиску. Манометри приєднані до контуру тиску через з корозійностійку прокладку і масляний буфер. Формуюча головка кріпиться гвинтами до плити. Плита пересувається по напрямній на балці формуючої головки. Переміщення плити проводиться через шестерні і зубчасту рейку і регулюється шестигранником на валу шестерні.

Запірне устаткування - це устаткування, яке закриває або відкриває подачу маси з подаючого пресу або акумулятора маси. Вентиль закріплений на фланці робочого циліндра і сполучений з системою розводки маси.

Робочий циліндр складається з :

- несучої комплектної рами ;
- масового циліндра в комплекті з утримувачем і фланцем;
- штока в комплекті з кільцями і манжетами.

Масовий циліндр всередині забезпечений неіржавіючою вставкою, а на поверхні охолоджуючою сорочкою. В циліндрах знаходяться поршні з шкіряними манжетами і несучими кільцями. Комплектні деталі до поршня кріпляться гвинтом з гайкою з метою легкої заміни манжет і кілець. Шток є продовженням провідного гвинта, який приводиться в рух гайкою від коробки передач. Охолоджуюча сорочка знімна для зручності очищення.

Аксіальний тиск передається на несучу раму яку створює сполучна трубка, створююча одночасно кришку 4-х заходного гвинта. На трубці є подовжні розрізи, через які можна контролювати 4-х західний гвинт і замінювати манжети. На фланець робочого циліндра приєднаний замикаючий пристрій. Сполучна трубка забезпечена трубкою з шлангом, через яку відводиться масло в піддон, що просочується, розташований під формуючою машиною. Сполучна трубка з фланцем приєднана до коробки передач.

Привід складається з звареного містка, стійкі комплектного підшипника валу, двох муфт, кожуха і муфти.

Головний вал коробки передач є продовженням валу приводу сушильної лінії.

					<i>Будова та принцип роботи обладнання</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Привід сушильної лінії синхронізований з приводом формуючої головки.  
Коробка приводу формуючої головки і сушильної лінії містить:

коробка приводу - нижня частина, коробка приводу - верхня частина, муфта приводу шляхів, індукційна муфта, натяжні ролики, ланцюгові муфти верхні, ланцюгові муфти нижні, привід формуючої головки, ланцюг дворядний, коробка передач, запобіжники.

Рух валу приводу передається через коробку передач, ланцюгову муфту і ланцюг на нижню муфту приводу шляхів і далі на привід сушильних ліній. Вгорі рух валу приводу передається через індукційну муфту на зірочку і ланцюгом на формуючу головку. Коробка передач спирається на дві ніжки. Головний мотор укріплений на коробці на двох натяжках, які поміщаються з відхиленням, так що можна натягувати головні ремені.

Головний мотор приводить в рух через клинові ремені головний вал, а від нього через проміжну шестерню або напряму два вали електромагнітних реверсивних муфт. Електромагнітна реверсивна муфта приводиться в рух постійним струмом і має три положення: нейтральне, включає більше зубчате колесо, включає менше зубчате колесо. Від валу муфти шестернями приводиться в рух перебір, а від нього гайка 4-х західного гвинта. Кожний робочий циліндр має свою гайку, яку можна з коробки передач демонтувати без демонтажу самої коробки 4-х західний гвинт, який проходить через гайку, закінчується підшипником і амортизатором. Підшипник прямує рейками, прикріпленими в коробці передач і перешкоджаючими обертанню гвинта. На корпусі підшипника прикріплені упори, які управляють кінцевими вимикачами. Два парні кінцеві вимикачі (передні перемикачі) знаходяться на плиті в корпусі коробки передач. Три кінцеві вимикачі (задні перемикачі) знаходяться на одному гладкому і одному нарізному стрижні у виступаючій частині корпусу коробки передач. Коробка передач зв'язана містком з приводом сушильних ліній.

Передній перемикач складається з плити, основи стояка, правого і лівого подвійних важелів з роликом і кінцевих вимикачів. Кожний кінцевий вимикач

					<i>Будова та принцип роботи обладнання</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розташований на індивідуальному стояку з основою. Обидва стояки знаходяться на одній плиті. Стояки можуть пересуватися по ній. Несуча плита закріплена в коробці передач і може переміщатися за допомогою гвинтів по вертикалі.

Кінцеві вимикачі управляються за допомогою упорів на підшипниках гвинта за допомогою подвійних важелів. Передні вимикачі мають вільний доступ через відкидні віконця на корпусі коробки передач. Задні перемикачі (правий і лівий) складаються з штока, гвинтів, правого або лівого стояка і кінцевого вимикача. Кожний кінцевий вимикач поміщений на індивідуальному стояку. Шток і гвинт знаходяться в корпусі коробки. Гвинт на одному кінці забезпечений шестигранником і його можна провертати за допомогою ключа, регулюючи положення кінцевого вимикача.

Масляний контур включає розподільний щит, на якому закріплений дросельний вентиль і розвідний кубик. Окрім цього в контур входять вентиля, трубки, держачи.

Контур крижаної води підводить охолоджуючу воду до акумулятора, робочих циліндрів, формуючій головці і включає трубки, вентиля, приєднання і шланги. Живиться контур від центральної розводки води.

Автоматичне регулювання повітря включає панельну дошку, яка поміщається в сполучній частині коробки приводу. На панелі управління формуючою машиною розміщується манометр і пневматичний сигналізатор. Контур регулювання забезпечує постійний тиск в оболонці за формуючою головкою. Передаваний тиск підводиться від датчика тиску з діапазоном 0-1,6 кПа з переключенням на сигнал регуляції в діапазоні 0,02-0,1 МПа. Сигнал від передавача підводиться до регулятора, де одночасно з сигналом потрібної величини від панелі управління перетворюється і підводиться на введення підсилювача.

Вивід підсилювача разом з сигналом ручного регулювання підводиться до інжектора, який діє як регулятор тиску і одночасно дозволяє скидати повітря з оболонки, якщо тиск в оболонці вище, чим необхідне для збереження калібру оболонки. Потрібна величина тиску в оболонці встановлюється на панелі

					<b>Будова та принцип роботи обладнання</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

управління, де одночасно вказується вхідний сигнал регулятора ( верхня шкала манометра ). Сигнал від ручного регулятора подається також до пневматичного сигналізатора, на якому можна встановити межу значення сигналу. Якщо вхідний сигнал перевищує це значення, пневматичний сигналізатор включає соленоїдний вентиль, який підводить повітря під тиском в допоміжну форсунку інжектора. Цей контур дозволяє різко підвищити кількість повітря. Включення допоміжної форсунки сигналізується сигнальною лампою.

Подвійний манометр вказує дійсне ( нижня шкала ) і задане ( верхня шкала ) значення тиску повітря в оболонці.

Необхідне значення величини тиску в оболонці міняється залежно від діаметра оболонки, параметрів білкової маси і ін. умов формування. Налаштування слід проводити з умовою необхідних діаметрів оболонки. Налаштування пневматичного регулятора проводиться так, щоб витік повітря з оболонки був вчасно сигналізована.

#### 4.2.2. Принцип роботи.

Маса, що подається подаючим пресом під тиском, поступає до контура розводки маси. Велика частина забирається поршнями робочих циліндрів, надлишок поступає в запасний масовий циліндр ( акумулятор ). Якщо він наповнений, подаючий прес відключається і поршень робочого циліндра масу забирає з акумулятора. Робочих циліндрів два і їх поршні рухаються один проти одного, поперемінно вперед і назад, так що один циліндр наповнюється масою, а інший - видавлює її. Поршень робочого циліндра видавлює масу через роздільник у фільтр до далі у формувальну головку. Тиск маси контролюється контактними манометрами і встановлюється залежно від умов технологічного режиму .

Наповнення акумулятора управляється масляним контуром, який є загальним для декількох формуючих машин. Якщо тиск маси, що подається подаючим пресом, більше, ніж тиск масла в масляному циліндрі, масовий циліндр не наповнюється. Якщо масовий циліндр наповнений, подаючий прес зупиняється. У разі, коли відключаюче обладнання не виконає свою функцію, поршень масового циліндра відкриє отвори, поміщені на колі масового циліндра і маса

					Будова та принцип роботи обладнання	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вийде назовні. Якщо тиск маси, що подається подаючим пресом, менше ніж тиск масла в масляному циліндрі, то масовий циліндр опорожняється. При спорожненні масового циліндра на одну третину, на подаючому пресі запалюється контрольна лампочка. При спорожненні масового циліндра на 1/6 включається звуковий сигнал. При повному спорожненні масового циліндра формуюча машина зупиняється.

Кількість маси, формуючою машиною, що подається, у формуючу головку, регулюється швидкістю робочих поршнів. Швидкість поршнів міняється шляхом плавної зміни обертів головного електромотора. Оберти змінюються натисненням на відповідну кнопку (поступово, швидко) на шафі управління. Візуальний контроль йде через тахометр, поміщений в шафі управління.

Безперервна подача маси у формуючу головку забезпечується тим, що в коротких проміжках часу масу витискують обидва робочі поршні. (час, в перебігу якого тиск маси перед поршнями порівнюється).

Плавна зміна оборотів формуючої головки при заданій швидкості видавлювання маси поршнем робочого циліндра забезпечує індукційна муфта.

Плавна зміна обертів сушильних шляхів забезпечується варіаторами.

Плавну зміну обертів формуючої головки і сушильних каналів можна здійснювати незалежно один від одного.

Зміною обертів головного електромотора змінюються оберти формуючої головки і сушильних каналів. Охолодження має три контури :

- а) охолодження акумулятора маси і робочих циліндрів ;
- б) охолодження формуючої головки ;
- в) промивання формуючої головки.

Контури а) і б) мають загальне підведення і відведення води.

Контур промивки має самостійне підведення і відведення води :

а) охолоджуюча вода підводиться знизу в сорочку акумулятора маси, зверху відводиться в сорочку обох робочих циліндрів. Нагріта вода відводиться в стік ;

б) охолоджуюча вода підводиться в охолоджувальний контур формуючої головки і відводиться в стік ;

					<b>Будова та принцип роботи обладнання</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

в) крижана вода після проходження промивального контура формуючої головки нагрівається і забруднюється волокнами, які уловлюють в збірниках.

Електроенергія підводиться через головний розподільчий щит, в якому знаходиться джерело постійного струму 110 в.

Гідравлічний контур розподіляє мастило під тиском в масляний циліндр. Тиск дорівнює 2,8-3 МПа.

Масляний контур машини сполучений з центральною масляним розподіленням через вентиль і фільтр на розподільній дошці. На шляху до масляного циліндра масло проходить через дросель з витратою 9л/хв. Через трубку і шланг масло поступає до задньої кришки масляного циліндра. В масляному циліндрі через поршень передається тиск на поршень масового циліндра, який необхідний для видавлювання колагенової маси з масового циліндра. Відходи масла відводяться шлангом і трубкою через вентиль в центральний контур. При роботі цей вентиль закритий і масло повертається назад через дросель.

### **4.3.Будова і принцип дії формуючої головки.**

#### **4.3.1.Призначення формуючої головки.**

Формуючі головки ТНК 3 призначені для випуску штучної білкової ковбасної оболонки діаметром від 28мм до 75 мм.

У формуючу головку під тиском подається колагенова маса, яка в головці продавлюється через міжкруговий ланцюг, при цьому утворюється оболонка у формі нескінченного рукава.

#### **4.3.2.Будова формуючої головки.**

Формуюча головка складається з наступних вузлів :

а)головного корпусу з укладанням валу,

б)середньої частини з патрубком і пристроєм для розподілу

маси.

					<b>Будова та принцип роботи обладнання</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- в)холодильного барабана з розподілом води,
- г) обертаючого валу,
- д)нерухомого валу.

Головний корпус складається з корпусу головки, сальникового гвинта, бавовняної набивки, гайок, регулюючих гвинтів, корпуси великого підшипника, підшипника, притискної гайки , вивідного наконечника промивної води .

Середня частина з патрубком і пристроєм для розподілу води складається з корпусу середньої частини з втулкою, соплами, притискними кільцями з конічною гайкою, далі гайки , манжет, відводу охолоджуючої води, нагубок і розподілювач з втулками. Кожна головка забезпечена 3-мя нагубками різних діаметрів .

Холодильний барабан з алюмінієвого литва установлюється на середній частині за допомогою трубки, що подає охолоджуючу рідину. Злив рідини у верхній частині.

Вал, що обертається, складається з корпусу валу, що обертається, з фрикційними конусами, втулки, що обертається, зі вставкою, далі з малої сальникової гайки, бавовняного набивки, кільця , кільця , осьового підшипника,зубчатого колеса.

Нерухомий вал складається із стягуючої гайки, важеля, упора.

Формуюча головка прикріплена до утримувача формуючої машини. Привід формуючої головки здійснюється ланцюгом 10 В-1 ЧСН 023311.21 від електромагнітного зчеплення формуючої машини.

Підведення і відведення охолоджуючої води під'єднується до системи охолоджуючої води формуючої машини.

Повітря в оболонку подається від центральної системи розподілу повітря.

Колагенову масу подає у формуючу головку формуюча машина. Розподіл маси від формуючої машини приєднаний до двох розподільників, прикріплених до холодильного барабана.

### 2.3.3. Принцип роботи.

					<i>Будова та принцип роботи обладнання</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Колагенова маса під тиском підводиться в 2 розподільвача, які прикріплені до холодильного барабана і до середньої частини. Кожний розподільник подає колагенову масу в чотири труби, через які маса поступає в сопла.

Сопла угвинчені в середню частину. По соплах колагенова маса прямує в міжкругову щілину, утворювану спочатку втулкою середньої частини і валом, що обертається, а потім втулкою нагубка і нерухомим валом. З нагубка маса виходить у вигляді нескінченного рукава, наповненого повітрям.

Втулка, що обертається, обертаючогося валу забезпечена подовжніми канавками, втулка рухомого валу і втулка нагубка мають канавку у вигляді гвинтової лінії. Ці канавки сприяють створенню волокна оболонки, що утворюється.

Повітря підводиться в оболонку через трубку, укладену в нерухомому валу, закінчену на рівні патрубка. Взаємне з'єднання формуючої машини і формуючої головки здійснюється гумовим шлангом.

Охолодження формуючої головки забезпечують дві холодильні системи:  
а) перша охолоджуюча система охолоджує вал, що обертається.

Охолоджуюча вода підводиться в наконечник на головному корпусі в простір між обертаючою і середньою частиною, далі по наконечнику в середній частині через трубку в скляну трубку і в каналізацію.

б) друга охолоджуюча система охолоджує середню частину, сопла і розподіл маси. Вода через кран підводиться в охолоджуючий барабан, який в більшій частині заповнений охолоджуючою водою. В середню частину вода поступає через отвори. З холодильного барабана вода відводиться в каналізацію.

Охолоджуюча вода, що проникла через ущільнення холодильної системи, відводиться через отвори в головному корпусі зовні формуючої системи.

#### **4.4.Будова і принцип дії гідравлічної станції.**

##### **4.4.1.Призначення гідравлічної станції.**

					Будова та принцип роботи обладнання	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Гідравлічна станція служить для створення тиску масла 2,5-3 МПа в масляних циліндрах акумуляторів. Вона складається з двох напірних гідроагрегатів А1, фільтруючого гідроагрегату А2, двох резервних місткостей для масла по 800 л, системи трубопроводів із запірною арматурою.

#### **4.4.2Будова гідравлічної станції.**

Будова основного гідроагрегату.

Основою агрегату є пиленепроникний масляний бак,зварений з листової сталі. Кришка бака виготовлена з двох частин. На лівій кришці встановлені електродвигуни з гідрогенераторами, рівнемір, термометр і пробка наливного отвору з повітряним фільтром. На правій кришці розміщена панель управління з фільтрами з напірним клапаном, запірним клапаном, перемикачем манометра з манометром і пневматичний вимикач.

На передній стороні бака знаходяться два отвори з кришками, що слугують для очищення бака при заміні масла і два масловказника для контролю висоти рівня масла. На днищі бака знаходиться наваріш з випускним клапаном G 1 1/2", що слугує для випуску масла.

На задній стороні бака поміщений утримувач акумуляторів з двома акумуляторами електрошафа і на нижній стороні 3 нагрівальні корпуси.

На бічних частинах бака знаходяться штуцера з різьбленням М48 х1,5 для з'єднання одного агрегату з іншим і зрівняльним резервуаром за допомогою трубопроводу Ду 40.

Будова допоміжного гідроагрегату.

Основою агрегату є пиленепроникний масляний бак, зварений з листової сталі. Кришка бака виготовлена з двох частин. На лівій кришці встановлено два фланці з електродвигунами і гідрогенераторами (гідрогенератор знаходиться під кришкою) і два всмоктуючі фільтри. Далі на лівій кришці знаходяться пробка наливного отвору з повітряним фільтром, рівнемір і виводи тиску від гідрогенераторів.

					<i>Будова та принцип роботи обладнання</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На правій стороні кришки поміщена панель управління з фільтрами, напірними клапанами, перемикачем манометра, манометром і ручним розподільником.

На передній стороні бака виготовлено два отвори з кришками що слугують для очищення бака при заміні масла, і два масловказника для контролю висоти рівня масла.

На днищі бака знаходиться наваріш з випускним клапаном G1 1/2", що слугує для випуску масла.

На задній стороні прикріплена електрошафа з клемником і кабельними виводами.

На бічних частинах бака є штуцера з різьбленням М 48 х 1,5 для з'єднання агрегату А1 з агрегатом А2 і зрівняльним резервуаром.

#### **4.4.3 Принцип роботи гідравлічної станції.**

Робота основного гідроагрегату .

Основним джерелом створення тиску масла є гідрогенератор НГ 1, доповнений напірним клапаном, забезпечуючим живлення розподільної системи формуючих машин при відборі від 0 до 63 л/хв. При перевищенні витрати 63л/хв систему доповнює гідрогенератор НГ 2 з регулюванням для стабілізації тиску. Система працює таким чином : у разі відбору нижче за 63 л/хв напірний клапан перепускає надмірну кількість в резервуар і тримає постійний тиск 4МПа. Регулюючий клапан гідрогенератора НГ 2 налаштований на величину 4 МПа. При відборі нижче за 63 л/хв, гідрогенератор НГ2 не працює. При перевищенні вказаної витрати ( 63 л/хв ) тиск в системі знизиться до 4 МПа. При цьому включається гідрогенератор НГ 2, який збільшує подачу масла необхідного для утримання постійного тиску 4 МПа. В цілях покриття частих змін витрати система доповнена двома акумуляторами.

Подвійний пневматичний вимикач сигналізує про перевищення мінімального і максимального тиску. Фільтри оснащені байпасним клапаном і оптичною індикацією засмічення.

					<b>Будова та принцип роботи обладнання</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На лівій кришці бака встановлений датчик рівня, який сигналізує пониження висоти рівня масла в баку нижче за допустиму межу.

### Принцип роботи допоміжного гідроагрегату.

Гідроагрегат служить для фільтрування відпрацьованого масла, що повертається з системи трубопроводом , для доповнення маслом гідравлічної системи і для зливу при його заміні.

Джерелом потоку масла для фільтрування є гідрогенератор НГ1, захищений напірним клапаном. Залежно від положення розподільника масло проходить через фільтр. Фільтри оснащені оптичною індикацією засмічення.

Джерелом потоку для зливу є гідрогенератор НГ 2, захищений напірним клапаном. Подача відфільтрованого масла в гідравлічну систему здійснюється по трубопроводу. Зливання масла при його заміні здійснюється іншим трубопроводом .

					Будова та принцип роботи обладнання	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5.Розрахункова частина

### 5.1.Технологічний розрахунок

#### 5.1.1.Розрахунок продуктивності подаючого пресу

Корисне зусилля пресування на продукт, що знаходиться в камері знайдемо за формулою ( 7 ):

$$P_k = q \frac{\pi D_k^2}{4} ( Н ),$$

$$P_k = 20000000 \frac{3.14 \times 0.072^2}{4} = 81389 Н$$

де  $D_k$  – діаметр камери тиску ( м ),

$q$  – питомий тиск на пресуємий продукт в кінці пресування, що вибирається в залежності від властивостей продукту, для колагенової маси  $q = 25$  МПа.

Корисне зусилля створюється тиском робочої рідини на плунжер пресу:

$$P_k = p \frac{\pi D^2}{4} - \Sigma G - p \beta f \pi D B ( Н ),$$

$$P_k = 2000000 \frac{3.14 \times 0.072^2}{4} - 4000 - 2000000 \times 0.5 \times 0.7 \times 3.14 \times 0.06 \times 0.005 = 3479 Н$$

де  $p$  – питомий тиск робочої рідини на плунжер пресу ( Н ),

$\Sigma G$  – сума мас всіх рухомих частин – плунжера пресу, камери з продуктом і т.д.

$\beta$  – коефіцієнт, що характеризує конструкцію ущільнення поршня,

$f$  – коефіцієнт тертя,

$B$  – ширина ущільнення,

$D$  – діаметр плунжера.

					<i>140603.ДП.57.005.ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Дашевський К.Д.			<b>Розрахункова частина</b>	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.		Бабанова О.І.					1	20
Реценз.						<i>НУХТ ЗОХ-5-1</i>		
Н. Контр.								
Затверд.		Гавва О.М.						

Секундні витрати робочої рідини:

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} v_n, (\text{л/с}),$$

$$Q = \frac{3.14 \times 0.06^2}{4} 0.03 = 0.00008 \text{ м}^3 / \text{с},$$

Оптимальна швидкість підйому плунжера вибирається в залежності від властивостей і особливостей продукту, що оброблюється, для колагенової маси прийmemo 0.03 м/с.

Діаметр трубопроводів визначається за формулою ( 7 ):

$$d_m = D \sqrt{\frac{\delta v_n}{v_p}},$$

$$d_m = 0.06 \sqrt{\frac{2 \times 0.03}{0.15}} = 0.038 \text{ м},$$

де  $\delta$  – відношення загальної кількості скалок в насосі до кількості скалок, що одночасно подають рідину при пресуванні,

$$\delta = 4/2 = 2,$$

$v_p$  – швидкість робочої рідини в трубопроводах.

Потрібну потужність електродвигуна визначаємо за формулою ( 5 ):

$$N = \frac{Qp}{\eta_k} k (\text{Вт}),$$

$$N = \frac{0.00008 \times 2000000}{0.6} 1.05 = 280 \text{ Вт},$$

де  $\eta_k$  – загальний коефіцієнт корисної дії насосу з приводом,

$\eta_k = 0.6 - 0.85$  в залежності від досконалості конструкції і ретельності виготовлення.

$k$  – коефіцієнт запасу потужності.

Якщо циліндрична камера тиску має діаметр  $D_k$  і довжину пересування продукту  $H$ , то кількість продукту в ній визначається за

					<i>Розрахункова частина</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

формулою ( 7 ):

$$G = \gamma \frac{\pi D_k^2}{4} H \text{ ( кг )},$$

$$G = 1200 \frac{3.14 \times 0.072^2}{4} 1.2 = 5.9 \text{ кг}$$

де  $\gamma$  – об’ємна вага продукту, для колагенової маси  $\gamma = 1200 \text{ кг/м}^3$ .

Тепер знайдемо продуктивність пресу за формулою:

$$П = \frac{zG}{\tau_p + \tau_o} \text{ ( кг/с )},$$

$$П = \frac{5.9 \times 1}{5 + 40} = 0.13 \text{ кг/с} = 7.9 \text{ кг/хв.},$$

що приблизно відповідає дійсній.

де  $G$  – вага речовини в камері тиску в кг,

$z$  – кількість камер тиску, що працюють одночасно,

$\tau_p$  і  $\tau_o$  – робочий і допоміжний час, їхня сума складає цикл пресування.

### 5.1.2. Розрахунок продуктивності формуючої машини.

Формуюча машина постачає колагенову масу у формуючу голівку за рахунок гвинтової передачі, яку можна прорахувати за наступною методикою.

Кут підйому гвинтової лінії ( з механічних розрахунків, які приведені в даному розділі  $\beta = 4^\circ 12'$ ).

Зниження переміщення частинок продукту в осьовому напрямі можна врахувати коефіцієнтом відставання, який розраховується за формулою

( 6 ):

$$k_o = 1 - (\cos^2 \beta - 0.5 \sin 2\beta),$$

де  $f = \text{tg} \varphi$  – коефіцієнт тертя ( $\varphi$  – кут тертя, приймаємо 0.3).

$$k_o = 1 - (\cos^2 4^\circ 12' - 0.5 \sin 2 \times 4^\circ 12') = 0.16,$$

Продуктивність гвинтового пристрою визначаємо за формулою ( 6 ) :

$$П = 0.125(D - d^2)(H - \delta)(1 - k_o)\rho\omega \text{ кг/с},$$

де  $D$  і  $d$  – діаметр гвинта і вала гвинта ( м ),

					<b>Розрахункова частина</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\delta$  – товщина витка гвинта в осьовому напрямі по зовнішньому діаметру ( м ),

$\rho$  – густина матеріалу ( для колагенової маси  $\rho = 1200$  кг/м<sup>3</sup> ),

$\omega$  – кутова швидкість обертання гвинта ( 1/хв. ),

$$\omega = \pi n / 30 = 3.14 \times 0.92 / 30 = 0.1 \text{ об./с.}$$

$\Pi = 0.125 (0.08 - 0.065^2)(0.06 - 0.005)(1 - 0.16)1200 \times 0.1 = 0.015$  кг/с = 54 кг/год, що приблизно відповідає дійсній.

### 5.1.3. Розрахунок потужності двигуна гвинтової передачі.

Для гвинтової передачі потребуємо потужність двигуна визначається за формулою ( 7 ):

$$N = \frac{\Pi}{367 \times 10^3 \eta} (L\omega + H)k \text{ ( кВт )},$$

де  $\eta$  – к.к.д. привода,

$L$  – горизонтальна проекція шляху переміщення ( м ),

$H$  – висота підйому продукту ( м ),

$\omega$  – коефіцієнт опору переміщення продукту в корпусі,

для колагенової маси  $\omega = 1250$  ,

$k$  – коефіцієнт, що враховує втрати на тертя в підшипниках,

$$k = 1.1 - 1.2$$

$$N = \frac{54}{367 \times 10^3 \times 0.7} (1.58 \times 1250 + 0)1.2 = 0.5 \text{ кВт},$$

що менше за дійсне

### 5.1.4. Розрахунок продуктивності акумулюючого циліндра формуючої машини.

Розрахунок продуктивності акумулюючого циліндра формуючої машини проведемо за формулами з попереднього пункту, оскільки вони, гідравлічні

					<i>Розрахункова частина</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

преси, схожі за принципом дії.

Корисне зусилля пресування на продукт, що знаходиться в камері знайдемо за формулою ( 7 ):

$$P_k = q \frac{\pi D_k^2}{4} ( Н ),$$

$$P_k = 20000000 \frac{3.14 \times 0.47^2}{4} = 43351625 Н$$

де  $D_k$  – діаметр камери тиску ( м ),

$q$  – питомий тиск на пресуємий продукт в кінці пресування, що вибирається в залежності від властивостей продукту, для колагенової маси  $q = 25$  МПа.

Корисне зусилля створюється тиском робочої рідини на плунжер пресу:

$$P_k = p \frac{\pi D^2}{4} - \Sigma G - p \beta f \pi D B ( Н ),$$

$$P_k = 3000000 \frac{3.14 \times 0.47^2}{4} - 30000 - 3000000 \times 0.5 \times 0.7 \times 3.14 \times 0.20 \times 0.01 = 483890 Н$$

де  $p$  – питомий тиск робочої рідини на плунжер пресу ( Н ),

$\Sigma G$  – сума мас всіх рухомих частин – плунжера пресу, камери з продуктом і т.д.

$\beta$  – коефіцієнт, що характеризує конструкцію ущільнення поршня,

$f$  – коефіцієнт тертя,

$B$  – ширина ущільнення,

$D$  – діаметр плунжера.

Секундні витрати робочої рідини:

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} v_n, ( л/с ),$$

$$Q = \frac{3.14 \times 0.2^2}{4} 0.035 = 0.001 м^3 / с,$$

Оптимальна швидкість підйому плунжера вибирається в залежності від властивостей і особливостей продукту, що оброблюється, для колагенової маси приймемо 0.03 м/с.

					<i>Розрахункова частина</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Діаметр трубопроводів визначається за формулою ( 7 ):

$$d_m = D \sqrt{\frac{\delta v_n}{v_p}},$$

$$d_m = 0.2 \sqrt{\frac{2 \times 0.035}{2}} = 0.037 \text{ м},$$

де  $\delta$  – відношення загальної кількості скалок в насосі до кількості скалок, що одночасно подають рідину при пресуванні,

$$\delta = 4/2 = 2,$$

$v_p$  – швидкість робочої рідини в трубопроводах.

Потрібну потужність електродвигуна визначаємо за формулою ( 7 ):

$$N = \frac{Qp}{\eta_k} k \text{ ( Вт )},$$

$$N = \frac{0.001 \times 3000000}{0.65} 1.05 = 4846 \text{ Вт},$$

де  $\eta_k$  – загальний коефіцієнт корисної дії насосу з приводом,

$\eta_k = 0.6 - 0.85$  в залежності від досконалості конструкції і ретельності виготовлення.

$k$  – коефіцієнт запасу потужності.

Якщо циліндрична камера тиску має діаметр  $D_k$  і довжину пересування продукту  $H$ , то кількість продукту в ній визначається за формулою ( 7 ):

$$G = \gamma \frac{\pi D_k^2}{4} H \text{ ( кг )},$$

$$G = 1200 \frac{3.14 \times 0.47^2}{4} 1.1 = 229 \text{ кг}$$

де  $\gamma$  – об'ємна вага продукту, для колагенової маси  $\gamma = 1200 \text{ кг/м}^3$ .

Тепер знайдемо продуктивність пресу за формулою:

					<i>Розрахункова частина</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P = \frac{zG}{\tau_p + \tau_o} \text{ ( кг/с ),}$$

$$P = \frac{229 \times 1}{480 + 320} = 0.28 \text{ кг/с} = 17.18 \text{ кг/хв. ,}$$

що приблизно відповідає дійсній.

де  $G$  – вага речовини в камері тиску в кг,

$z$  – кількість камер тиску, що працюють одночасно,

$\tau_p$  і  $\tau_o$  – робочий і допоміжний час, їхня сума складає цикл пресування.

## 5.2. Гідравлічний розрахунок

Тиск в робочих циліндрах формуючої машини здійснюється за рахунок дії однопоршневого насосу. Всмоктуючи магістраль виконана з труб діаметром 40мм. Трубопровід має чотири повороти на 90° та трьохходовий кран. Довжина всмоктуючого трубопроводу 3,6м.

За формулою ( 8 ) розрахуємо продуктивність насосу.

$$G = F * S * \eta_{об} * n * Z * \rho * 60, \text{ кг / год,}$$

де  $n$  — швидкість обертання валу насосу, об / хв.,

$F$  - площа перерізу циліндра, м<sup>2</sup>;

$S$  - хід поршня, м,

$\eta_{об}$  - об'ємний ККД (0.95 – 0.98);

$Z$  - кількість поршнів,

$\rho$  - щільність продукту, кг / м<sup>3</sup>.

Продуктивність симплекс насосу :

$$G_c = ((3, 14 * 0.092) / 4) * 0.07 * 0.97 * 90 * 2 * 750 * 60 =$$

$$= 3497 \text{ кг / год.}$$

Насос приводяться в дію одним двигуном через систему передач. Для визначення потужності двигуна потрібно визначити який тиск повинен створювати насос.

Визначимо за формулою ( 8 ) втрати тиску при піднятті мастила на висоту  $H$ :

					<i>Розрахункова частина</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta P_H = \rho * g * H, \text{ Па,}$$

де  $\rho$  - щільність мастила, кг / м<sup>3</sup>;

$g$  - прискорення земного тяжіння, м / с<sup>2</sup>;

$H$  - висота підйому суміші, м.

$$\Delta P_H = 750 * 9.81 * 3.5 = 25751 \text{ Па,}$$

Втрати тиску при русі мастила по трубопроводу визначимо за формулою ( 8 ) :

$$\Delta P_c = ((V^2 + \rho) / 2) * ((\xi_{тр} * (L/d) + \Sigma \xi_{мо} + 1), \text{ Па,}$$

де  $V$  - швидкість руху мастила по трубопроводу , м / с ;

$\xi_{тр}$  - коефіцієнт тертя мастила об стінки трубопроводу

( визначається в залежності від режиму руху продукту ) ;

$\Sigma \xi_{мо}$  - сума місцевих опорів.

До місцевих опорів належать повороти на 90° для них коефіцієнти такі  $\xi_{90^\circ} = 0.21$  та трьохходові крани  $\xi_{з.х.кр} = 0.29$ . Оскільки ці значення дані для води вводимо поправку на густину  $\beta$  .

$$\beta = 4 \sqrt{(\nu_m / \nu_v)}$$

де  $\nu_m$  - кінематична в'язкість продукту , м<sup>2</sup> / с,

$\nu_v$  - кінематична в'язкість води , м<sup>2</sup> / с,

$$\beta = 4 \sqrt{(0.00000216 / 0.000001)} = 2.16$$

Тоді коефіцієнти місцевих опорів будуть мати такі значення :

$$\xi_{90^\circ} = 0.21 * \beta = 0.21 * 2.16 = 0.45;$$

$$\xi_{з.х.кр} = 0.29 * \beta = 0.29 * 2.16 = 0.63 ;$$

Визначимо втрати тиску в трубопроводі. Для цього визначимо за формулою ( 8 ) коефіцієнт тертя мастила об стінки трубопроводу :

$$\xi_{тр} = 0.316 / Re^{(0.25)},$$

$$Re = (V * d) / \nu,$$

де  $V$  - швидкість руху продукту по трубопроводу , м / с ,

$d$  - діаметр трубопроводу, м;

					<i>Розрахункова частина</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$v$  - кінематична в'язкість продукту, м<sup>2</sup> / с,

$$Re = (0,5 * 0,04) / 0,00000216 = 9530 > 3200 \text{ Режим дійсно}$$

турбулентний .

$$\xi_{тр} = 0.316/9530^{(0.25)} = 0.032,$$

$$\Delta P_c = (( (0,5^2 * 750) / 2) * ( 0.032 * ( 3.6 / 0,04) + 4 * 0.45 + 0.63 + 1 )) = 592 \text{ Па,}$$

Тоді тиск який необхідно створити насосу буде :

$$P_1 = \Delta P_H + \Delta P_c = 25751 + 592 = 26343 \text{ Па,}$$

Потужність необхідну на валу кожного з насосів знайдемо за формулою (3):

$$N = (V * P) / \eta;$$

де  $V$  - продуктивність насоса, м<sup>3</sup> / с ;

$P$  - тиск створений насосом , Н / м<sup>2</sup>

$\eta$  - ККД насоса,

Потужність на валу насоса :

$$N_c = (0.00105 * 26343) / 0,7 = 39.5 \text{ Вт}$$

Визначимо необхідну потужність двигуна. Формула (3):

$$N_{дв} = (N_c / 0.92) / (0.97 * 0.96) = (39.5/0.92) / (0.97 * 0.96) = 47 \text{ Вт;}$$

### 5.3 Тепловий розрахунок.

#### 5.3.1. Розрахунок витрат води на формування оболонки.

В процесі формування оболонки вода витрачається на:

- охолодження робочих циліндрів подаючих пресів,
- охолодження масла для подаючих пресів,
- охолодження формуючих головок,
- охолодження циліндрів формуючих головок.

1. Охолодження робочих циліндрів подаючих пресів.

Тривалість роботи подаючих пресів за добу визначається за формулою 18:

					<i>Розрахункова частина</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T = \frac{G_{\text{доб.}}}{Q \times n},$$

де  $G_{\text{доб.}} = 36$  тон – добові витрати охолодженої колагенової маси на отримання білкової оболонки,

$Q = 0.4$  т/год. – продуктивність подаючого преса (паспортні дані)

$n = 9$  – кількість подаючих пресів.

$$T = \frac{36}{0.4 \times 9} = 10_{\text{год.}}$$

Добові витрати води на охолодження робочих циліндрів подаючих пресів визначаються за формулою 18:

$$W = 0.785 \times D^2 \times V \times 3600 \times T \times n,$$

де  $D = 0.04$ м – діаметр підводу охолодженої води до циліндрів,

$V = 1$ м/с – швидкість руху води.

$$W = 0.785 \times 0.04^2 \times 1 \times 3600 \times 10 \times 9 = 406.9 \text{ м}^3 / \text{доб.}$$

Витрати на тис.пог.м. оболонки визначаються за формулою 18:

$$H_{\epsilon} = \frac{(W \times k)}{O},$$

$$H_{\epsilon} = \frac{(406.9 \times 330)}{133000} = 1.01 \text{ м}^3 / \text{тис.пог.м.}$$

### 2. Охолодження масла для подаючих пресів.

За формулою 18:

$$W = 0.785 \times 0.015^2 \times 1 \times 3600 \times 10 \times 2 = 12.7 \text{ м}^3 / \text{доб.},$$

де 2 – кількість робочих циліндрів пресу.

Витрати на тис.пог.м. оболонки визначаються за формулою 18:

$$H_{\epsilon} = \frac{(12.7 \times 330)}{133000} = 0.03 \text{ м}^3 / \text{тис.пог.м.}$$

### 3. Охолодження формуючих головок.

Тривалість роботи формуючих головок за добу становить приблизно 23 години.

Добові витрати води на охолодження формуючих головок визначаються за формулою 18 :

$$W = 0.785 \times 0.015^2 \times 1 \times 3600 \times 23 \times 9 = 131.6 \text{ м}^3 / \text{доб.}$$

					<b>Розрахункова частина</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрати на тис.пог.м. оболонки визначаються за формулою 18 :

$$H_g = \frac{(131.6 \times 330)}{133000} = 0.33 \text{ м}^3 / \text{тис.пог.м.}$$

#### 4.Охолодження циліндрів формуючих головок

Добові витрати води на охолодження циліндрів формуючих головок визначаються за формулою 18 :

$$W = 0.785 \times 0.015^2 \times 1 \times 3600 \times 23 \times 9 = 131.6 \text{ м}^3 / \text{доб.}$$

Витрати на тис.пог.м. оболонки визначаються за формулою 18 :

$$H_g = \frac{(131.6 \times 330)}{133000} = 0.33 \text{ м}^3 / \text{тис.пог.м.}$$

Сумарні витрати води яка йде на формування оболонки становлять:

$$W = 406.9 + 12.7 + 131.6 + 131.6 = 682.8 \text{ м}^3 / \text{доб.}$$

Сумарні витрати води на тис.пог.м:

$$H_B = 1.01 + 0.03 + 0.33 + 0.33 = 1.7 \text{ м}^3 / \text{тис.пог.м.}$$

### 5.4.Механічний розрахунок.

#### 5.4.1Розрахунок масового циліндра формуючої машини на міцність.

Технічна характеристика масового циліндра:

Робочий тиск  $p = 3$  МПа,

Максимальний (дослідний) тиск  $P = 4.5$  МПа,

Внутрішній діаметр  $D = 0.47$  м,

Робоче середовище з агресивними властивостями ( $ph = 3.5$ ),

Матеріал циліндра – нержавіюча сталь 12Х18Н10Т.

#### 5.4.2.Розрахунок обичайки

Обичайка навантажена внутрішнім надлишковим тиском.

					<i>Розрахункова частина</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Товщину стінки обичайки визначаємо за формулою ( 16 ):

$$S = \frac{PD}{2[\sigma] - p} + c = \frac{4.5 \times 0.47}{2 \times 160 - 4.5} + 0.0026 = 0.0093 \text{ м.}$$

$[\sigma] = 160$  МПа – допустимий тиск для матеріала обичайки при  $t = 20$  °С.

Приймаємо  $S = 1 \text{ см} = 0.01 \text{ м}$

Умова застосування розрахункових формул для обичайок з  $D \geq 0.2$  м:

$$\frac{S - c}{D} \leq 0.1$$

де  $c = c_1 + c_2$  - додаток до розрахункової товщини,

$c_1 = 0.002$  м. – додаток для компенсації корозії,

$c_2 = 0.0006$  м. – додаток для компенсації мінусового допуску.

$c = 0.002 + 0.0006 = 0.0026$  м.

$$\frac{0.01 - 0.0026}{0.47} = 0.016 < 0.1, \text{ отже умова виконана.}$$

Перевіряємо обичайку, що працює під внутрішнім надлишковим тиском на необхідність зміцнення її кільцями жорсткості.

За умовою, якщо  $K_4 \leq 0$ , то зміцнювальні кільця не потрібні:

$$K_4 = \frac{P(D + S - c)}{2[\sigma](S - c)} - 1 = \frac{4.5 \times (0.47 + 0.01 - 0.0026)}{2 \times 160 \times (0.01 - 0.0026)} - 1 = -0.093 < 0$$

За умовами міцності зміцнення обичайки кільцями жорсткості не потрібне. Кільцеві виступи на обичайці введені конструктивно для закріплення охолоджуючої сорочки, що значно збільшує запас міцності.

### 5.4.3. Розрахунок конічної кришки

Кришка навантажена внутрішнім надлишковим тиском.

Оскільки  $\angle \alpha = 90^\circ \geq 60^\circ$ , то формули розрахунку для конічних обичайок, кришок і днищ застосовуються без обмежень, тобто не потрібна перевірка за формулою ( 16 ) :

					<i>Розрахункова частина</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$0.001 \leq \frac{S_1 \cos \alpha_1}{D} \leq 0.05$$

Товщина стінки визначається за формулами ( 16 ):

$$S_{kR} = \frac{PD_k}{2[\sigma] - P \cos \alpha_1} \cdot \frac{1}{\cos \alpha_1},$$

$$S_k = S_{kR} + c,$$

де  $S_k$  - товщина стінки,

$c$  – додаток визначений вище.

$$D_k = D - 1.4 \times a_1 \times \sin \alpha_1,$$

де  $a_1$  – довжина ущільнення біля фланця, конструктивно приймаємо

$$a_1 = 0.015 \text{ м.}$$

$$D_k = 0.47 - 1.4 \times 0.015 \times \sin 45^\circ = 0.4785 \text{ м,}$$

$$S_{kR} = \frac{4.5 \times 0.4785}{2 \times 160 - 4.5} \times \frac{1}{\cos 45^\circ} = 0.00965 \text{ м}$$

$$S_k = 0.00965 + 0.0026 = 0.01225 \text{ м,}$$

Приймаємо  $S_k = 0.0125 \text{ м.}$

Допустимий внутрішній надлишковий тиск визначається за формулою (16)

$$[p] = \frac{2[\sigma](S_k - c)}{\frac{D_k}{\cos \alpha_1} + (S_k - c)} = \frac{2 \times 160 \times (0.0125 - 0.0026)}{\frac{0.4785}{\cos 45^\circ} + (0.0125 - 0.0026)} = 4.61 \text{ МПа}$$

Розрахований допустимий внутрішній надлишковий тиск

$4.61 > 4.5 \text{ МПа}$ , що майже відповідає дійсному.

Оскільки, конструктивно товщина стінки кришки і обичайки дійсна виконана з великим запасом (дійсна  $S_k = 0.024 > 0.0125 \text{ м}$ ), то по розрахунковим параметрам маємо значний запас міцності.

					<i>Розрахункова частина</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 5.4.4. Розрахунок болтового з'єднання кришки ( з перевіркою за допомогою прикладної комп'ютерної програми Win Joint ).

Конструктивно приймаємо кількість болтів – 32 розміром різьби М48.

Площу бокової поверхні конічної кришки визначаємо як площу поверхні урізаного конуса.

$$S_{\sigma} = \pi(R+r)l = \frac{\pi}{2} \times (D+d) \times l = \frac{\pi}{2} \times (0.47 + 0.05) \times 0.24 = 0.196 \text{ м}^2$$

де  $d$  – діаметр циліндричної частини кришки,

$l$  – довжина кришки по осі.

Звідси осьове сумарне зусилля на всі болти виходячи із розрахункового випробувального тиску  $P = 4.5$  МПа визначимо:

$$Q_{\Sigma} = PS_{\sigma} = 4500000 \times 0.196 = 882000 \text{ Н}$$

З врахуванням конусної форми кришки зусилля буде:

$$Q_p = Q_{\Sigma} S_{\sigma} = 882000 \times \cos 45^{\circ} = 623668 \text{ Н}$$

Дотичну силу знайдемо за формулою ( 16 ):

$$F_{\text{дот}} = PS_1,$$

де  $S_1 = 2\pi r\delta$  – площа циліндра в місці фланцевого з'єднання, оскільки товщина фланця  $\delta = 100$  мм, то

$$F_{\text{дот}} = 4500000 \times 2 \times 3.14 \times 0.235 \times 0.1 = 332055 \text{ Н.}$$

Осьове навантаження від тиску на один болт:

$$Q = Q_p \div n = 623668 \div 32 = 19490 \text{ Н,}$$

де  $n$  – кількість болтів.

При осьовому навантаженні умова міцності на розтяг:

$$\sigma = \frac{Q}{\pi d_{\sigma}^2 \div 4} \leq [\sigma]$$

$$\text{де } d_{\sigma} \geq \sqrt{\frac{4Q}{\pi[\sigma]}} - \text{діаметр болта.}$$

					<i>Розрахункова частина</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При неконтрольованому затягуванні болтів

$$[\sigma] = 0.3\sigma_T$$

для сталі 45  $\sigma_T = 360000000 \text{ Па}$ ,

$$[\sigma] = 0.3 \times 360000000 = 108000000 \text{ Па},$$

$$d_{\sigma} \geq \sqrt{\frac{4 \times 19490}{\pi \times 108000000}} = 0.01516 \text{ м} = 15.16 \text{ мм},$$

Конструктивно вибрані болти задовольняють умовам міцності.

Отримавши результати розрахунків за допомогою Win Joint, бачимо, що програма для даного випадку пропонує встановити болти М48, що збігається з нашими розрахунками.

#### 5.4.5. Розрахунок гвинтової передачі робочого циліндра

##### 5.4.5.1. Розрахунок робочого циліндра на міцність.

Технічна характеристика робочого циліндра:

Робочий тиск  $p = 40 \text{ МПа}$ ,

Максимальний (дослідний) тиск  $P = 50 \text{ МПа}$ ,

Внутрішній діаметр  $D = 0.072 \text{ м}$ ,

Робоче середовище з агресивними властивостями ( $ph = 3.5$ ),

Матеріал циліндра – нержавіюча сталь 12Х18Н10Т.

Максимальна робоча температура  $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

Циліндр навантажений внутрішнім надлишковим тиском.

Товщину стінки визначаємо за формулою ( 16 ):

$$S = \frac{PD}{2[\sigma] - p} + c = \frac{50 \times 0.072}{2 \times 160 - 50} + 0.0026 = 0.0159 \text{ м}.$$

$[\sigma] = 160 \text{ МПа}$  – допустимий тиск для матеріала циліндра при

$t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

					<i>Розрахункова частина</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо  $S = 1.6\text{см} = 0.016\text{м}$

Умова застосування розрахункових формул для обичайок з  $D < 0.2\text{ м}$ :

$$\frac{S - c}{D} \leq 0.3$$

де  $c = c_1 + c_2$  - додаток до розрахункової товщини,

$c_1 = 0.002\text{ м}$ . – додаток для компенсації корозії,

$c_2 = 0.0006\text{ м}$ . – додаток для компенсації мінусового допуску.

$c = 0.002 + 0.0006 = 0.0026\text{ м}$ .

$$\frac{0.016 - 0.0026}{0.072} = 0.186 < 0.3, \text{ отже умова виконана.}$$

Перевіряємо стінку циліндра, що працює під внутрішнім надлишковим тиском на необхідність зміцнення її кільцями жорсткості.

За умовою, якщо  $K_4 \leq 0$ , то зміцнювальні кільця не потрібні:

$$K_4 = \frac{P(D + S - c)}{2[\sigma](S - c)} - 1 = \frac{50 \times (0.072 + 0.016 - 0.0026)}{2 \times 160 \times (0.016 - 0.0026)} - 1 = -0.0042 < 0$$

За умовами міцності зміцнення стінки циліндра кільцями жорсткості не потрібне.

Найбільше зусилля що діє на гвинт при переміщенні штока з поршнем вперед при робочому циклі, коли в циліндрі виникає тиск  $P = 50\text{ МПа}$ .

Площа поршня робочого циліндра дорівнює:

$$F = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi \times 0.072^2}{4} = 0.0041\text{ м}^2,$$

де  $D$  – внутрішній діаметр робочого циліндра.

Зусилля на штоці від тиску:

$$Q = P \times F = 50000000 \times 0.0041 = 205000\text{ Н}.$$

Силою тертя між поршнем і стінками циліндра можна знехтувати, так як вона значно менше зусилля від тиску і працює в умовах змащення стінок колагеновою масою.

Швидкість руху штока з поршнем при робочому ході залежить від

					<i>Розрахункова частина</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

продуктивності машини. Максимальна кількість обертів електродвигуна – 1500 об/хв. За кінематичною схемою формуючої машини визначаємо число обертів бронзової гайки гвинтової передачі.

Між електродвигуном і ходовою гайкою знаходяться 4 кінематичні пари з різними передаточними відношеннями.

$$i_1 = 1, i_2 = 0.37, i_3 = 0.29, i_4 = 0.34$$

Загальне передаточне відношення

$$i_{заг} = i_1 \times i_2 \times i_3 \times i_4 = 1 \times 0.37 \times 0.29 \times 0.34 = 0.037$$

Тоді число обертів ходової гайки буде:

$$n = n_{дв} \times i_{заг} = 1500 \times 0.037 = 55.5 \text{ об/хв.}$$

Округлюємо і приймаємо  $n = 55$  об/хв.

За один робочий крок рівний 1.1 м поршень виштовхує в формуючу машину  $0.00451 \text{ м}^3$  колагенової маси, яка має густину  $1200 \text{ кг/м}^3$ .

У масовому вираженні це складає  $1200 \times 0.00451 = 5.412 \text{ кг}$ .

Для виготовлення 1000 пог.м оболонки діаметром 45 мм потрібно 81.2 кг колагенової маси.

Значить із 5.412 кг маси отримаємо  $(5.41 \times 1000) / 81.2 = 66.6$  пог.м

Максимальна продуктивність формування оболонки діаметра 45 мм складає приблизно 3 м/с. Значить поршень повинен пройти відстань 1.1 м за час, рівний  $66.6 / 3 = 22.2$  с. Округлюємо час до 20 с.

Тоді за одну хвилину теоретична відстань, пройдена поршнем складе

$$1.1 \times (60/20) = 3.3 \text{ м.}$$

Тоді крок гвинтової лінії, виходячи із числа обертів гайки повинен бути  $3.3 / 55 = 0.06 \text{ м} = 60 \text{ мм}$ .

Так як для однозахідної гайки це дуже великий крок, приймаємо гвинт з 4-х-західною трапецеїдальною різьбою з кроком 15 мм. Тоді крок гвинтової лінії складе  $15 \times 4 = 60 \text{ мм}$ .

Таким чином, виходячи із кінематичних розрахунків і розрахунків продуктивності, визначились наступні параметри гвинтової передачі:

крок  $S = 15 \text{ мм}$ , кількість заходів  $z = 4$ .

					<i>Розрахункова частина</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найбільша довжина гвинта 1.75 м, довжина різьбової частини 1.58 м.

Оскільки передача важко навантажена, тому, незважаючи на присутність мастила вибираємо достатньо зносостійкі матеріали: гвинт із сталі 45 поліпшеної, гайка із бронзи ОЦС 6-6-3. З метою зменшення витрат бронзи гайку біметалічну – фланець за допомогою якого гайка кріпиться до ведучої ступиці виготовляємо із низько вуглецевої сталі, наприклад Сталь 10.

Середній діаметр гвинта визначаємо попередньо за формулою ( 16 ):

$$d_{cp} = \sqrt{\frac{2Q}{\pi\Psi[p]}}$$

де Q – зусилля, що діє вздовж гвинта,

$d_{cp}$  – середній діаметр різьби,

S - крок різьби,

$\Psi$  – коефіцієнт, що вибирається конструктивно в межах

1.2 – 2.5, вибираємо 2,

[p] – середній питомий тиск, для гвинтових передач сталь-бронза приймають 12000000 Па.

$$d_{cp} = \sqrt{\frac{2 \times 205000}{\pi \times 2 \times 12000000}} = 0.0737 \text{ м}$$

Приймаємо 4-х західну різьбу із зовнішнім діаметром 80 мм, кроком 15 мм, середній діаметр різьби  $d_{cp} = 72.5$  мм, внутрішній діаметр різьби

$d_{вн} = 65$  мм, висота витка 7.5 мм, площа перерізу стержня

$F_1 = 0.00332 \text{ м}^2$ .

Кут підйому гвинтової лінії :

$$\beta = \arctg \frac{S}{\pi d_{cp}} = \arctg \frac{15}{\pi \times 65} \approx 4^\circ 12'$$

Кут  $\beta$  значно менше кута тертя (  $\rho' = 6-8^\circ$  ), значить самогальмування гвинта забезпечене.

#### 5.4.5.2. Розрахунок гвинта на міцність

Стискуюче напруження у гвинті:

					<i>Розрахункова частина</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sigma = \frac{Q}{F_1} = \frac{205000}{0.00332} = 61746987 \text{Па} \approx 62 \text{МПа}$$

Крутний момент, що передається гвинтом, визначається за формулою (16):

$$M_{кр} = Q \frac{d_{cp}}{2} \text{tg}(\beta + \rho')$$

Дана формула застосовується в тому випадку, коли гайка і опора розташовані по одну сторону від місця прикладання крутного моменту. В нашій конструкції гайка, опора і шестерня, що передає крутний момент суміщені в одному вузлі і знаходяться поруч.

$$M_{кр} = 205000 \frac{0.0725}{2} \text{tg}(4^\circ 12' + 7^\circ) = 1471.46 \text{Нм}$$

Напруження зсуву визначається:

$$\tau = \frac{M_{кр}}{0.2d_{вн}^3} = \frac{1471.46}{0.2 \times 0.065^3} = 26790350 \text{Па} \approx 27 \text{МПа}$$

Приведене напруження в матеріалі гвинта:

$$\sigma_{np} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2},$$

де  $\sigma$  – розтягуюче або стискує напруження, викликане осьовим зусиллям  $Q$ ,

$\tau$  – напруження зсуву, викликане дією крутного моменту.

$$\sigma_{np} = \sqrt{61.75^2 + 4 \times 26.8^2} = 81.77 \approx 82 \text{МПа}$$

Умова міцності гвинта:

$$\sigma_{np} \leq \sigma_T$$

Матеріал гвинта – сталь 45, був термооброблений – поліпшення ( гартування і високий відпуск, твердість НВ 241-285  $\sigma_T = 550 \text{МПа}$  )

При цьому запас міцності становить:

$$n = \frac{\sigma_T}{\sigma_{np}} = \frac{550}{82} = 6.7 \approx 7,$$

що більше, ніж потребує умова міцності гвинта (  $n = 3-5$  ).

Перевіряємо висоту гайки:

$$H = \Psi d_{cp} = 2 \times 0.0725 = 0.145 \text{ м,}$$

					<i>Розрахункова частина</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

витки на зріз за формулою:

$$\tau = \frac{Q}{\pi d_{нар} \frac{Hz}{S} h}$$

де Q - осьове зусилля в передачі,

z - число заходів різьби,

S - крок різьби,

h - висота витка,

H - висота гайки ( теоретична ),

d<sub>нар</sub> - зовнішній діаметр різьби.

$$\tau = \frac{205000}{\pi 0.08 \frac{0.145 \times 4}{0.015} 0.0075} = 2812652 \text{ Па},$$

що значно менше ніж допустиме для бронзи

[ $\tau_{ср}$ ]  $\leq$  25000000-35000000 Па.

Конструктивно, довжина гайки значно збільшується відносно розрахункової ( до 0.44 м ). Це зроблено за необхідності розміщення на гайці складної підшипникової опори і привідної шестерні, а також щоб зменшити дію згинального моменту від власної ваги через велику довжину гвинта.

					<i>Розрахункова частина</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 6. Модернізація обладнання

Підготовлена вихідна сировина у вигляді гранул або порошку з бункера живильника через завантажувальний отвір надходить до шнека, який переміщує його вздовж корпусу. Сировина всередині робочої камери рухається по складній траєкторії, при цьому збільшується ступінь стиснення, яка визначається відношенням площі робочого каналу до сумарної площі фільтр на виході продукту з профіліруючої матриці. Одна із основних технологічних машин для виробництва ковбасних оболонок – подаючий прес, що складається з декількох основних вузлів: корпусу, оснащеного нагрівальними і охолоджувачими елементами, робочого органу - шнека розміщеного в корпусі вузла завантаження перероблюваного продукту, силового приводу, системи завдання і підтримки температурного режиму та інших контрольно-вимірювальних і регулюючих пристроїв. Найбільш відповідальним вузлом є шнек спеціальної конструкції, який може збиратися з окремих замінних елементів різної конфігурації. Саме шнек вибирає режими обробки матеріалів, продуктивність машини і якість готового продукту.

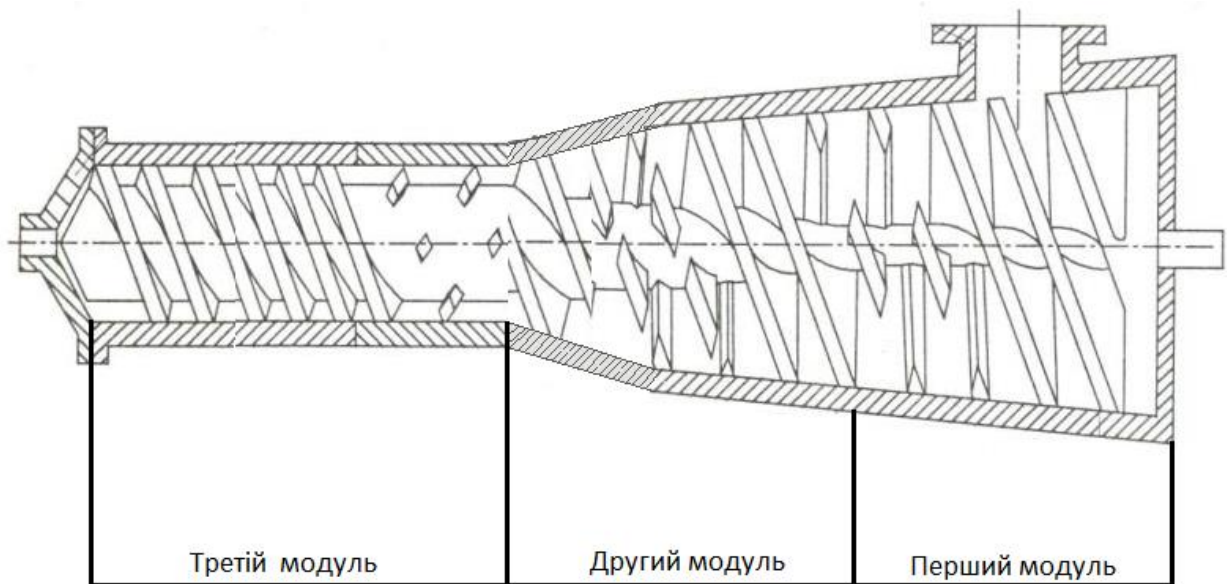


Рис.6.1. Модернізований подаючий шнек

					140603.ДП.57.006.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Дашевський К.Д.			Літ.	Арк.	Аркушіє
Перевір.		Бабанова О.І.				1	2
Реценз.					НУХТ ЗОХ-5-1		
Н. Контр.							
Затверд.		Гавва О.М.					
Модернізація обладнання							

Нами запропоновано конструкцію подаючого шнека (рис. 6.1), який дозволяє поліпшити якість готового продукту за рахунок трансформаційних змін щадного режиму обробки сировини, звести до мінімуму втрати поживних сировини і стабілізувати його тиск. Перший модуль, що включає в себе послідовно розміщені зони завантаження, змішування, стиснення і пластифікації, має конічний корпус зі зменшенням в сторону масових циліндрів внутрішнім діаметром і збільшується діаметр вала шнека в зонах стиснення і пластифікації. Другий модуль містить першу зону стабілізації тиску. На валу шнека встановлені з постійним кроком двухзаходні штифти ромбічного профілю. Робочі поверхні корпусу і шнека виготовлені з підвищеною чистотою обробки. Містить послідовно розташовані зони стиснення має конічний корпус зі зменшенням в сторону масових циліндрів конусністю і збільшується діаметр вала шнека. Робочі поверхні корпусу і шнека виготовлені з підвищеною чистотою обробки. Третій модуль, виконаний з послідовно розміщеними зонами стиснення і дозування, має зменшуючий крок нарізки в зоні стиснення і дозування. Наявність прорізів в зоні змішування сприяє інтенсифікації процесу змішування сировини, а різке збільшення діаметра вала шнека в зоні стиснення призводить до стрибкоподібного зростання тиску, що забезпечує ущільнення матеріалу і подальший перехід його в розплавлений стан.

					<i>Модернізація обладнання</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 7. РОЗРАХУНКИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО МАРШРУТУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ

Сучасні тенденції розвитку машинобудування, орієнтованого на докорінне поліпшення машинобудівної продукції, широке застосування конструкційних та інструментальних матеріалів, зміцнюючих технологій, комплексну автоматизацію на основі застосування верстатів з ЧПУ та САПР вимагають вирішення задач в плані теоретичного і практичного застосування прогресивних методів і досягнень вітчизняних і світових розробок в галузі обробки деталей, компонування маршрутів їх обробки найбільш раціональним способом.

Технологічний процес являє собою частину виробничого процесу, що містить цілеспрямовані дії на зміцнення складу предмету праці.

У сучасному виробництві частка обробки металів різанням складає близько 35% і, таким чином, здійснює головний вплив на темпи розвитку машинобудування. Важливим чинником при розробці технологій виготовлення деталей є забезпечення необхідного рівня якості виготовлення як найбільш відповідальних поверхонь деталей, а в цілому виконання геометричних параметрів із зазначеними в точністю та якістю поверхонь. При цьому важливою є оцінка технологічності конструкції, обґрунтування найбільш економічного способу виготовлення заготовок. В той же час обраний маршрут обробки повинен бути найбільш раціональним з точки зору вибору верстатів, технологічного оснащення у відповідності з програмою випуску деталей і в залежності від типу виробництва.

Саме такі задачі були вирішені при виконанні курсової роботи з метою розробки технологічного процесу виготовлення деталі «Шток».

					<i>140603.ДП.57.007.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Дашевський К.Д.</i>			<b>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталей</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бабанова О.І.</i>					1	38
<i>Реценз.</i>						<i>НУХТ 30Х-5-1</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Гавва О.М.</i>						

## 7.1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

### 7.1.1 Опис деталі, аналіз технологічності конструкції, характеристика матеріалу

Деталь «Шток» являє собою тіло обертання з габаритними розмірами  $\varnothing 21,9 \times 222,5$  мм. Виготовляється з якісної конструкційної Сталі 45 ДСТУ 1050 – 88.

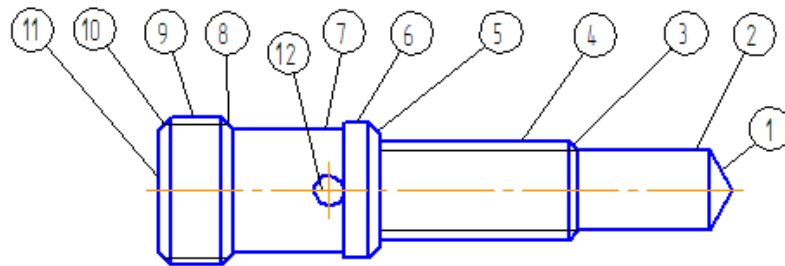


Рисунок 7.1 – Рисунок деталі «Шток»

Таблиця 7.1 – Характеристика поверхонь деталі

Номер поверхні	Найменування поверхні деталі	Квалітет точності	Параметр шорсткості $R_a$ , мкм	Граничні відхилення, мм	Примітки
<b>Діаметральні, конічні та радіусні поверхні</b>					
1	$\varnothing 6,5$	h14	6,3	-0,36	
2	$\varnothing 6,5$	f9	2,5	-0.013-0.049	
4	$\>8$	h14	6,3	-0,36	
6	$\>11$	h14	6,3	-0,43	
7	$\varnothing 10$	H14	6,3	+0,43	
3, 5, 8, 10	Фаска $1 \times 45^\circ$	IT14/2	6,3	$\pm 0,125$	
12	$\varnothing 2$	H7	0,8	+0,01	
<b>Різьбові поверхні</b>					
4, 9	M8, M12	7g	3,2	–	

<i>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталей</i>					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Оцінку технологічності деталі проводять по якісним та кількісним показникам.

Деталь «Шток» має форму тіла обертання. Деталь підвищеної точності, оскільки дві поверхні мають 7-й та 9-й квалітет точності. Конструкція деталі та прийнятий тип виробництва, дозволяє використовувати високопродуктивне обладнання, включаючи верстати з ЧПК, що підвищує якість та продуктивність виготовлення деталей та дозволяє використовувати багатOVERстатне обслуговування.

На кресленіку деталі проставлені всі необхідні розміри, що обумовлені допусками з прив'язкою до відповідного параметру шорсткості.

Конфігурація деталі забезпечує вільний доступ різального інструменту до оброблюваних поверхонь, а також можливість їх контролю, не знімаючи деталей з верстату.

Кількісну оцінку технологічності деталі проводимо згідно ДСТУ 14.202 – 73.

Коефіцієнт уніфікації поверхонь деталі:

$$K_y = \frac{Q_{cm}}{Q_3}, \quad (1)$$

де:  $Q_{cm}$  – кількість уніфікованих (стандартних) поверхонь деталі, шт;

$Q_3$  – загальна кількість поверхонь деталі, шт.

Тоді,

$$\hat{E}_o = \frac{1}{12} = 0,083$$

Коефіцієнт точності обробки деталі:

$$K_{mo} = 1 - \frac{1}{A_{сep}}, \quad (2)$$

де:  $A_{сep}$  – середній квалітет точності оброблюємих поверхонь деталі.

					<i>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталей</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді,

$$A_{сер} = \frac{\sum A_i \cdot n_i}{\sum n_i}, \quad (3)$$

де:  $A_i$  – відповідний квалітет точності оброблюємої поверхні;

$n_i$  – кількість квалітетів.

Тоді,

$$\hat{A}_{\text{під}} = \frac{7 \cdot 1 + 9 \cdot 1 + 14 \cdot 10}{12} \approx 13$$

Звідси,

$$\hat{E}_{\text{ді}} = 1 - \frac{1}{13} = 0,92$$

Коефіцієнт шорсткості поверхонь деталі:

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{сер}}, \quad (4)$$

де:  $B_{сер}$  – середній параметр шорсткості оброблюємих поверхонь.

$$B_{сер} = \frac{\sum B_i \cdot n_{iш}}{\sum n_{iш}}, \quad (5)$$

де:  $B_i$  – величина шорсткості відповідної поверхні, мкм;

$n_{iш}$  – сума шорсткостей.

Тоді,

$$\hat{A}_{\text{під}} = \frac{0,8 \cdot 1 + 2,5 \cdot 1 + 3,2 \cdot 2 + 6,3 \cdot 8}{12} = 5$$

Звідси,

$$\hat{E}_{\phi} = \frac{1}{5} = 0,2$$

					<b>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталей</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дана деталь має високі коефіцієнти точності, шорсткості та уніфікації, отже, задовольняє за цими показниками, а також відповідає вимогам жорсткості.

З наведеного вище матеріалу можна зробити висновок про те, що конструкція деталі «Шток» технологічна.

Матеріал деталі «Шток» Сталь 20 ДСТУ 1050 – 88. Сталь 20 використовується для виготовлення осей, валів, плунжерів, штоків, кілець – деталей підвищеної міцності.

Конструкція деталі допускає обробку на універсальних верстатах стандартним різальним інструментом.

Таблиця 7.2 – Хімічний склад Сталі 20 ДСТУ 1050 – 88

Основні компоненти, %			Домішки, % не більше				
Вуглець С	Кремній Si	Марганець Mn	Сірка S	Фосфор P	Нікель Ni	Хром Cr	Мідь Cu
0,17 ÷ 0,24	0,17 ÷ 0,37	0,35 ÷ 0,065	0,04	0,04	0,25	0,25	0,25

Таблиця 7.3 – Механічні властивості Сталі 45 ДСТУ 1050 – 88

Межа текучості $\sigma_t$ , МПа не менше	Межа міцності $\sigma_b$ , МПа не менше	Відносне видовження після розриву $\delta$ , %	Відносне звуження $\psi$ , %	Твердість НВ не більше
254	430	18	45	156

### 7.1.2 Визначення типу виробництва, розміру партії деталей

Для виконання подальших розрахунків необхідно визначити тип виробництва. При масі деталі  $m = 0,022$  кг, річній програмі випуску  $N = 500$  штук, тип виробництва – середньо – серійний.

Цей тип виробництва характеризується обмеженою номенклатурою виробів, що виготовляються партіями, які періодично повторюються, і більшим об'ємом випуску, ніж в одиничному типі виробництва. При серійному

					<i>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталей</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виробництві використовують універсальні верстати і верстати з ЧПУ, що оснащені як спеціальними, так і універсальними та універсально-збірними пристроями, що дозволяє знизити трудомісткість і собівартість виготовлення виробів.

У серійному виробництві технологічний процес диференційований, тобто розчленований на окремі самостійні операції, що виконуються на окремих верстатах.

Проводимо розрахунок розміру партії деталей. Розрахунок виконуємо за формулою:

$$n = \frac{N \cdot \left(1 + \frac{t}{\Phi_y}\right)}{\Phi_y}, \text{шт} \quad (6)$$

де:  $N = 500$  шт – річна програма випуску деталей;

$t = 5$  шт – запас деталей;

$\Phi_y = 225$  – число робочих днів на рік.

Отже,

$$n = \frac{500 \cdot \left(1 + \frac{5}{225}\right)}{225} = 2.27 \text{шт};$$

Приймаємо розмір партії деталей 2 штуки.

## 7.2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 7.2.1 Вибір заготовки та метод її отримання

При виборі заготовки враховуємо матеріал, масу, конфігурацію та розміри деталі, а також тип виробництва. Метод отримання заготовки повинен забезпечувати найменшу трудомісткість виготовлення деталі, зменшення кількості відходів, зниження собівартості готової продукції.

Деталь «Шток» за заводським техпроцесом виготовляється з круглого сортового прокату  $\varnothing 14 \times 52$  мм.

					<i>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталей</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Маса заводської заготовки – 0,056 кг. Перевагою такого методу отримання заготовки є низька її вартість, недоліком – велика маса відходу та досить трудомісний процес виготовлення деталі. З метою усунення цього недоліку і зменшення маси та вартості заготовки приймемо заготовку з прутка  $\varnothing 12 \times 48,5$  мм. Такий вибір зроблено тому, що заготовка дозволяє отримати форму заготовки, що максимально наближений до форми деталі, а також отримання як зовнішніх, так і внутрішніх поверхонь, чого не можна зробити з круглого прокату. Як наслідок – зменшення маси вихідної заготовки.

### 7.2.2 Визначення величин загальних припусків та розмірів заготовки.

#### Визначення маси заготовки

Припуски на обробку заготовок залежать від маси, точності виготовлення, групи сталі, степені складності заготовки і шорсткості поверхонь деталі. Оскільки до деталі не пред'являється підвищених вимог, прийнятий тип виробництва – середньо – серійний, точність заготовки 14 кв.

Матеріал деталі – Сталь 20

Отримані величини припусків, розраховані величини виконавчих розмірів заготовки, допуски на ці розміри, заносимо до таблиці.

Таблиця 7.4 – Припуски на механічну обробку та розмір заготовки з допусками

Найменування поверхні	Квалітет точності	Параметр шорсткості $R_a$ , мкм	Загальний припуск, мм	Розмір заготовки з граничними відхиленнями, мм
Діаметральні розміри				
$\varnothing 6,5$	9	2,5	$2,75 \cdot 2 = 5,5$	$\varnothing 12_{-0,43}$
$\varnothing 8$	14	6.3	$2 \cdot 2 = 4$	$\varnothing 12_{-0,43}$
$\varnothing 11$	14	6.3	$0,5 \cdot 2 = 1$	$\varnothing 12_{-0,43}$
Лінійні розміри				
46,5	14	6.3	$2 \cdot 2 = 4$	$46,5_{-0,62}$

					<b>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталей</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

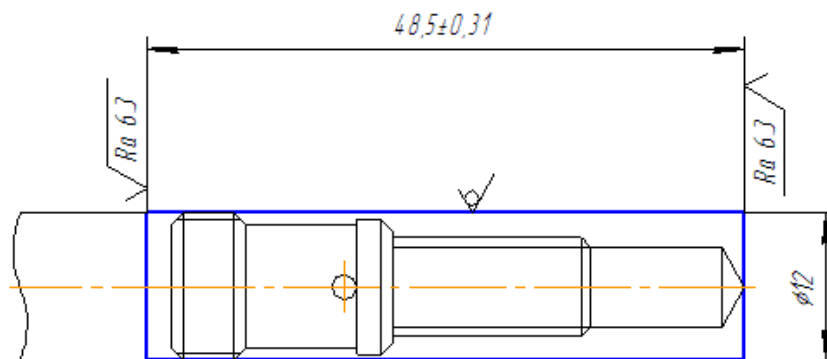


Рисунок 7.2 – Ескіз заготовки для визначення маси

Масу заготовки определяем, вычертив заготовку в программе КОМПАС-3D.  
 $m = 0,554$  кг.

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$\hat{E}_{ai} = \frac{m_{ai}}{m_{\zeta}} = \frac{0.321}{0.554} = 0,58 \quad (15)$$

Виходячи з отриманої величини  $K_{вм}$  можна з упевненістю стверджувати, що припуски та заготовку обрано вірно.

### 7.2.3 Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі

В основу розробки технологічного процесу покладаємо три принципи: технічний, економічний, організаційний.

Згідно з технічним принципом проєктований техпроцес повинен забезпечити виконання вимог кресленника та вимог на виготовлення даного виробу.

Економічний принцип забезпечує виготовлення виробу з мінімальними затратами праці та витратами виробництва.

					<i>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталей</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Організаційний принцип забезпечує виготовлення деталі в умовах, які дають максимальну ефективність виробництва.

При виборі технологічних баз дотримано основних принципів базування – єдності і постійності баз.

Принцип єдності баз передбачає поєднання конструкторських, технологічних, вимірювальних баз, що веде до зменшення похибок.

Принцип постійності баз передбачає постійність баз, що використовуються на різних операціях, тобто, за цим принципом на різних операціях, по можливості, застосовані одні й ті ж самі бази.

Таблиця 7.5 – Визначення методів обробки поверхонь

Найменування поверхонь	Методи обробки	Квалітет точності	Параметр шорсткості $R_a$ , мкм
Ø6,5	Обточування чорнове	h12	3,2
	Обточування чистове	h9	2,5
Ø8	Обточування чорнове	h14	6,3
Ø10	Обточування чорнове	H14	6,3
Ø2	Свердлення однократне	H12	6,3
	Розвертання чорнове	H9	1,6
	Розвертання чистове	H7	0,8
Торець Ø12	Отрезка	h14	6,3
M8, M12	Нарізування різьблення	7H	3.2
Фаски 1×45°;	Точіння чорнове	IT14/2	6,3

На основі розробленого маршруту обробки поверхонь розробляємо удосконалений технологічний процес механічної обробки деталі «Шток».

Таблиця 7.6 – Маршрутний технологічний процес механічної обробки деталі «Шток»

					<i>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталей</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Номер операції	Найменування та зміст операції	Технологічне обладнання	Верстатний пристрій	Технологічна база
005	<p align="center"><b>Токарна</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Підрізати начорно торець <math>\varnothing 12</math></li> <li>Точити начорно <math>\varnothing 6,5</math> в р-р 12,5</li> <li>Точити начисто <math>\varnothing 6,5</math> в р-р 12,5, з утворенням фаски <math>1 \times 45^\circ</math></li> <li>Точити начорно конус <math>\varnothing 6</math>,</li> <li>Точити начорно <math>\varnothing 11</math> в р-р 3, з утворенням фаски <math>1 \times 45^\circ</math></li> <li>Точити начорно <math>\varnothing 10</math> в р-р 9, з утворенням фаски <math>1 \times 45^\circ</math></li> <li>Нарізати різьблення М8-7g в р-р 16</li> <li>Нарізати різьблення М16-7g в р-р 6</li> <li>Відрізати заготовку від прутка</li> </ol>	Токарний верстат з моделі 16K20	Патрон трикулач-ковий	поверхня прутка р-р 12;
010	<ol style="list-style-type: none"> <li>Центрувати отв. <math>\varnothing 1,5</math></li> <li>Свердлими отв. <math>\varnothing 1,8</math> наскрізь</li> <li>Розвернути отв. <math>\varnothing 1,9</math> начорно</li> <li>Розвернути отв. <math>\varnothing 2H7</math> начисто</li> </ol>	Вертикально свердлильний верстат з моделі 2P125PФ2	Пристосування спеціальне	$\varnothing 8$ , торець

#### 7.2.4 Розрахунок і вибір міжопераційних припусків та розмірів заготовки табличним методом на всі поверхні

Міжопераційні припуски на обробку призначаються табличним методом згідно відповідними стандартами, або розраховується аналітичним методом. Стандарти дозволяють призначити припуски незалежно від технологічного процесу обробки деталі і умов його здійснення і тому в загальному випадку є завищеними, містять резерви зниження витрат матеріалу і трудомісткості виготовлення деталі.

					<i>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталей</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналітичний метод визначення припусків на обробку базується на аналізі факторів, що впливають на їх величину: висота мікронервностей, величина дефектного шару, величина просторових відхилень, похибка установки. Значення припуска визначається методом диференційного розрахунку по елементам, що складають припуск. Розрахунковою величиною є мінімальний припуск на обробку, достатній для усунення на переході, що виконується похибок обробки і дефектів поверхневого шару, що залишаються з попереднього переходу, і компенсації похибок, що виникають на переході, що виконується. Проміжні розміри, які визначають положення оброблюємої поверхні і розміри заготовки розраховують з використанням мінімального припуску. Аналітичний метод являє собою систему, в яку входять методики обґрунтованого розрахунку припусків, узгодження розрахункових припусків з граничними розмірами поверхні, що оброблюється і нормативними матеріалами.

Застосування аналітичного методу скорочує в порівнянні з табличними значеннями, створює єдину систему визначення припусків на обробку і розмірів деталі по технологічним поверхням і заготовок, сприяє підвищенню технологічної культури виробництва.

Таблиця 7.7 – Міжопераційні припуски та розміри на поверхні деталі

Найменування поверхні	Методи обробки	Квалітет точності	Параметр шорсткості $R_a$ , мкм	Загальний припуск, мм	Міжопераційний припуск, мм	Міжопераційний розмір з граничними відхиленнями, мм
2	0. Заготовка	14	6,3	2.75	2.75	12 <sub>-0.43</sub>
	1. Чорнове обточування	h11	3.2		2.55	∅6.9 <sub>-0.43</sub>
	2. Чистове обточування	h9	2.5		0.2	∅6.55 <sup>0.013</sup> <sub>-0.049</sub>
∅8	0. Заготовка	14	6,3	2	2	∅12 <sub>-0.43</sub>
	1. Чорнове обточування	h12	6.3		2	∅8 <sub>-0.36</sub>
∅10	0. Заготовка	14	6,3	1	1	∅12

					<i>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталей</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

	1. Чорнове обточування	h12	6.3		1	Ø10 <sub>-0.36</sub>
Ø11	0.Заготовка	14	6,3	0.5	0.5	Ø12
	1. Чорнове обточування	h12	6.3		0.5	Ø11 <sub>-0.43</sub>
Ø2	Сведлення однократне	H12	6,3	1	0,9	Ø1,8 <sup>+0,1</sup>
	Розвертання чорнове	H9	1,6		0,05	Ø1,9 <sup>+0,025</sup>
	Розвертання чистове	H7	0,8		0,05	Ø2 <sup>+0,01</sup>

### 7.2.5 Вибір технологічного обладнання з короткою технічною характеристикою та верстатних пристроїв

Вибір обладнання проводимо в два етапи: на першому попередньо вибираємо обладнання при призначенні способу обробки поверхні при умові, що вибране обладнання забезпечує виконання технічних вимог, що ставляться до поверхні; потім при складанні технологічного маршруту обробки і при його техніко – економічному обґрунтуванні вибираємо конкретну модель верстату за такими показниками: вид обробки (токарна, свердлильна, фрезерна), точність та жорсткість верстату, габаритні розміри верстату (висота і відстань між центрами, розміри столу), потужність верстату, частота обертання шпинделя, швидкість подачі, можливість механізації та автоматизації операцій, що виконується, вартість верстату.

При розробці технологічного процесу механічної обробки деталі вибираємо верстатні пристрої, які забезпечують підвищення продуктивності праці, покращують умови праці, сприяють підвищенню точності обробки, ліквідують попередню розмітку поза верстатом, тощо.

Раніше вже зазначалось, що в серійному виробництві використовуються спеціальні та зрідка спеціалізовані обладнання та пристрої, тож враховуючи тип виробництва, розміри деталі, методи і характери обробки поверхонь

					<i>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталей</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

деталі «Шток», а також величезну номенклатуру іноземного обладнання, яке за своїми технічними характеристиками має високі технічні характеристики та порівняно невисоку вартість проводимо вибір обладнання та оснастки і складаємо зведені таблиці.

Таблиця 7.8 – Вибір технологічного обладнання

Номер та найменування операції	Найменування моделі та код обладнання	Основна технічна характеристика	Межі частот обертання, хв <sup>-1</sup>	Межі подач	Потужність кВт
005 Токарна	Верстат токарний патронно-центровий 16K20	Найбільший діаметр виробу, що встановлюється над станиною 400. Найбільший діаметр виробу, що оброблюється над суппортом, мм 220. Число позицій інструментальної головки 8 Габаритні розміри 2505×1190	12,5-1600	повздовжня 0,05-2,8 мм/хв	11
010 Свердлильна	Вертикально свердлильний верстат з моделі 2P125PФ2	Найбільший умовний діаметр свердління в сталі 35 мм Робоча поверхня стола 450х500 Найбільша відстань від горня шпинделя до робочої поверхні стола 750 Найбільший хід шпинделя 250 Габаритні розміри 1030×825	31-1400	0,1-1,6	4

Таблиця 7.9 – Зведена відомість верстатних пристроїв

Номер операції	Найменування операції	Найменування верстатного пристрою	Установчі елементи пристрою	Тип затискного механізму	Стандарт ДСТУ
005	Токарна	Патрон трикулачковий	Кулачки	Електро-механічний	2675-80
010	Вертикально-свердлильна	Пристосування спеціальне	Призма	Пневматичний	—

					<i>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталей</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 7.2.6 Вибір різальних інструментів

Враховуючи правильність вибіру різального інструменту, який при раціонально вибраних режимах різання забезпечує необхідну точність розмірів та якість оброблених поверхонь, конструкція та розміри інструменту для заданої операції, який залежить від виду обробки, точності обробки та шорсткості поверхні, що оброблюється.

Різальний інструмент вибираємо в залежності від методу обробки, точності обробки, матеріалу заготовки, розмірів обробки та типу виробництва.

В серійному типі виробництва доцільно використовувати, як універсальний так і спеціальний різальний інструмент.

Різальні інструменти які використовуються у технологічному процесі виготовлення деталі «Шток» зводимо до таблиці.

Таблиця 7.10 – Вибір різальних інструментів

Номер та найменування операції	Найменування різального інструменту	Матеріал різальної частини	Стандарт, код ДСТУ	Основні геометричні параметри
005 Токарна	1. Різець підрізної	T15K10	18809-73	$\varphi = 60^\circ; \alpha = 5^\circ; \gamma = 15^\circ$
	2. Різець прохідний	T15K10	20874-75	$\varphi = 93^\circ; \alpha = 8^\circ; \gamma = 10^\circ$
	3. Різець різьбовий	T15K10	18885-73	$\alpha = 15^\circ; \gamma = 10^\circ; \alpha_1 = 8^\circ$
	4. Різець відрізний	T15K10	20874-75	$\alpha = 10^\circ; \gamma = 12^\circ; b = 2; 2\varphi = 120^\circ$
010 Свердлильна	1. Свердло $\gamma 1,8$	P6M5	10902-77	
	2. Розвертка чорнова $\gamma 1,9$	P6M5	1672-80	
	3. Розвертка чистова $\gamma 2H7$	P6M5	1672-80	

					<i>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталей</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 7.2.7 Вибір методів контролю та вимірювальних інструментів

В серійному типі виробництва для контролю проміжних та кінцевих розмірів деталі застосовуємо як універсальні так і спеціальні вимірювальні інструменти. На вибір вимірювального інструменту впливають такі фактори: вид поверхні, що контролюється, її розміри, допуск на розмір, що контролюється, організаційно – технічні форми контролю – вибіркового метод контролю.

Таблиця 7.11 – Вибір вимірювального інструменту

Найменування операції	Розмір, що контролюється	Найменування контрольно-вимірювального інструменту	Стандарт ДСТУ
005 Токарна	Ø6,5d9; Ø8h14; Ø10h14; Ø11h14; M8-7g; 46,5 M12-7g;	Микрометр МК-25 Штангенциркуль ШЦЦ-I-125-0,1 Скоба M8-7g ПР-НЕ Скоба M2-7g ПР-НЕ	6507-90 166-80 17757-72 17757-72
010 Свердлильна	Ø28H7;	Калібр-пробка 2H7 ПР-НЕ ШЦЦ-II-125-0,1	17757-72 166-80

### 7.2.8 Визначення режимів різання і технічних норм часу

#### ВИЗНАЧЕННЯ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ НА ТОКАРНІ ПЕРЕХОДИ

##### Операція 005. Токарна.

##### Перехід 1: Підрізати торець D12 в розмір 46. 5

Глибина різання визначається за формулою:  $t = Z = 2 \text{ мм}$

За нормативними таблицями визначаємо подачу, яка знаходиться в інтервалі (0, 6...1, 2) . Погодивши з паспортними даними токарного верстата 16К20, приймаємо  $S_B = 0.8 \text{ мм/об.}$

Швидкість різання визначається за формулою:

					<i>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталей</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v,$$

де коефіцієнти  $C_v = 35$ ;  $m = 0.2$ ;  $x = 0.15$ ;  $y = 0.45$  вибираємо із таблиць.

$T$  – середнє значення періоду стійкості різця (можна приймати в межах 60...90 хв для різців із швидкорізальної сталі і 90...120 хв для різців із твердосплавною різальною пластинкою). Приймаємо  $T = 90$ хв.

Знаходимо поправочний коефіцієнт для заданого матеріалу

$n_v = 1$  - показник степені, який враховує групу сталі по

оброблюваності;

$K_r = 1$  - коефіцієнт, який враховує групу сталі по оброблюваності;

$$K_{Mv} = K_r \cdot \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \rightarrow \left( \frac{750}{430} \right) = 1.744 ;$$

$K_{Pv} = 0.9$  - коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки на швидкість різання;

$K_{Uv} = 0.35$  - коефіцієнт, який враховує вплив матеріалу інструменту на швидкість різання.

Отримаємо  $K_v = K_{Mv} \cdot K_{Pv} \cdot K_{Uv} \rightarrow 1.744 \cdot 0.9 \cdot 0.35 = 0.549$ .

$$\text{Тоді } v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v \rightarrow \frac{350}{90^{0.2} \cdot 2^{0.15} \cdot 0.8^{0.45}} \cdot 0.549 = 77.907 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата

$$n_p = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D_{заг}} \rightarrow \frac{1 \times 10^3 \cdot 77.907}{\pi \cdot 12} = 2.067 \times 10^3 \text{ хв}^{-1},$$

де:  $D_{заг}$  – діаметр оброблюваної поверхні, мм.

Розрахункова кількість обертів корегується за паспортними даними верстата.

Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення

$$n_B = 160 \text{ хв}^{-1}.$$

За прийнятим значенням  $n_B$  визначаємо фактичну швидкість різання.

					<i>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталей</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$v_{\phi} = \frac{\pi \cdot D_{\text{заг}} \cdot n_{\text{в}}}{1000} \rightarrow \frac{\pi \cdot 12 \cdot 1.6 \times 10^3}{1 \times 10^3} = 60.319 \text{ хв}^{-1} .$$

Визначаємо розрахункову довжину різання поверхонь

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3,$$

де  $l_0 = 6 \text{ мм}$  - шлях різання;

$l_1 = 2 \text{ мм}$  - довжина підводу ріжучого інструменту до поверхні деталі яка обробляється;

$l_2, l_3$  - шлях врізання і перебігу;  $l_2 = 0$ ;  $l_3 = 0$ .

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3 \rightarrow 6 + 2 + 0 + 0 = 8 \text{ мм}.$$

Основний час переходу

$$t_{01} = \frac{L}{n_{\text{в}} \cdot S_{\text{в}}} \rightarrow \frac{8}{1.6 \times 10^3 \cdot 0.8} = 6.25 \times 10^{-3} \text{ хв}.$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{\text{доп}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}},$$

де:  $t_{\text{вст}} = 0.4 \text{ хв}$  – час на встановлення, затискання та зняття деталі в центрах з хомутиком та вагою 8 кг;

$t_{\text{пер}} = 0.11 \text{ хв}$  – час, пов'язаний з переходом з установленням різця по лімбу з точність  $\leq 0,2 \text{ мм}$  та автоматичному переміщенні супорта і 200 мм висотою центрів;

$t_{\text{зм}} = 0.06 + 0.05 = 0.11 \text{ хв}$  – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента;

$t_{\text{к}} = 0.13 \text{ хв}$  – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента

Отримаємо

$$t_{\text{доп1}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}} \rightarrow 0.4 + 0.11 + 0.11 + 0.13 = 0.75 \text{ хв}.$$

**Операція 005. Токарна.**

**Перехід 2: Обточити поверхню D6.5 начорно в розмір 12.5**

					<i>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталей</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Глибина різання визначається за формулою:  $t = Z = 2.75$  мм

За нормативними таблицями визначаємо подачу, яка знаходиться в інтервалі (0, 6...1, 2) . Погодивши з паспортними даними токарного верстата 16К20, приймаємо  $S_B = 0.8$  мм/об.

Швидкість різання визначається за формулою:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v,$$

де коефіцієнти  $C_v = 350$ ;  $m = 0.2$ ;  $x = 0.15$ ;  $y = 0.45$  вибираємо із таблиць.

$T$  – середнє значення періоду стійкості різця (можна приймати в межах 60...90 хв для різців із швидкорізальної сталі і 90...120 хв для різців із твёрдосплавною різальною пластинкою) . Приймаємо  $T = 90$ хв.

Знаходимо поправочний коефіцієнт для заданого матеріалу

$n_v = 1$  - показник степені, який враховує групу сталі по оброблюваності;

$K_r = 1$  - коефіцієнт, який враховує групу сталі по оброблюваності;

$$K_{Mv} = K_r \cdot \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \rightarrow \left( \frac{750}{430} \right) = 1.744 ;$$

$K_{Pv} = 0.9$  - коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки на швидкість різання;

$K_{Uv} = 0.35$  - коефіцієнт, який враховує вплив матеріалу інструменту на швидкість різання.

Отримаємо  $K_v = K_{Mv} \cdot K_{Pv} \cdot K_{Uv} \rightarrow 1.744 \cdot 0.9 \cdot 0.35 = 0.549$  .

$$\text{Тоді } v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v \rightarrow \frac{350}{90^{0.2} \cdot 2^{0.15} \cdot 0.8^{0.45}} \cdot 0.549 = 77.907 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата

$$n_p = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D_{заг}} \rightarrow \frac{1 \times 10^3 \cdot 77.907}{\pi \cdot 6.5} = 3.815 \times 10^3 \text{ хв}^{-1} ,$$

де:  $D_{заг}$  – діаметр оброблюваної поверхні, мм.

					<i>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталей</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахункова кількість обертів корегується за паспортними даними верстата.

Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення

$$n_B = 160 \text{ хв}^{-1}.$$

За прийнятим значенням  $n_B$  визначаємо фактичну швидкість різання.

$$v_{\phi} = \frac{\pi \cdot D_{\text{заг}} \cdot n_B}{1000} \rightarrow \frac{\pi \cdot 6.5 \cdot 1.6 \times 10^3}{1 \times 10^3} = 32.673 \text{ хв}^{-1}.$$

Визначаємо розрахункову довжину різання поверхонь

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3,$$

де  $l_0 = 12.5$  мм - шлях різання;

$l_1 = 2$  мм - довжина підводу ріжучого інструменту до поверхні деталі яка обробляється;

$l_2, l_3$  - шлях врізання і перебігу;  $l_2 = 0$ ;  $l_3 = 0$ .

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3 \rightarrow 12.5 + 2 + 0 + 0 = 14.5 \text{ мм}.$$

Основний час переходу

$$t_{02} = \frac{L}{n_B \cdot S_B} \rightarrow \frac{14.5}{1.6 \times 10^3 \cdot 0.8} = 0.011 \text{ хв}.$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{\text{доп}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}},$$

де:  $t_{\text{вст}} = 0$  хв – деталь вже закріплена;

$t_{\text{пер}} = 0.11$  хв – час, пов'язаний з переходом з установленням різця по лімбу з точність  $\leq 0,2$  мм та автоматичному переміщенні супорта і 200 мм висотою центрів;

$t_{\text{зм}} = 0.06 + 0.05 = 0.11$  хв – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента;

$t_{\text{к}} = 0.13$  хв – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента

Отримаємо

					<i>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталей</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_{\text{доп2}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зМ}} + t_{\text{к}} \rightarrow 0 + 0.11 + 0.11 + 0.13 = 0.35 \text{ хв.}$$

### Операція 005. Токарна.

#### Перехід 3: Обточити поверхню D6. 5 начисто в розмір 12. 5

Глибина різання визначається за формулою:  $t = Z = 0.2 \text{ мм}$

За нормативними таблицями визначаємо подачу, яка знаходиться в інтервалі (0, 6...1, 2) . Погодивши з паспортними даними токарного верстата 16К20, приймаємо  $S_B = 0.15 \text{ мм/об.}$

Швидкість різання визначається за формулою:

$$v = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V,$$

де коефіцієнти  $C_V = 350$ ;  $m = 0.2$ ;  $x = 0.15$ ;  $y = 0.45$  вибираємо із таблиць.

$T$  – середнє значення періоду стійкості різця (можна приймати в межах 60...90 хв для різців із швидкорізальної сталі і 90...120 хв для різців із твердосплавною різальною пластинкою) . Приймаємо  $T = 90 \text{ хв.}$

Знаходимо поправочний коефіцієнт для заданого матеріалу

$n_V = 1$  - показник степені, який враховує групу сталі по оброблюваності;

$K_T = 1$  - коефіцієнт, який враховує групу сталі по оброблюваності;

$$K_{M_V} = K_T \cdot \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} \rightarrow \left( \frac{750}{430} \right) = 1.744 ;$$

$K_{P_V} = 0.9$  - коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки на швидкість різання;

$K_{U_V} = 0.35$  - коефіцієнт, який враховує вплив матеріалу інструменту на швидкість різання.

Отримаємо  $K_V = K_{M_V} \cdot K_{P_V} \cdot K_{U_V} \rightarrow 1.744 \cdot 0.9 \cdot 0.35 = 0.549$  .

$$\text{Тоді } v = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V \rightarrow \frac{350}{90^{0.2} \cdot 0.2^{0.15} \cdot 0.15^{0.45}} \cdot 0.549 = 233.737 \text{ м/хв.}$$

					<i>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталей</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата

$$n_p = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D_{\text{заг}}} \rightarrow \frac{1 \times 10^3 \cdot 233.737}{\pi \cdot 6.5} = 1.145 \times 10^4 \text{ хв}^{-1},$$

де:  $D_{\text{заг}}$  – діаметр оброблюваної поверхні, мм.

Розрахункова кількість обертів корегується за паспортними даними верстата.

Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення

$$n_B = 160 \text{ хв}^{-1}.$$

За прийнятим значенням  $n_B$  визначаємо фактичну швидкість різання.

$$v_{\text{ф}} = \frac{\pi \cdot D_{\text{заг}} \cdot n_B}{1000} \rightarrow \frac{\pi \cdot 6.5 \cdot 1.6 \times 10^3}{1 \times 10^3} = 32.673 \text{ хв}^{-1}.$$

Визначаємо розрахункову довжину різання поверхонь

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3,$$

де  $l_0 = 12.5$  мм - шлях різання;

$l_1 = 2$  мм - довжина підводу ріжучого інструменту до поверхні деталі яка обробляється;

$l_2, l_3$  - шлях врізання і перебігу;  $l_2 = 0$ ;  $l_3 = 0$ .

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3 \rightarrow 12.5 + 2 + 0 + 0 = 14.5 \text{ мм}.$$

Основний час переходу

$$t_{03} = \frac{L}{n_B \cdot S_B} \rightarrow \frac{14.5}{1.6 \times 10^3 \cdot 0.15} = 0.06 \text{ хв}.$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{\text{доп}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}},$$

де:  $t_{\text{вст}} = 0$  хв – деталь вже закріплена;

$t_{\text{пер}} = 0.11$  хв – час, пов'язаний з переходом з установленням різця по лімбу з точність  $\leq 0,2$  мм та автоматичному переміщенні супорта і 200 мм висотою центрів;

$t_{\text{зм}} = 0.06 + 0.05 = 0.11$  хв – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента;

					<i>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталей</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$t_k = 0.13 \text{ хв}$  – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента

Отримаємо

$$t_{\text{допЗ}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_k \rightarrow 0 + 0.11 + 0.11 + 0.13 = 0.35 \text{ хв.}$$

### Операція 005. Токарна.

#### Перехід 4: Обточити конус D6, 5 начорно в розмір 6, 5

Глибина різання визначається за формулою:  $t = Z = 2 \text{ мм}$

За нормативними таблицями визначаємо подачу, яка знаходиться в інтервалі (0, 6...1, 2). Погодивши з паспортними даними токарного верстата 16К20, приймаємо  $S_B = 0.2 \text{ мм/об.}$

Швидкість різання визначається за формулою:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v,$$

де коефіцієнти  $C_v = 35$ ;  $m = 0.2$ ;  $x = 0.15$ ;  $y = 0.45$  вибираємо із таблиць.

$T$  – середнє значення періоду стійкості різця (можна приймати в межах 60...90 хв для різців із швидкорізальної сталі і 90...120 хв для різців із твёрдосплавною різальною пластинкою). Приймаємо  $T = 90 \text{ хв.}$

Знаходимо поправочний коефіцієнт для заданого матеріалу

$n_v = 1$  - показник степені, який враховує групу сталі по оброблюваності;

$K_r = 1$  - коефіцієнт, який враховує групу сталі по оброблюваності;

$$K_{Mv} = K_r \cdot \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \rightarrow \left( \frac{750}{430} \right) = 1.744 ;$$

$K_{Pv} = 0.9$  - коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки на швидкість різання;

$K_{Uv} = 0.35$  - коефіцієнт, який враховує вплив матеріалу інструменту на швидкість різання.

					<i>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталей</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отримаємо  $K_V = K_{M_V} \cdot K_{P_V} \cdot K_{U_V} \rightarrow 1.744 \cdot 0.9 \cdot 0.35 = 0.549$  .

$$\text{Тоді } v = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S_B^y} \cdot K_V \rightarrow \frac{350}{90^{0.2} \cdot 2^{0.15} \cdot 0.2^{0.45}} \cdot 0.549 = 145.38 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата

$$n_p = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D_{\text{заг}}} \rightarrow \frac{1 \times 10^3 \cdot 145.38}{\pi \cdot 6.5} = 7.119 \times 10^3 \text{ хв}^{-1} ,$$

де:  $D_{\text{заг}}$  – діаметр оброблюваної поверхні, мм.

Розрахункова кількість обертів корегується за паспортними даними верстата.

Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення

$$n_B = 25 \text{ хв}^{-1} .$$

За прийнятним значенням  $n_B$  визначаємо фактичну швидкість різання.

$$v_{\text{ф}} = \frac{\pi \cdot D_{\text{заг}} \cdot n_B}{1000} \rightarrow \frac{\pi \cdot 6.5 \cdot 250}{1 \times 10^3} = 5.105 \text{ хв}^{-1} .$$

Визначаємо розрахункову довжину різання поверхонь

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3,$$

де  $l_0 = 49$  мм - шлях різання;

$l_1 = 2$  мм - довжина підводу ріжучого інструменту до поверхні деталі яка обробляється;

$l_2, l_3$  - шлях врізання і перебігу;  $l_2 = 0$ ;  $l_3 = 0$ .

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3 \rightarrow 49 + 2 + 0 + 0 = 51 \text{ мм.}$$

Основний час переходу

$$t_{04} = \frac{L}{n_B \cdot S_B} \rightarrow \frac{51}{250 \cdot 0.2} = 1.02 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{\text{доп}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}},$$

де:  $t_{\text{вст}} = 0$  хв – деталь вже закріплена;

					<i>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталей</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$t_{\text{пер}} = 0.11 \text{ хв}$  – час, пов’язаний з переходом з установленням різця по лімбу з точність  $\leq 0,2 \text{ мм}$  та автоматичному переміщенні супорта і  $200 \text{ мм}$  висотою центрів;

$t_{\text{ЗМ}} = 0.06 + 0.05 = 0.11 \text{ хв}$  – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента;

$t_{\text{к}} = 0.13 \text{ хв}$  – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента

Отримаємо

$$t_{\text{доп4}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{ЗМ}} + t_{\text{к}} \rightarrow 0 + 0.11 + 0.11 + 0.13 = 0.35 \text{ хв.}$$

### Операція 005. Токарна.

#### Перехід 5: Обточити начорно D11 начорно в розмір 3

Глибина різання визначається за формулою:  $t = Z = 0.5 \text{ мм}$

За нормативними таблицями визначаємо подачу, яка знаходиться в інтервалі  $(0, 6 \dots 1, 2)$ . Погодивши з паспортними даними токарного верстата 16К20, приймаємо  $S_B = 0.4 \text{ мм/об}$ .

Швидкість різання визначається за формулою:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v,$$

де коефіцієнти  $C_v = 35$ ;  $m = 0.2$ ;  $x = 0.15$ ;  $y = 0.45$  вибираємо із таблиць.

$T$  – середнє значення періоду стійкості різця (можна приймати в межах  $60 \dots 90 \text{ хв}$  для різців із швидкорізальної сталі і  $90 \dots 120 \text{ хв}$  для різців із твердосплавною різальною пластинкою). Приймаємо  $T = 90 \text{ хв}$ .

Знаходимо поправочний коефіцієнт для заданого матеріалу

$$n_v = 1 - \text{показник степені, який враховує групу сталі по}$$

оброблюваності;

$$K_T = 1 - \text{коефіцієнт, який враховує групу сталі по оброблюваності;}$$

					<i>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталей</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{Mv} = K_r \cdot \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \rightarrow \left( \frac{750}{430} \right) = 1.744 ;$$

$K_{Pv} = 0.9$  - коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки на швидкість різання;

$K_{Uv} = 0.35$  - коефіцієнт, який враховує вплив матеріалу інструменту на швидкість різання.

Отримаємо  $K_v = K_{Mv} \cdot K_{Pv} \cdot K_{Uv} \rightarrow 1.744 \cdot 0.9 \cdot 0.35 = 0.549$  .

$$\text{Тоді } v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S_B^y} \cdot K_v \rightarrow \frac{350}{90^{0.2} \cdot 0.5^{0.15} \cdot 0.4^{0.45}} \cdot 0.549 = 131.024 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата

$$n_p = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D_{\text{заг}}} \rightarrow \frac{1 \times 10^3 \cdot 131.024}{\pi \cdot 11} = 3.791 \times 10^3 \text{ хв}^{-1} ,$$

де:  $D_{\text{заг}}$  – діаметр оброблюваної поверхні, мм.

Розрахункова кількість обертів корегується за паспортними даними верстата.

Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення

$$n_B = 160 \text{ хв}^{-1} .$$

За прийнятим значенням  $n_B$  визначаємо фактичну швидкість різання.

$$v_{\text{ф}} = \frac{\pi \cdot D_{\text{заг}} \cdot n_B}{1000} \rightarrow \frac{\pi \cdot 11 \cdot 1.6 \times 10^3}{1 \times 10^3} = 55.292 \text{ хв}^{-1} .$$

Визначаємо розрахункову довжину різання поверхонь

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3 ,$$

де  $l_0 = 3$  мм - шлях різання;

$l_1 = 2$  мм - довжина підводу ріжучого інструменту до поверхні деталі яка обробляється;

$l_2, l_3$  - шлях врізання і перебігу;  $l_2 = 0$ ;  $l_3 = 0$ .

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3 \rightarrow 3 + 2 + 0 + 0 = 5 \text{ мм.}$$

Основний час переходу

					<i>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталей</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_{05} = \frac{L}{n_B \cdot S_B} \rightarrow \frac{5}{1.6 \times 10^3 \cdot 0.4} = 7.813 \times 10^{-3} \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{\text{доп}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}},$$

де:  $t_{\text{вст}} = 0 \text{ хв}$  – деталь вже закріплена;

$t_{\text{пер}} = 0.11 \text{ хв}$  – час, пов'язаний з переходом з установленням різця по лімбу з точністю  $\leq 0,2 \text{ мм}$  та автоматичному переміщенні супорта і  $200 \text{ мм}$  висотою центрів;

$t_{\text{зм}} = 0.06 + 0.05 = 0.11 \text{ хв}$  – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента;

$t_{\text{к}} = 0.13 \text{ хв}$  – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента

Отримаємо

$$t_{\text{доп}5} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}} \rightarrow 0 + 0.11 + 0.11 + 0.13 = 0.35 \text{ хв.}$$

## Операція 005. Токарна.

### Перехід 6: Обточити начорно D10 у розмір 9

Глибина різання визначається за формулою:  $t = Z = 1 \text{ мм}$

За нормативними таблицями визначаємо подачу, яка знаходиться в інтервалі  $(0,6 \dots 1,2)$ . Погодивши з паспортними даними токарного верстата 16К20, приймаємо  $S_B = 0.8 \text{ мм/об.}$

Швидкість різання визначається за формулою:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v,$$

де коефіцієнти  $C_v = 35$ ;  $m = 0.2$ ;  $x = 0.15$ ;  $y = 0.45$  вибираємо із таблиць.

$T$  – середнє значення періоду стійкості різця (можна приймати в межах  $60 \dots 90 \text{ хв}$  для різців із швидкорізальної сталі і  $90 \dots 120 \text{ хв}$  для різців із твердосплавною різальною пластинкою). Приймаємо  $T = 90 \text{ хв.}$

					<i>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталей</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Знаходимо поправочний коефіцієнт для заданого матеріалу

$n_v = 1$  - показник степені, який враховує групу сталі по

оброблюваності;

$K_r = 1$  - коефіцієнт, який враховує групу сталі по оброблюваності;

$$K_{Mv} = K_r \cdot \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \rightarrow \left( \frac{750}{430} \right) = 1.744 ;$$

$K_{Pv} = 0.9$  - коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки на швидкість різання;

$K_{Uv} = 0.35$  - коефіцієнт, який враховує вплив матеріалу інструменту на швидкість різання.

Отримаємо  $K_v = K_{Mv} \cdot K_{Pv} \cdot K_{Uv} \rightarrow 1.744 \cdot 0.9 \cdot 0.35 = 0.549$  .

$$\text{Тоді } v = \frac{C_v}{T^m \cdot f^x \cdot S_B^y} \cdot K_v \rightarrow \frac{350}{90^{0.2} \cdot 1^{0.15} \cdot 0.8^{0.45}} \cdot 0.549 = 86.444 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата

$$n_p = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D_{\text{заг}}} \rightarrow \frac{1 \times 10^3 \cdot 86.444}{\pi \cdot 11} = 2.501 \times 10^3 \text{ хв}^{-1} ,$$

де:  $D_{\text{заг}}$  – діаметр оброблюваної поверхні, мм.

Розрахункова кількість обертів корегується за паспортними даними верстата.

Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення

$$n_B = 160 \text{ хв}^{-1} .$$

За прийнятим значенням  $n_B$  визначаємо фактичну швидкість різання.

$$v_{\phi} = \frac{\pi \cdot D_{\text{заг}} \cdot n_B}{1000} \rightarrow \frac{\pi \cdot 11 \cdot 1.6 \times 10^3}{1 \times 10^3} = 55.292 \text{ хв}^{-1} .$$

					<i>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталей</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо розрахункову довжину різання поверхонь

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3,$$

де  $l_0 = 9$  мм - шлях різання;

$l_1 = 2$  мм - довжина підводу ріжучого інструменту до поверхні деталі яка обробляється;

$l_2, l_3$  - шлях врізання і перебігу;  $l_2 = 0$ ;  $l_3 = 0$ .

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3 \rightarrow 9 + 2 + 0 + 0 = 11 \text{ мм.}$$

Основний час переходу

$$t_{06} = \frac{L}{n_B \cdot S_B} \rightarrow \frac{11}{1.6 \times 10^3 \cdot 0.8} = 8.594 \times 10^{-3} \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{\text{доп}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}}$$

де:  $t_{\text{вст}} = 0.4$  хв – час на встановлення, затискання та зняття деталі в центрах з хомутиком та вагою 8 кг;

$t_{\text{пер}} = 0.11$  хв – час, пов'язаний з переходом з установленням різця по лімбу з точність  $\leq 0, 2$  мм та автоматичному переміщенні супорта і 200 мм висотою центрів;

$t_{\text{зм}} = 0.06 + 0.05 = 0.11$  хв – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента;

$t_{\text{к}} = 0.13$  хв – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента

Отримаємо

$$t_{\text{допб}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}} \rightarrow 0.4 + 0.11 + 0.11 + 0.13 = 0.75 \text{ хв.}$$

**Операція 005. Токарна.**

**Перехід 7: Нарізати різьблення М8 в розмір 16**

Глибина різання визначається за формулою:  $t = Z = 0.8$  мм

					<i>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталей</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За нормативними таблицями визначаємо подачу, яка знаходиться в інтервалі (0, 6...1, 2) . Погодивши з паспортними даними токарного верстата 16К20, приймаємо  $S_B = 1$  мм/об.

Швидкість різання визначається за формулою:

$$v = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V,$$

де коефіцієнти  $C_V = 35C$ ;  $m = 0.2$ ;  $x = 0.15$ ;  $y = 0.45$  вибираємо із таблиць.

$T$  – середнє значення періоду стійкості різця (можна приймати в межах 60...90 хв для різців із швидкорізальної сталі і 90...120 хв для різців із твёрдосплавною різальною пластинкою) . Приймаємо  $T = 90$ хв.

Знаходимо поправочний коефіцієнт для заданого матеріалу

$n_V = 1$  - показник степені, який враховує групу сталі по оброблюваності;

$K_T = 1$  - коефіцієнт, який враховує групу сталі по оброблюваності;

$$K_{M_V} = K_T \cdot \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} \rightarrow \left( \frac{750}{430} \right) = 1.744 ;$$

$K_{P_V} = 0.9$  - коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки на швидкість різання;

$K_{U_V} = 0.35$  - коефіцієнт, який враховує вплив матеріалу інструменту на швидкість різання.

Отримаємо  $K_V = K_{M_V} \cdot K_{P_V} \cdot K_{U_V} \rightarrow 1.744 \cdot 0.9 \cdot 0.35 = 0.549$  .

$$\text{Тоді } v = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V \rightarrow \frac{350}{90^{0.2} \cdot 0.8^{0.15} \cdot 1^{0.45}} \cdot 0.549 = 80.846 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата

$$n_p = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D_{\text{заг}}} \rightarrow \frac{1 \times 10^3 \cdot 80.846}{\pi \cdot 6.4} = 4.021 \times 10^3 \text{ хв}^{-1} ,$$

де:  $D_{\text{заг}}$  – діаметр оброблюваної поверхні, мм.

					<i>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталей</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахункова кількість обертів корегується за паспортними даними верстата. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення  $n_B = 80$  хв<sup>-1</sup>.

За прийнятим значенням  $n_B$  визначаємо фактичну швидкість різання.

$$v_{\phi} = \frac{\pi \cdot D_{\text{заг}} \cdot n_B}{1000} \rightarrow \frac{\pi \cdot 6.4 \cdot 80}{1 \times 10^3} = 1.608 \text{ хв}^{-1}.$$

Визначаємо розрахункову довжину різання поверхонь

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3,$$

де  $l_0 = 16$  мм - шлях різання;

$l_1 = 2$  мм - довжина підводу ріжучого інструменту до поверхні деталі яка обробляється;

$l_2, l_3$  - шлях врізання і перебігу;  $l_2 = 0$ ;  $l_3 = 0$ .

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3 \rightarrow 16 + 2 + 0 + 0 = 18 \text{ мм.}$$

Основний час переходу

$$t_{07} = \frac{L}{n_B \cdot S_B} \rightarrow \frac{18}{80} = 0.225 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{\text{доп}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}},$$

де:  $t_{\text{вст}} = 0$  хв – деталь вже закріплена;

$t_{\text{пер}} = 0.11$  хв – час, пов'язаний з переходом з установленням різця по лімбу з точність  $\leq 0,2$  мм та автоматичному переміщенні супорта і 200 мм висотою центрів;

$t_{\text{зм}} = 0.06 + 0.05 = 0.11$  хв – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента;

$t_{\text{к}} = 0.13$  хв – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента

Отримаємо

$$t_{\text{доп}7} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}} \rightarrow 0 + 0.11 + 0.11 + 0.13 = 0.35 \text{ хв.}$$

					<i>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталей</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Операція 010. Токарна.

### Перехід 8: Нарізати різьблення M12 в розмір 6

Глибина різання визначається за формулою:  $t = Z = 0.2$  мм

За нормативними таблицями визначаємо подачу, яка знаходиться в інтервалі (0, 6...1, 2). Погодивши з паспортними даними токарного верстата 16К20, приймаємо  $S_B = 1.5$  мм/об.

Швидкість різання визначається за формулою:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v,$$

де коефіцієнти  $C_v = 350$ ;  $m = 0.2$ ;  $x = 0.15$ ;  $y = 0.45$  вибираємо із таблиць.

$T$  – середнє значення періоду стійкості різця (можна приймати в межах 60...90 хв для різців із швидкорізальної сталі і 90...120 хв для різців із твердосплавною різальною пластинкою). Приймаємо  $T = 90$ хв.

Знаходимо поправочний коефіцієнт для заданого матеріалу

$n_v = 1$  - показник степені, який враховує групу сталі по оброблюваності;

$K_r = 1$  - коефіцієнт, який враховує групу сталі по оброблюваності;

$$K_{Mv} = K_r \cdot \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \rightarrow \left( \frac{750}{430} \right) = 1.744 ;$$

$K_{Pv} = 0.9$  - коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки на швидкість різання;

$K_{Uv} = 0.35$  - коефіцієнт, який враховує вплив матеріалу інструменту на швидкість різання.

Отримаємо  $K_v = K_{Mv} \cdot K_{Pv} \cdot K_{Uv} \rightarrow 1.744 \cdot 0.9 \cdot 0.35 = 0.549$ .

$$\text{Тоді } v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v \rightarrow \frac{350}{90^{0.2} \cdot 0.8^{0.15} \cdot 1.5^{0.45}} \cdot 0.549 = 67.363 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата

					<i>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталей</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n_p = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D_{\text{заг}}} \rightarrow \frac{1 \times 10^3 \cdot 67.363}{\pi \cdot 10.4} = 2.062 \times 10^3 \text{ хв}^{-1},$$

де:  $D_{\text{заг}}$  – діаметр оброблюваної поверхні, мм.

Розрахункова кількість обертів корегується за паспортними даними верстата.

Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення  $n_B = 80 \text{ хв}^{-1}$ .

За прийнятим значенням  $n_B$  визначаємо фактичну швидкість різання.

$$v_{\text{ф}} = \frac{\pi \cdot D_{\text{заг}} \cdot n_B}{1000} \rightarrow \frac{\pi \cdot 10.4 \cdot 80}{1 \times 10^3} = 2.614 \text{ хв}^{-1}.$$

Визначаємо розрахункову довжину різання поверхонь

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3,$$

де  $l_0 = 6 \text{ мм}$  - шлях різання;

$l_1 = 2 \text{ мм}$  - довжина підводу ріжучого інструменту до поверхні деталі яка обробляється;

$l_2, l_3$  - шлях врізання і перебігу;  $l_2 = 0$ ;  $l_3 = 0$ .

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3 \rightarrow 6 + 2 + 0 + 0 = 8 \text{ мм}.$$

Основний час переходу

$$t_{08} = \frac{L}{n_B \cdot S_B} \rightarrow \frac{8}{80 \cdot 1.5} = 0.067 \text{ хв}.$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{\text{доп}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}},$$

де:  $t_{\text{вст}} = 0 \text{ хв}$  – деталь вже закріплена;

$t_{\text{пер}} = 0.11 \text{ хв}$  – час, пов'язаний з переходом з установленням різця по лімбу з точність  $\leq 0,2 \text{ мм}$  та автоматичному переміщенні супорта і  $200 \text{ мм}$  висотою центрів;

$t_{\text{зм}} = 0.06 + 0.05 = 0.11 \text{ хв}$  – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента;

					<i>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталей</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$t_k = 0.13xv$  – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента

Отримаємо

$$t_{\text{доп8}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_k \rightarrow 0 + 0.11 + 0.11 + 0.13 = 0.35 \text{ хв.}$$

## Операція 010. Токарна.

### Перехід 9: Відрізати заготовку від прутка

Глибина різання визначається за формулою:  $t = Z = 0.5 \text{ мм}$

За нормативними таблицями визначаємо подачу, яка знаходиться в інтервалі (0, 6...1, 2). Погодивши з паспортними даними токарного верстата 16К20, приймаємо  $S_B = 0.2 \text{ мм/об.}$

Швидкість різання визначається за формулою:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v,$$

де коефіцієнти  $C_v = 35$ ;  $m = 0.2$ ;  $x = 0.15$ ;  $y = 0.45$  вибираємо із таблиць.

$T$  – середнє значення періоду стійкості різця (можна приймати в межах 60...90 хв для різців із швидкорізальної сталі і 90...120 хв для різців із твёрдосплавною різальною пластинкою). Приймаємо  $T = 90 \text{ хв.}$

Знаходимо поправочний коефіцієнт для заданого матеріалу

$n_v = 1$  - показник степені, який враховує групу сталі по оброблюваності;

$K_r = 1$  - коефіцієнт, який враховує групу сталі по оброблюваності;

$$K_{Mv} = K_r \cdot \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \rightarrow \left( \frac{750}{430} \right) = 1.744 ;$$

$K_{Pv} = 0.9$  - коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки на швидкість різання;

$K_{Uv} = 0.35$  - коефіцієнт, який враховує вплив матеріалу інструменту на швидкість різання.

					<i>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталей</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отримаємо  $K_V = K_{M_V} \cdot K_{P_V} \cdot K_{U_V} \rightarrow 1.744 \cdot 0.9 \cdot 0.35 = 0.549$  .

$$\text{Тоді } v = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S_B^y} \cdot K_V \rightarrow \frac{350}{90^{0.2} \cdot 0.5^{0.15} \cdot 0.2^{0.45}} \cdot 0.549 = 178.984 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата

$$n_p = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D_{\text{заг}}} \rightarrow \frac{1 \times 10^3 \cdot 178.984}{\pi \cdot 12} = 4.748 \times 10^3 \text{ хв}^{-1} ,$$

де:  $D_{\text{заг}}$  – діаметр оброблюваної поверхні, мм.

Розрахункова кількість обертів корегується за паспортними даними верстата.

Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення

$$n_B = 50 \text{ хв}^{-1} .$$

За прийнятним значенням  $n_B$  визначаємо фактичну швидкість різання.

$$v_{\text{ф}} = \frac{\pi \cdot D_{\text{заг}} \cdot n_B}{1000} \rightarrow \frac{\pi \cdot 12 \cdot 500}{1 \times 10^3} = 18.85 \text{ хв}^{-1} .$$

Визначаємо розрахункову довжину різання поверхонь

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3 ,$$

де  $l_0 = 6$  мм - шлях різання;

$l_1 = 2$  мм - довжина підводу ріжучого інструменту до поверхні деталі яка обробляється;

$l_2, l_3$  - шлях врізання і перебігу;  $l_2 = 0$ ;  $l_3 = 0$ .

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3 \rightarrow 6 + 2 + 0 + 0 = 8 \text{ мм.}$$

Основний час переходу

$$t_{09} = \frac{L}{n_B \cdot S_B} \rightarrow \frac{8}{500 \cdot 0.2} = 0.08 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{\text{доп}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}},$$

де:  $t_{\text{вст}} = 0$  хв – деталь вже закріплена;

					<i>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталей</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$t_{\text{пер}} = 0.11 \text{ хв}$  – час, пов'язаний з переходом з установленням різця по лімбу з точність  $\leq 0,2 \text{ мм}$  та автоматичному переміщенні супорта і  $200 \text{ мм}$  висотою центрів;

$t_{\text{зМ}} = 0.06 + 0.05 = 0.11 \text{ хв}$  – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента;

$t_{\text{к}} = 0.13 \text{ хв}$  – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента

Отримаємо

$$t_{\text{доп9}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зМ}} + t_{\text{к}} \rightarrow 0 + 0.11 + 0.11 + 0.13 = 0.35 \text{ хв.}$$

### Визначення норм часу на виконання токарної операції 005

Визначаємо оперативний час по операцій

$$t_{0\Sigma} = t_{01} + t_{02} + t_{03} + t_{04} + t_{05} \rightarrow 6.25 \times 10^{-3} + 0.011 + 0.06 + 1.02 + 7.813 \times 10^{-3} = 1.106 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{доп}\Sigma} = t_{\text{доп1}} + t_{\text{доп2}} + t_{\text{доп3}} + t_{\text{доп4}} + t_{\text{доп5}} \rightarrow 0.75 + 0.35 + 0.35 + 0.35 + 0.35 = 2.15 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{оп}} = t_{0\Sigma} + t_{\text{доп}\Sigma} \rightarrow 1.106 + 2.15 = 3.256 \text{ хв.}$$

Час на технічне і організаційне обслуговування робочого місця

час на технічне обслуговування

$$t_{\text{тех}} = t_{\text{оп}} \cdot \left( \frac{\alpha}{100} \right) \rightarrow 3.256 \cdot \frac{2.5}{100} = 0.081 \text{ хв.}$$

час на організаційне обслуговування

$$t_{\text{орг}} = t_{\text{оп}} \cdot \left( \frac{\beta}{100} \right) \rightarrow 3.256 \cdot \frac{1.4}{100} = 0.046 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{обсл}} = t_{\text{тех}} + t_{\text{орг}} \rightarrow 0.081 + 0.046 = 0.127 \text{ хв.}$$

Визначаємо час на відпочинок та природні потреби робітника

$$t_{\text{відп}} = t_{\text{оп}} \cdot \left( \frac{\alpha_{\text{оп}}}{100} \right) \rightarrow 3.256 \cdot \frac{1.6}{100} = 0.052 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучний час

$$t_{\text{шт}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{обсл}} + t_{\text{відп}} \rightarrow 3.256 + 0.127 + 0.052 = 3.435 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучно – калькуляційний час

					<i>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталей</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$t_{ПЗ} = 9ХВ$  - підготовчо – заключний час згідно довідкових даних;

$n = 5ШТ$  - партія випуску деталей

$$t_{ШТ.К} = t_{ШТ} + \frac{t_{ПЗ}}{n} \rightarrow 3.435 + \frac{9}{5} = 5.235 \text{ хв.}$$

Норма виробітку за 1 годину становить:

$$N = \frac{60}{t_{ШТ.К}} \rightarrow \frac{60}{5.235} = 11.462 \text{ дет/год.}$$

### Операція 010. Свердлильна.

#### Перехід 1: Свердлити отвір D2 начорно в розмір 11

Свердло - спіральне, зі швидкорізальної сталі Р6М5;  $D = 2 \text{ мм. } l = 11 \text{ мм.}$

Визначаємо глибину різання при свердлінні

$$t = \frac{D}{2} = 1 \text{ мм;}$$

Подача при свердлінні  $s = 0.15 \text{ мм/об}$  [1]табл. 25, стр. 277;

Коректуємо подачу за паспортом верстата;

Як розрахункового значення, приймаємо  $s = 0.14 \text{ мм/об.}$

Визначаємо розрахункову швидкість різання при свердлінні

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_V;$$

де  $K_V = K_{LV} \cdot K_{UV} \cdot K_{mv}$  - поправочний коефіцієнт.

$K_{LV} = 1$  - коефіцієнт, що враховує глибину отвору в залежності від діаметра свердла по [1]табл. 31, стр 280;

$K_{UV} = 1$  - коефіцієнт, що враховує матеріал свердла, по [1]табл. 6, с. 263;

$$K_{mv} = K_{\Gamma} \cdot \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} \rightarrow \left( \frac{750}{430} \right)^{-0.9} = 0.606 \text{ - поправочний коефіцієнт, враховує вплив}$$

оброблюваного матеріалу коефіцієнти по [1]табл. 2, с. 262;

$$K_V = K_{LV} \cdot K_{UV} \cdot K_{mv} \rightarrow 1 \cdot 0.606 = 0.606 ;$$

По [1]табл. 30, стр. 279 період стійкості свердла  $T = 25 \text{ хв.}$

По [1]табл.

28, стр. 278 знаходимо для  $s < 0.2$ :

					<i>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталей</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$C_V = 7; q = 0.4; y = 0.7; m = 0.2$ , тоді

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_V \rightarrow \frac{7 \cdot 2^{0.4}}{25^{0.2} \cdot 0.14^{0.7}} \cdot 0.606 = 11.647 \text{ м /хв.}$$

Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \rightarrow \frac{1 \times 10^3 \cdot 11.647}{\pi \cdot 2} = 1.854 \times 10^3 \text{ об /хв.}$$

Коректуємо обороти за паспортними даними верстата.

Приймаються найближчим менше значення  $n = 500 \text{ об /хв.}$

$$T_{03} = \frac{L}{n \cdot s};$$

$L = l + l_1 + l_2$  - розрахункова довжина оброблюваної поверхні,

де

$l = 11 \text{ мм}$  - дійсна довжина оброблюваної поверхні;

$$l_1 = \frac{D}{2 \tan(60^\circ)} + 1.5 \rightarrow \frac{2}{2 \cdot \tan(60^\circ)} + 1.5 = 2.077 \text{ мм} - \text{величина врізання};$$

$l_2 = 2 \text{ мм}$  - вихід інструменту;

$$t_{03} = \frac{l + l_1 + l_2}{n \cdot s} \rightarrow \frac{11 + 2.077 + 2}{500 \cdot 0.14} = 0.215 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{\text{доп}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}},$$

де  $t_{\text{вст}} = 0 \text{ хв}$  - час на встановлення, затискання і знаття деталі в патроні з ручним кріпленням;

$t_{\text{пер}} = 0.13 \text{ хв}$  - час, пов'язаний з переходом з установленням різця по лімбу з точністю  $< 0,2 \text{ мм}$  та автоматичному переміщені супорта;

$t_{\text{зм}} = 0.06 + 0.05 = 0.11 \text{ хв}$  - час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата, та на зміну різального інструмента;

$t_{\text{к}} = 0.15 \text{ хв}$  - час на контрольні вимірювання оброблюваної поверхні.

$$t_{\text{доп}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}} \rightarrow 0 + 0.13 + 0.11 + 0.15 = 0.39 \text{ хв.}$$

					<i>Розрахунки технологічного маршруту виготовлення деталей</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 8. Вимоги щодо монтажу, експлуатації, ремонту

### 8.1. Пуск подаючого пресу в роботу.

Перед пуском преса в експлуатацію перевіряємо всі функції і важливі робочі місця, наприклад, вхід в черв'ячну камеру, поршні масових циліндрів і т.п.

Перепускний клапан 26 встановлюємо в крайнє положення на максимальну величину тиску.

Поворотним перемикачем натискаємо кнопку " Насос - 1 " і стежимо за рухом поршня Р2 по поршневому стрижню через отвір в частині з'єднання. Якщо ж не відбувається рух поршневого стрижня вперед, це значить, що мастило проходить через цілий перетин перепускного клапана назад в бак, і на поршні масляного циліндра не створюється необхідний тиск.

Перепускний клапан встановлюємо на таку величину, коли починається поступовий рух поршневого стрижня вперед і проводимо знеповітрення масляного циліндра гвинтом . Після досягнення переднього крайнього положення поршень Р2 зупиняється. Натисненням кнопки відбудеться повільний рух поршня Р1 вперед до переднього крайнього положення, і одночасно проводимо знеповітрення гвинтом .

Далі проводимо знеповітрення гідравлічного трубопроводу, пов'язаного з простором перед поршнем Р1,Р2 і розподілювачем. Поступово відкриваємо вручну клапан, який дає можливість поступово наповнюватися мастилом трубопроводу, до витікання з отворів знеповітрення, потім швидко затягуємо гвинт. Поворотний перемикач включаємо в положення "Работа".

Перепускний клапан встановлюємо за допомогою манометра на величину 7,5-8 МПа і проводимо налагодження пневматичного вмикача до його включення. Розподільник переставлений в положення 11.

					<i>140603.ДП.57.008.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Дашевський К.Д.</i>			<b>Вимоги щодо монтажу, експлуатації, ремонту</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бабанова О.І.</i>					1	11
<i>Реценз.</i>						<i>НУХТ ЗОХ-5-1</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Гавва О.М.</i>						

При перестановці розподільника 16 в робоче положення II рухається поршень P2 в заднє робоче положення і одночасно вмикається тимчасове реле для автоматичного доповнення мастила.

Включенням кінцевого вмикача розподільник переходить в положення 1 ( без напруги ) і одночасно розподілювач в положення 1. Такою перестановкою розподільників поршень P2 пересувається вперед, а поршень P1 назад. При русі P2 вперед відкриваємо ручний клапан так, щоб був невеликий витік мастила з простору перед обома поршнями. Поршень P2 поступово упреться в передню кромку масляного циліндра, а поршень P1 не дійде до кінцевого вмикача, закриваємо ручний клапан . В просторі за поршнем P2 тиск підвищується.

Проведемо налагодження пневматичного вмикача таким же способом, як і пневматичного вмикача , поки не відбудеться його вмикання. При відладженому пневматичному перемикачі гідророзподілювач переходить в робоче положення II. Етим самим поршень P1 починає рухатися назад, поки не дійде до кінцевого вмикача . Включенням останнього відбувається перестановка гідророзподілювач в положення II і розподільник повертається в положення 1. Такою перестановкою розподільників поршень P1 починає рухатися вперед, а поршень P2 назад.

Перепускний клапан встановлюємо за допомогою манометра відкриттям клапана на величину на 10% більшу, ніж встановлені пневматичні вмикачі. У такий спосіб поршні P1, P2 переводяться в автоматичний режим роботи.

Автоматичне вирівнювання ходів (укорочення під впливом просочування масляних циліндрів) забезпечується розподілювачем за допомогою пневматичних вмикачів. Якщо ж відбудеться вихід з ладу автоматичного вирівнювання ходів через несправність управляючих елементів ланцюга, то можна доповнити необхідний резерв мастила ( перед поршнями ) за допомогою відкриття ручного клапана так, щоб даний поршень перейшов заднє робоче положення (сигналізуєме контрольними лампочками " Заднее положение ") на 60 мм і потім клапан закриємо.

					<i>Вимоги щодо монтажу, експлуатації, ремонту</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При такому ручному управлінні необхідна взаємодія хоча б двох обслуговуючих працівників!

Збільшений хід робочих поршнів можна зменшити за допомогою відкриття ручного клапана на необхідну величину.

## **8.2.Включення формуючої машини.**

Підготовка машини до включення.

Перед включенням формуючої машини слід включити подаючий прес і наповнити масою, приблизно 50% об'єму акумулятор маси. Потім слід випустити повітря з гідравлічного агрегату. Дросель встановити на значення 5л/хв з метою більш поступового наповнення гідравлічного контура. Перед вмиканням гідравлічного агрегату необхідно проконтролювати вентиль підведення (відкритий), вентиль стоку - закритий. Випуск повітря проводити після вмикання агрегату повільним відкриттям випускного вентиля. Випуск повітря вважається закінченим, коли почне поступати мастило з гілки під тиском в збірник, розміщений в нижній частині масляного циліндра. Потім закрити вентиль на спусковій гілці і відрегулювати дросель на потоку масла 9л/хв. Перед вмиканням формуючої машини відкрити охолодження.

### **8.2.1 Опис роботи формуючої машини в автоматичному режимі.**

Підготовка машини до роботи в автоматичному режимі.

При підготовці машини до роботи в автоматичному режимі необхідно виконати механічне налагодження всіх кінцевих вимикачів так, щоб один з поршнів, який переміщається "назад" досягав свого заднього крайнього положення завжди дещо раніше, ніж поршень, який переміщається "вперед", до свого переднього крайнього положення і починав також свій рух вперед.

Кінцеві вимикачі налагоджуються кожний індивідуально, шляхом переміщення їх уздовж напрямної до упора (при крайніх положеннях циліндрів), добиваючись натиснення штовхачів циліндрів на них з таким зусиллям, яке забезпечує спрацьовування контактної групи кінцевого вимикача. Дане положення кінцевого вимикача фіксується механічно.

					<b>Вимоги щодо монтажу, експлуатації, ремонт</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Робота формуючої машини в автоматичному режимі.

Опис автоматичного режиму роботи машини починаємо з положення, коли поршень Р1 знаходиться в задньому крайньому положенні на кінцевому контакті К 233.1, а поршень Р2 в передньому крайньому положенні на кінцевому контакті К 232.1 . Робочий циліндр поршня Р1 наповнений масою. Ці взаємні розташування обох поршнів досягаються за допомогою ручного або автоматичного управління. Подається живлення на схему автоматично, шляхом установки перемикача А2 в положення " автомат". Через Н.З. (нормально замкнуті) контакти управляючих реле В 232 і В 231 подається живлення на електромагнітні муфти приводу поршнів Z 2308.1 і Z 2309.2.3 включенням цих муфт відбувається одночасний рух обох поршнів Р1 і Р2 "вперед".

Під дією стислої маси в гільці тиску поршня Р1 включиться манометр електроконтакта Q235.1, подаючи живлення на управляюче реле В 231 поршня Р2, яке спрацьовуючи відключає електромагнітну муфту поршня Р2 " вперед" і включає "назад". В цій фазі автоматичного циклу поршень Р1 рухається вперед, поршень Р2 назад, а робочий циліндр поршня Р2 наповнюється масою. Поршень Р2 при русі "назад" упирається в кінцевий вимикач К 234.1. При спрацьовуванні цього кінцевого вимикача поршень Р2 зупиняється в своєму крайньому задньому положенні, в якому залишається так довго, поки поршень Р1 при русі "вперед" включить кінцевий вимикач К 231.1, який у свою чергу включить електромагнітну муфту для руху поршня Р2"вперед". Обидва поршні Р1 і Р2 рухаються "вперед".

Підвищенням тиску в гільці видавлювання поршня Р2 включається манометр електроконтакта Q 236.1 і своїм контактом включає електромагнітну муфту для руху поршня Р1 "назад". Поршень Р1 рухається "назад", а поршень Р2 - "вперед" при одночасному наповненні робочого циліндра поршня Р1 масою. Поршень Р1 при русі "назад" зупиняється на кінцевому вимикачі К 233.1 і чекає, поки не включиться кінцевий: вимикач К

					<i>Вимоги щодо монтажу, експлуатації, ремонт</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

233.1, що дає команду на рух поршня "вперед". Включенням цього кінцевого вимикача весь автоматичний цикл повторюється.

При роботі формуючої машини в холостому режимі (при обкатці) функція контактних манометрів Q 235.1 і Q 236.1 замінена кінцевими вимикачами К 235 і К 236.Ці кінцеві вимикачі при робочому режимі з масою не працюють.

При неспрацьовуванні робочих кінцевиків, поршні не міняючи напрями руху, наїжджають на аварійні кінцеві вимикачи, які відключають головний двигун і живлення муфти поршнів.

### **8.2.2. Пуск формуючої машини і формуючої головки.**

Перед пуском формуючої машини необхідно виконати всі вимоги по охороні праці. При пуску формуючої машини необхідно виконати наступні операції:

- включити в роботу всі кінцеві вимикачі ;
- перевірити положення пакетного перемикача на щиті управління.
- пакетник повинен знаходитися в положенні " Викл." ;
- відкрити вентиль подачі мастила до формуючої машини, вентиль перепускаючий мастило в резервуар масляної станції в цей час повинен бути закритий. Вентиль відкривати поступово щоб уникнути гідравлічного удару. При запуску всіх машин вентиля на машинах відкривати по черзі, щоб дати час накачати потрібну кількість масла в кожний акумулятор формуючої машини і не відбулося попадання повітря в систему ;
- пуск машини проводити після заповнення акумулятора масою;
- включити два рубильники на головному щиті управління (підведення перемінного і постійного струму до машини ) ;
- на передньому щиті управління формуючої машини натискувати кнопки "Пуск", на бічному щиті управління відрегулювати на ручному режимі роботи хід поршнів робочих циліндрів ( при мінімальних оборотах головного електродвигуна ) . Припустимо, що обидва поршні знаходяться в крайньому задньому положенні. Для того, щоб запустити машину необхідно

					<b>Вимоги щодо монтажу, експлуатації, ремонту</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

закрити один з клапанів, а інший відкрити. Натисненням кнопки ручного управління ходом поршня на бічному пульті управління 1-й поршень пустити вперед. Коли він майже дійде до кінцевого вимикача, перемкнути пакетник в положення "Автоматичний режим ". Дати можливість кожному поршню зробити по повному ходу в автоматичному режимі роботи.

Під час цього перевірить :

- роботу контактних манометрів :
- хід поршнів ( вони не повинні наїжджати на гідрогальма );
- установку аварійних вимикачів крайнього заднього положення і крайнього переднього положення .

При повній готовності формуючої машини приступити до пуску формуючої головки:

- включити подачу промивальної і охолоджуючої води на головку;
- перевірити затягування конусів, сальників, правильність установки фільтри ;
- включити подачу маси на головку ;
- перед включенням формуючої головки довести оберти головного електродвигуна до мінімуму і потім за допомогою кнопки на щиті управління шляхом натиснення включити формуючу головку ;
- включити подачу повітря в оболонку в ручному режимі ;
- відрегулювати однобічність оболонки і затягування конусів ;
- при мінімальному числі обертів головного електродвигуна включити привід сушильної лінії і подати кінець оболонки апаратнику сушильних ліній в канал.

### **8.3.Монтаж формуючої головки.**

При зміні діаметра оболонки, що виробляється, або виходу з ладу формуючої головки її демонтують, а на її місце встановлюють іншу.

Для цього необхідно :

					<i>Вимоги щодо монтажу, експлуатації, ремонту</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- демонтувати стару головку ;
- встановити і прикріпити формуючу головку до столу, який розташований на формуючій машині ;
- одягнути приводний ланцюг на зірочки формуючої головки і привода від індукційної муфти ;
- приєднати шланги для підведення і відведення охолоджуючої води ;
- приєднати трубопроводи подачі колагенової маси ;
- приєднати підведення стислого повітря .

### 8.3.1. Запуск формуючої головки.

Для цього необхідно :

- відкрити підведення охолоджуючої води в холодильний барабан, при наповненні барабана до рівня переливної трубки виконати настройку протоки охолоджуючої води ;
- перевірити надійність ущільнення валів,
- відкрити підведення промивальної води,
- включити подачу колагенової маси в головку,
- відкрити підведення повітря в оболонку,
- перевірити рівномірну подачу маси через сопла ( 8 стрічок однакової ширини з товщою стінкою оболонки по всьому колу оболонки) ;
- включити формуючу головку на мінімальні оберти ( 500 -600 об/хв.) ;
- перевірити зацентрування роторного валу, при необхідності виповнити регулювання за допомогою трьох регулювальних гвинтів на корпусі головки ;
- перевірити кількість колагенових волокон, що відносяться, промивною водою, при необхідності виконати регулювання "більшого конуса " .

### 8.3.2. Обкатка і експлуатація формуючої головки.

					<i>Вимоги щодо монтажу, експлуатації, ремонт</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Термін служби формуючої головки в значній мірі залежить від якості обкатки (притирання). Час обкатки головки залежить від якості виготовлення її і від діаметра оболонки. Із збільшенням діаметра оболонки збільшується час обкатки головки. Залежно від цих чинників і якості обкатки вона може походити від 3 до 12 годин.

При обкатці фрикційних конусів, обертаючоїся втулки і ущільнень, відбувається взаємне притирання поверхонь формуючої головки, що труться. При обкатці головок необхідно з підвищеною увагою спостерігати за її роботою. Необхідно постійно підтримувати прямий вихід оболонки з головки і негайно виправляти відхилення від прямолінійності.

Це робиться щоб уникнути косої прироблення великого конуса в гайці, результатом якого є більш складне виправлення плівки, що виходить, і її гірша якість. Далі в процесі обкатки необхідно дотягувати обидва конуси так, щоб дуже велика кількість маси не потрапляла у відходи, проте в той же час допускаються деякі відходи маси, щоб відбулося добре змащення поверхонь тертя. Це значить, що конуси потрібно підтягати частіше, з невеликим зусиллям, щоб не зупинити надходження маси. В іншому випадку існує небезпека перегріву оболонки і утворення задирак на конусі.

Далі слід надавати увагу експлуатації ущільнень, які як і конуси вимагають підвищеної уваги.

Ущільнення необхідно зтягувати частіше щоб уникнути проникнення струменів води. Проникнення води у вигляді крапель не є небезпечним і може не усуватися. Після 2-3 годин роботи збільшується швидкість обертання головки на 100 об/хв. При закінченні обкатки плавно

збільшується продуктивність формуючої машини до необхідної величини.

В процесі експлуатації необхідно періодично перевіряти якість ущільнень, конусів, проходимость обох вихідних отворів в корпусі головки, по яких просочується вода з ущільнень. В результаті забивання цих отворів може вимитися мастило підшипників, що призведе до виходу з ладу.

					<i>Вимоги щодо монтажу, експлуатації, ремонту</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При підтяжці конусів в процесі експлуатації необхідно знижувати число обертів формуючої машини до 900-1000 об/хв.

#### 8.4. Структура ремонтних циклів і тривалість міжремонтних періодів.

Розрахунок ремонтного циклу.

Таблиця 8.1

Назва групи обладнання	Структура ремонтного циклу	Період між відповідними видами ремонту, міс.			
		К	С	Т	О
1	2	3	4	5	6
Машина для формування білкової ковбасної оболонки	К-00-000-П-00000-С-00000-П-00000-К	24	12	6	1

Норми ремонту і огляди.

Таблиця 8.2.

Робота	Огляд	Види робіт, люд/год.		
		Т	С	К
1	2	3	4	5
Слюсарна	0,6	3	12	23
Верстатна	-	0,9	3,6	23
Інші	-	0,5	1,8	3,5
Загальний підсумок	0,6	4,4	17,4	35

					<b>Вимоги щодо монтажу, експлуатації, ремонту</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{Трц.} = R(35 + 17,4\sum_C + 4,4\sum_T + 0,6\sum_O) = 10,8(35 + 17,4*1 + 4,4*2 + 0,6*20) = 790,56 \text{ люд/год.}$$

Категорія складності ремонту  
Розрахунок кількості ремонтних робіт.

Таблиця 8.3.

№ п/п	Найменування обладнання	Категорія складності	Норми часу			
			К	С	П	О
1	2	3	4	5	6	7
1	Машина для формування білкової ковбасної оболонки	10,8	98,7	19,2	4,2	

Норми експлуатаційного обслуговування

Таблиця 8.4.

Обладнання	Норма експлуатації обладнання на 1 роб. в зм.
1	2
Поточні технологічні лінії, агрегати, обладнання $R > 10$	300
Обладнання з $R \leq 10$	500

Кількість чергових слюсарів для міжремонтного обслуговування обладнання.

					<b>Вимоги щодо монтажу, експлуатації, ремонту</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Ч_{.мо} = \sum R/O = 10,8/300 = 0,036 \text{ (люд)}$$

$Ч_{.мо}$  – число робітників необхідних для обслуговування обладнання в зміні.

$\sum R$  – сума ремонтних одиниць

$O$  – норма міжремонтного обслуговування при рем. од. на 1роб/зміну.

Розрахунок чисельності ремонтних бригад.

$$Ч_{р.б.} = T/H_{вр}$$

$T(T_k, T_c, T_t, T_o)$  – трудоємність при відповідно  $K, C, П, O$  (люд/год).

$H_{вр}$  – норма часу на ремонт (люд/год).

$$Ч_{р.б.}(K) = 35/19,2 = 1,83 \text{ (люд)}$$

$$Ч_{р.б.}(C) = 17,4/95,7 = 0,18 \text{ (люд)}$$

$$Ч_{р.б.}(T) = 4,4/24,2 = 0,18 \text{ (люд)}$$

Простій обладнання в ремонті

$$A = T_p * R * K_n / B * T_c * C \text{ (змін)}$$

Де  $T_p$  – норма трудоємності на ремонт однієї установки од. рем. складності (люд/год),

$R$  – категорія складності даного агрегату,

$B$  – чисельність робітників, що приходять в одну зміну,

$T_c$  – тривалість зміни в годинах,

$C$  – змінність роботи на ремонті одного агрегату,

$K_n$  – коефіцієнт виконання норми часу,

$$A_k = 35 * 4 * 0,95 / 2 * 8 * 2 = 4,15 \text{ (змін)}$$

$$A_c = 17,4 * 4 * 0,95 / 2 * 8 * 2 = 2,07 \text{ (змін)}$$

$$A_t = 4,4 * 4 * 0,95 / 2 * 8 * 2 = 0,523 \text{ (змін)}$$

$$A_o = 0,6 * 4 * 0,95 / 2 * 8 * 2 = 0,07125 \text{ (змін)}$$

					<i>Вимоги щодо монтажу, експлуатації, ремонту</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 9. Опис блоку управління

Автоматизація технологічних процесів виробництва білкової ковбасної оболонки ( б.к.о. ) здійснюється шляхом впровадження системи контролю , регулювання і управління на базі комплексу технічних засобів загальнопромислового значення .

Широкому впровадженню автоматизації сприяє ряд факторів. В їх числі безперервність , комплексна механізація технологічних процесів, великі об'єми виробництва .

В промисловості широко використовуються локальні системи, призначені для управління окремими агрегатами і машинами.

Одержують розповсюдження і автоматичні локальні системи управління.

В результаті автоматизації підвищується продуктивність праці, знижуються втрати сировини , виконуються правила безпеки .

При виборі системи засобів автоматизації виходили з структурних і алгоритмічних особливостей , умов роботи і вимог до якості роботи проектованої системи .

Зокрема враховані такі вихідні дані, як локальність системи , необхідна серійність і однорідність апаратури , а також невелика інерційність об'єкта, велика частота збурень , вологість та вибухонебезпечність , необхідна дистанційність передачі сигналів та високі вимоги до якості роботи .

Внаслідок засобів з урахуванням її великої дистанційності, малої інерційності, можливості автоматизації різних параметрів , а також зручності зв'язку з управляючими обчислювальними пристроями .

Автоматизація технологічних процесів здійснюється шляхом впровадження системи контролю, регулювання і управління на базі комплексу технічних

					<i>140603.ДП.57.009.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Дашевський К.Д.</i>			Опис блоку управління	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бабанова О.І.</i>					1	4
<i>Реценз.</i>						<i>НУХТ ЗОХ-5-1</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Гавва О.М.</i>						

засобів загально промислового значення .

Функціональна схема системи управління виготовлення б.к.о., а саме ділянки формування працює таким чином : колагенова маса подається в корзинах на подаючий прес, де за допомогою шнека і гідравлічних поршнів маса подається до формуючої машини, яка за допомогою гідравлічних поршнів подає масу у свій завершуючий вузол – формуючу головку, яка вже і формує оболонку у вигляді порожнистого рукава.

Засоби автоматизації подаючого пресу.

Запірні клапани 1,2 – при холостому ході поршня наповнюють масовий циліндр.

Кінцеві вимикачі 1,2,3,4 – дають сигнал на гідро розподільувач при НЕД 1 КА 20/100л - пневматичні вмикачі – для автоматичного вирівнювання ходів робочих циліндрів

ІНД 10 – зворотній клапан

03332 0-16 МПА – манометр

УР 2-10-1/10 – перепускний клапан

Манометр 0-16 МПА

Манометр 0-40 МПА

					Опис блоку управління	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

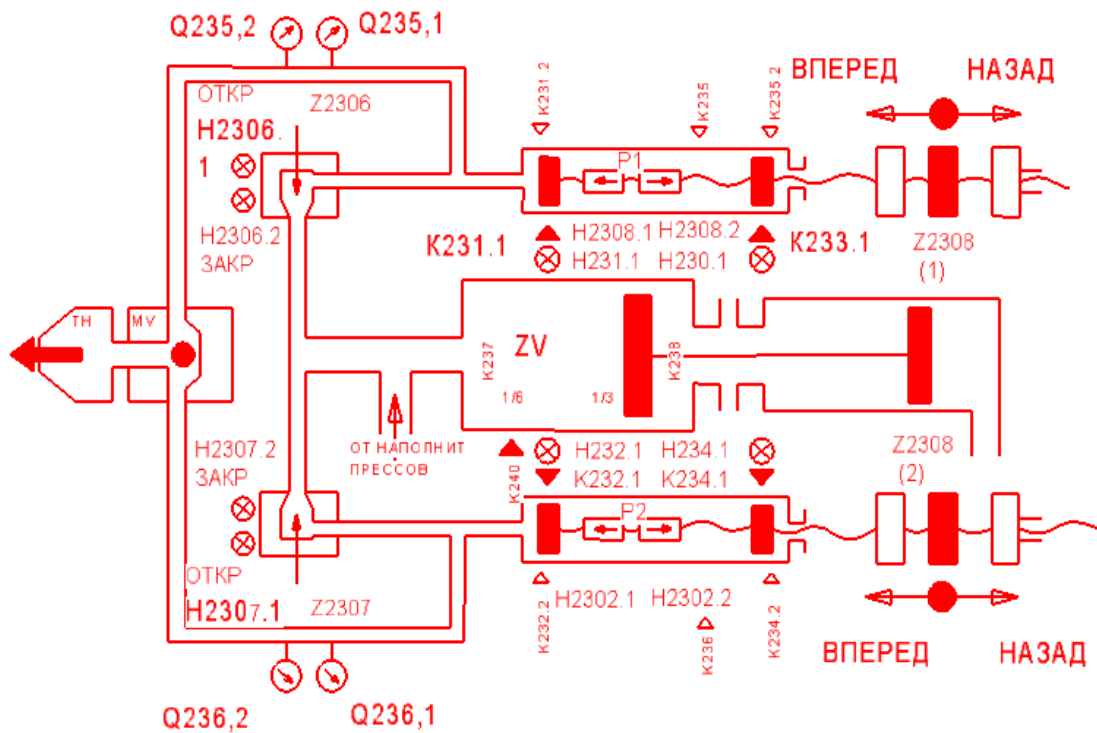


Рис.9.1. Засоби автоматизації формуючої машини

К 231.2, К 232.2, К 233.2 ,К 234.2 – запобіжні ( аварійні ) кінцеві вимикачі крайніх положень робочих циліндрів.

К 231.1, К 232.1, К 233.1, К 234.1 - кінцеві вимикачі крайніх положень робочих циліндрів ( діють на реле В 231, В 232А, магнітну муфту Z 2308, Z 2309.

К 235, К 236 - кінцеві вимикачі паралельно манометрам Q235.1, Q 236.1 ( працюють тільки при обкатці машини ).

К 237 – вмикає формуючу машину, на випадок, коли акумулятор маси знаходиться без маси.

К 238 – вмикає подаючий прес при наповненні акумулятора маси.

К 239 – сигналізує про наявність маси в акумуляторі 1/3 його об'єму.

К 240 - сигналізує про наявність маси в акумуляторі 1/6 його

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Опис блоку управління					

об'єму.

Q235.1, Q 236.1, Q235.2, Q 236.2 – контактні манометри.

H 2308.1, H 2308.2 – сигнальні лампи на розподільчому щиті.

H 2306.1, H 2306.2, H 2307.1, H 2307.2, H 2302.1, H 2302.2, H 231.1,

H 230.1, H 232.1, H 234.1 – сигнальні лампи.

Z 2306, Z 2307 – електричний розподільчий щит.

Z 2308, Z 2309 – електромагнітні муфти.

ТН – формуюча машина.

MV – клапан механічний.

P1,P2 – робочі циліндри.

ZV – масовий циліндр.

Засоби автоматизації гідравлічної станції.

VT 1, VT 2 – напірні клапани – перепускають надлишок масла в резервну ємність і тримають постійний тиск 4.5 МПа.

КН 1 – датчик рівня – сигналізує про зниження висоти рівня масла в баці нижче допустимого рівня.

ST 1 – пневматичний вимикач – сигналізує про перевищення мінімального і максимального тисків.

MT 1 – термометр

VU 1 – запірний клапан

G 1 – випускний клапан

PM 1 – перемикач манометра

M 1 – манометр

					Опис блоку управління	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 10. ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ ПРАЦІ

### Закон України «Про охорону праці»

21 листопада 2002 року в Україні був прийнятий Закон «Про охорону праці». Цей закон, а також «Кодекс законів про працю в Україні» є основною законодавчою базою охорони праці, їх доповнюють державні міжгалузеві та галузеві нормативи акти про охорону праці – це стандарти, правила, норми, положення статуту, інструкції та інші документи, яким надано чинність правових норм, обов'язкових для виконання усіма установами і працівниками України.

### Аналіз виробничого травматизму

Метою дослідження виробничого травматизму є розроблення заходів до запобігання нещасних випадків на підприємстві. Для цього необхідно систематично аналізувати і узагальнювати їх причини. Для вивчення виробничого травматизму використовують різні методи. Найпоширеніші і взаємодоповнюючі – статистичний, монографічний, економічний та інші.

### Інструктажі

Положення про навчання, інструктажі та перевірку знань працівників з питань про охорону праці розроблено відповідно до закону «Про охорону праці та постанови Кабінету Міністрів України від 27 січня 1998 року №64», про заходи щодо виконання Закону України «Про охорону праці», за яким працівники допускаються до самостійної роботи після вступного інструктажу, навчання, перевірки теоретичних знань, первинного інструктажу.

					<i>140603.ДП.57.010.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Дашевський К.Д.</i>			<b>ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ ПРАЦІ</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>							1	10
<i>Реценз.</i>						<i>НУХТ ЗОХ-5-1</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Бабанова О.І.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Гавва О.М.</i>						

Інструктажі за часом і характером проведення бувають вступними, первинними, повторними, позаплановими, цільовими. Вступний інструктаж обов'язковий для всіх кого приймають на роботу, незалежно від їх освіти, стану роботи чи посади, з метою ознайомлення правил поведінки на території підприємства із специфічними особливостями підприємства. Первинний інструктаж проводиться на робочому місці начальником цеху або майстром. Повторний проводиться з усіма працівниками: на роботах із підвищеною небезпекою – один раз на квартал; на інших роботах – один раз на півріччя. Проводиться позаплановий інструктаж при зміні правил ОП, технологічного процесу, заміни або модернізації обладнання, також обов'язків при порушенні робітниками вимог безпеки праці, які можуть привести або вже привели до травм, аварій, тощо.

### **Фінансування робіт з охорони праці**

Згідно, Закону про охорону праці (стаття 19. Фінансування охорони праці) фінансування охорони праці здійснюється роботодавцем.

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

Фінансування заходів по охороні праці здійснюється підприємством за рахунок ФОП (оплати праці) і штрафів. Використовуються ці кошти в трьох напрямках: впровадження заходів щодо поліпшення умов праці, компенсації в зв'язку з шкідливими умовами праці і відшкодування наслідків шкідливої дії умов праці на робітника.

### **Санітарні умови на дільниці**

У виробництві основними шкідливими факторами є підвищена температура повітря і пил. Можливе підвищення концентрації пилу відбувається за рахунок погано організованої вентиляції та аспіраційної системи.

					<b>ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ ПРАЦІ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Методом боротьби з підвищенням температури повітря є правильна організація вентиляційної системи.

### **Метеорологічні умови**

Метеорологічні умови виробничих приміщень визначаються такими параметрами: температурою повітря в приміщенні, °С; відносною вологістю повітря, %; швидкістю повітря, м/с; тепловим випромінюванням, Вт/м. метеорологічні умови відповідають санітарно-гігієнічним нормам праці і наведені в таблиці 10.1.

*Таблиця 10.1*

Метеорологічні норми в робочій зоні виробничих приміщень

Температура, °С		Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с		Температура навколишнього середовища, °С	
Факт.	Допуст.	Факт.	Допуст.	Факт.	Допуст.	Факт.	Допуст.
15..20	20	< 75	75	0.4	0.4	16	13..24

### **Теплове випромінювання**

Основними джерелами теплового випромінювання в виробництві ковбасної оболонки є двигуни. Передача теплоти випромінюванням залежить від температури поверхні тіла.

Методи захисту людей від температурних впливів та теплового випромінювання умовно поділяють на загальні, які забезпечують спеціальний захист від цих шкідливостей, та окремі, що забезпечують захист однієї з них. Основні методи захисту – теплоізоляція та охолодження гарячих поверхонь; екранування; застосування вентиляції, повітряних оазисів та душування; засоби індивідуального захисту; організація раціонального режиму праці і відпочинку.

					<b>ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ ПРАЦІ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Освітлення

Освітлення в даному цеху, а також на території підприємства повинно відповідати вимогам ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення». Раціональне освітлення виробничого приміщення сприяє зменшенню зорової та загальної втоми, а також травматизму.

Освітлення в цеху комбіноване. Частина світла потрапляє через вікна, а частина (штучне) використовується в денні часи і в нічний час, як додаткове. Для освітлення побутових приміщень використовують лампи накаливання.

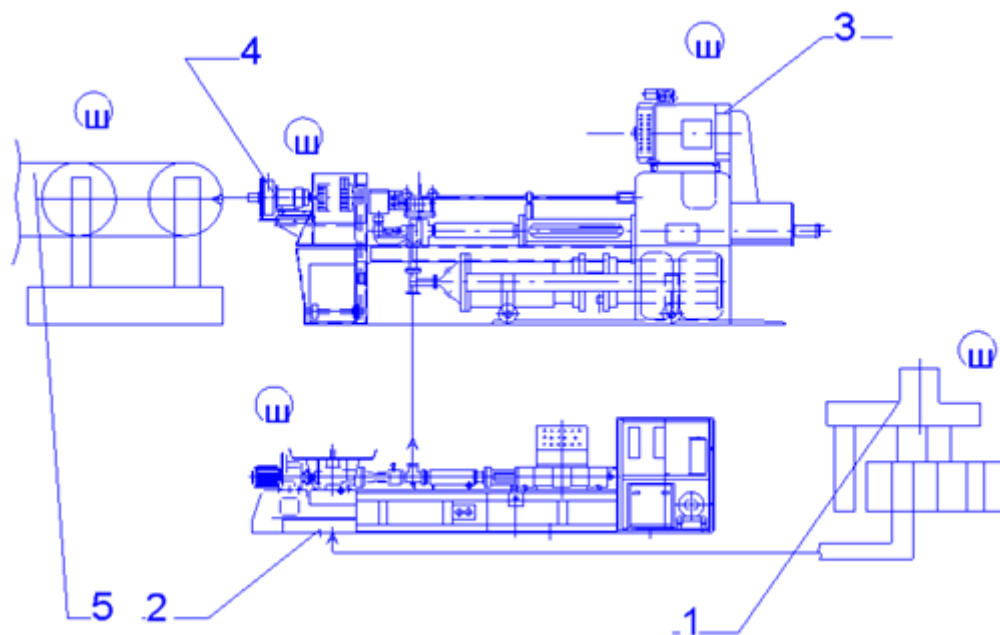
Крім робочого освітлення передбачене аварійне освітлення, світильники якого повинні бути включені на протязі всього часу горіння робочого освітлення і мали відмітні знаки. Аварійне освітлення необхідне для продовження роботи і повинно забезпечувати на робочих місцях не менше 5% освітленості від встановлених норм при системі загального освітлення. Аварійне освітлення для евакуації людей повинне забезпечувати освітленість на полу основних проходів і на сходах в приміщенні не менше 5 лк.

Освітленість відповідає нормам освітленості на робочих місцях та допоміжних приміщень і наведена в таблиці 10.2.

Таблиця 10.2

Норми освітленості робочих місць та допоміжних приміщень

Приміщення	Штучне освітлення $E_{\text{норм}}$ , Лк	Природне освітлення КПО (ln), %
		При бічному освітленні
Виробничі	300	1.5
Адміністративні	300	1
Гардеробні, туалети та ін.	75	0.3
Коридори та проходи	75	0.1



**Рис.10.1. Шкідливі та небезпечні фактори при роботі машини для формування ковбасної оболонки**

### **Шум, вібрації та методи боротьби з ними**

Це шуми механічного і аеродинамічного походження. Шум обумовлюється механічними коливаннями в пружних середовищах і тілах, частоти яких лежать в діапазоні 16...20000Гц, які спроможні сприймати людське вухо.

Джерелом шуму є наступне технологічне обладнання: електродвигуни та формуюча головка. Шум аеродинамічного походження виникає внаслідок стаціонарних або нестаціонарних процесів в газах. Таким шумом супроводжується робота вентиляційних систем, повітродувок. Найбільш радикальний спосіб усунення шуму в машинах і обладнанні це покращення їх конструкцій або використання шумоізоляції, звукопоглинання та інших заходів. Для особистого захисту працівників використовують засоби індивідуального захисту – навушники, беруші.

					<b>ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ ПРАЦІ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Крім того, деталі обладнання, що швидко обертаються, створюють вібрацію, яка через фундамент і підлогу передається людині. Аналіз параметрів на робочих місцях при нормально збалансованому обладнанні показує, що рівні вібрації перевищують гігієнічних норм, встановлених стандартів.

### **Електробезпека**

Причинами електротравм нерідко бувають недоліки в конструкції обладнання, незадовільна організація робочих місць і незадовільний інструктаж. Для захисту обслуговуючого персоналу від ураження електричним струмом, всі металеві частини електрообладнання, які не знаходяться під напругою, або які можуть бути під напругою, при пошкодженні ізоляції, повинні бути заземленні.

Проектом виконано захисне відключення, яке забезпечує автоматичне миттєве відключення всіх фаз, або полюсів аварійної ділянки електромережі при виникненні однофазного замикання на землі в мережі 380 В.

Всі металеві частини обладнання, які можуть в результаті аварії опинитися під напругою, заземляються. Здійснений захист кабелів від механічних пошкоджень, шляхом прокладання їх на висоті не менше двох метрів.

Кожний працюючий забезпечується відповідним спецодягом, взуттям і захисними засобами для експлуатації і ремонту обладнання, що відповідає стандартам. До захисних засобів відносяться: окуляри, респіратори, запобіжні пояси, діелектричні рукавиці, ізолюючі шланги, плоскогубці та ін.

Захисне приладдя зберігається як цеховий інвентар і видається по мірі потреби під час виконання робіт, крім приладдя, яке знаходиться в чергового персоналу, яке передається позмінно.

### **Статична електрика**

					<b>ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ ПРАЦІ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При проведенні процесів, які пов'язані з утворенням або переміщенні діелектриків, розділенням і тертям речовин, появляються заряди статичної електрики, які можуть бути наслідком пожегарів, вибухів.

Методи захисту:

1. Відвід зарядів статичної напруги шляхом заземлення обладнання.
2. Підтримання відносної вологості в межах 75 %;
3. Іонізація повітря;
4. Проведення інших профілактичних заходів.

### **Вентиляція**

Для підтримання необхідної температури, вологості і швидкості переміщення повітря, ступеню його чистоти у відповідності з санітарними нормами, застосовують вентиляцію, яку в залежності від призначення розділяють на витяжну і припливну. В залежності від способу переміщення повітря вентиляцію ділять на природну, механічну і змішану. Природна вентиляція забезпечує допустимі умови роботи в більшості приміщень пивобезалкогольної промисловості. Роботу системи вентиляції необхідно регулярно контролювати і при необхідності ремонтувати, очищувати повітроводи. При цьому враховують, що санітарно-гігієнічна ефективність вентиляційних установок залежить від пори року.

Вентиляція повітря працюючої зони цеха повинно відповідати ДСТУ Б А.3.2-12:2009 ССБП «Системи вентиляційні. Загальні вимоги». В цеху передбачена припливно-витяжна вентиляція з механічним та природнім рухом повітря. Витяжна вентиляція служить для вловлювання шкідливих речовин безпосередньо в зоні їх виділення, а припливна вентиляція призначена для нагнітання свіжого повітря в робочі зони. Припливно-витяжна вентиляція діє за допомогою механічних збудників руху повітря – вентиляторів (механічна вентиляція).

					<b>ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ ПРАЦІ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Передбачаються відключення вентиляційної системи при пожежі.  
Передбачається можливість централізованого відключення системи вентиляції відповідно вимогам СНіП 2.04.05

### **Техніка безпеки при обслуговуванні обладнання**

Згідно з інструкцією з безпеки роботи машини для формування ковбасної оболонки:

а). Все обладнання повинно бути надійно закріплено, щоб під час роботи не було будь-яких зміщень;

б). Під час тривалих зупинок (ремонті) відбувається обов'язкове відключення від електромережі електричний двигун;

в). Вмикати в роботу двигун можна лише після того, як усі обертальні частини її будуть закриті огороженнями. Категорично забороняється вмикати при знятому огороженні привода;

г). При виявленні неполадок у роботі двигуна і самої машини категорично забороняється продовжувати роботу до виявлення причин та їх усунення;

д). До роботи допускаються лише ті працівники, які вивчили конструкцію машини та інструкцію по її експлуатації, а також пройшли інструктаж з техніки безпеки.

При експлуатації машини повинні бути виконані такі основні правила по техніці безпеки:

а). До роботи допускаються особи, які пройшли навчання (курси) по технічному і безпечному обслуговуванні машин;

б). Двигун повинен бути заземлений згідно з діючими правилами і нормами;

г). Чищення та змащення механізмів при роботі машини категорично забороняється;

					<b>ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ ПРАЦІ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

д). При зупинці механізму машини на довгий час на період ремонту, а також на час перевірки електрообладнання її необхідно відключати від електромережі.

### **Пожежна безпека (розрахунок води на пожежогасіння)**

Пожежна безпека на підприємстві різноманітна і залежить від того, які горючі речовини і матеріали переробляються на різних стадіях технологічного процесу, або зберігаються в будівлях і спорудах.

*Таблиця 10.3*

#### **Характеристика приміщень за СНіП**

Найменування Приміщень	Характеристика по вологості	Характеристика по запиленості	Категорія приміщень по ПБ
Склад зберігання	Сухе	Запилене	В
Основні виробничі	Сухе	Запилене	В
Складські	Сухе	Не запилене	В

Жорсткі вимоги по техніці безпеки застосовуються до обслуговування машин. При їх експлуатації потрібно ретельно дотримуватись правил вибухонебезпечності і загоряння. Оператор повинен стежити за справним станом проводки і не включати двигуни з обпаленою проводкою .

Проводяться заходи по підвищенню рівня пожежної безпеки технологічного обладнання, а саме: режими роботи обладнання відповідає паспортним даним та технологічному регламенту; теплоізоляція нагрітих поверхонь; запобігання накопиченню зарядів статичної електрики, шляхом створення заземлених контурів.

Виробничі приміщення укомплектовані засобами первинного гасіння пожежі та вогнегасниками ПХП – 10 та ОУ – 2.

					<b>ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ ПРАЦІ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунковий запас води в метрах кубічних для трьох годинного пожежогасіння визначається за формулою:

$$Q = \frac{3 \cdot 3600 \cdot (n_1 + n_2)}{1000}, \text{ м}^3 \quad (10.1)$$

де  $n_1$  – секундні витрати води на внутрішнє пожежогасіння, виходячи з умови перекриття вогнища двома струменями продуктивністю 2,5 л кожний – 5 л/с;

$n_2$  – секундні витрати води для зовнішнього пожежогасіння для категорії приміщення «В» - 10л/с;

$$Q = \frac{3 \cdot 3600 \cdot (5 + 10)}{1000} = 162 \text{ м}^3$$

**Висновки:** З вивчення стану охорони праці можна зробити наступний висновок. Основними причинами травматизму є: недотримання працівниками інструкцій та правил техніки безпеки, невикористання захисних пристроїв, несправність обладнання, інструменту, технічних засобів, недостатня механізація процесу виробництва тощо. Проведені ї дослідження дозволили встановити, що більшість випадків травматизму трапляється з працівниками, які працюють на підприємстві менше 5 років, багаточасову денну зміну, в другій половині дня, коли настає втомленість робітників. Всі ці причини травматизму вимагають від керівництва підприємства проводити виховну роботу з порушниками інструкції та правил техніки безпеки для полегшення праці робітників.

					<b>ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ ПРАЦІ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Висновки

В дипломній роботі на тему «Модернізація машини для формування білкової ковбасної оболонки» запропоноване вдосконалення робочого органу подаючого пресу, що дозволить оптимізувати процес формування сировини за рахунок поступового зростання температур і тиску, із необхідного для забезпечення заданих фізико-хімічних змін основних компонентів ковбасної оболонки; щадний режим обробки сировини; звести до мінімуму втрати термолабільних харчових речовин в камері шляхом підтримки необхідного температурного режиму.

З точки зору ефективності організації технологічного процесу встановлення більш сучасного модернізованого обладнання дозволяє виробляти на 10% більше продукції завдяки відсутності відходів на формуючий головці.

При виконанні розрахунків пересвідчилися в тому, що продуктивність формуючої машини створюється 4-х західною гвинтовою передачею з кроком 15 мм, зовнішнім діаметром 80 мм та внутрішнім 65 мм і дорівнює 54 кг/год. Продуктивність подаючого пресу, де основними робочими органами є гідравлічні циліндри та шнек тиск в яких 2.5 МПа становить 7.9 кг/хв. Визначили, що для формування 1 тис.пог.м оболонки потрібно 1.7 м<sup>3</sup> води. При розрахунку на міцність гвинтової передачі робочого циліндра формуючої машини встановили, що розміри, конструктивні матеріали та технологічні умови цілком задовольняють дійсний виробничий процес.

					<i>140603.ДП.57.000.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Дашевський К.Д.</i>			<b>Висновки</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бабанова О.І.</i>					1	1
<i>Реценз.</i>						<i>НУХТ ЗОХ-5-1</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Гавва О.М.</i>						

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора- машиностроителя в 3-х т.: Т.2- 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. –М.:Машиностроение, 2001.-912 с.:ил.
2. Бредихин С. А.Технологическое оборудование мясокомбинатов [Текст] / С. А. Бредихин, О.В. Бредихина, Ю.В. Космодемьянский, Л.Л. Никифоров ; Под общ. ред. С.А. Бредихина. - 2-е изд., испр. - М. : Колос, 2000. - 391 с. : ил. - 3000 экз.
3. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин: Учебное пособие для машиностроительных учебных вузов.- М.:Высшая школа,1985.
4. Иванов М.Н. Детали машин: Учебник для студентов высших учебных заведений.- М.:Высшая школа,1991.
5. Ивашов В.И. Оборудование для уоя и первичной обработки / В.И. Ивашов. - СПб.:ГИОРД, 2007. - 464 с.: ил. - (Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности 6 Учеб. пособие: в 2 ч./ В.И. Ивашов ; ч. I)
6. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: навч. посіб. / Мирончук В.Г., Орлов Л.О., Пушанко М.М. та ін. — Вінниця: Нова книга, 2004. — 288с.
7. Кузнецов В.А., Шлипаков Я.П. Технология переработки мяса и других продуктов уоя животных, 1971, 160 стр.
8. Чернавский С. А. Проектирование механических передач[Текст]/ С.А.Чернавский ., Г.А.Снесарев и др.// Проектирование механических передач: Учебно-справочное пособие. М.: Машиностроение,1984.

					<i>140603.ДП.57.000.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Дашевський К.Д.</i>			<b>Список використаної літератури</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бабанова О.І.</i>					1	2
<i>Реценз.</i>						<i>НУХТ ЗОХ-5-1</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Гавва О.М.</i>						

9. Фалеев Г.А. Оборудование предприятий мясной промышленности[Текст]/ Г.А.Фалеев.- М.: Пищевая промышленность, 1966. – 483 с.
10. Рвачов, В.В. Технологічне обладнання харчових виробництв. Механічне обладнання: навчальний посібник для студентів механічних фахів / В.В.Рвачов. – Одеса: Астропринт, 2001. – 320 с.
11. В.М.Горбатов «Монтаж,наладка,експлуатація и ремонт оборудования»/ Пищевая промышленность Москва,1975.-575с.
12. Бабанов Г.І. Монтаж, експлуатація, діагностика та ремонт обладнання м'ясопереробних підприємств – Бабанов І.Г., Гавва О.М., Бабанова О.І., Чепелюк О.М., Беседа С.Д. – К.: Сталь, 2015 – 600 с.
13. Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва навч. посібник / П.С.Берник, З.А.Стоцько, І.П.Паламарчук, В.В.Яськов. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2004. – 336 с.
14. Пищевая инженерия: справочник с примерами расчетов / К.Дж.Валентас, Є.Ротштейн, Р.П.Сингх. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 848 с.
15. В. И. Ивашов. – СПб.: ГИОРД, 2007. – 464 с.: ил. – Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности.
16. Анурьев В.И. “Справочник конструктора-машиностроителя.” (в 3 томах.) М.: Машиностроение, 1982.
17. Лунин О.Г., Вельтищев В.Н., Березовський Ю.М. Курсовое и дипломное проектирование технологического оборудования пищевых производств. – М.: Агропромиздат, 1990.- 269с.
18. Купчик М.П., Гандзюк М.П., Степанець І. Ф. та інші. Основи охорони праці. – К.: Основа, 2000.- 416с.
19. Бібліотека програмного забезпечення Компас 3Д V12, АСКОН.
20. Ганин, Н. Проектирование в системе КОМПАС–3Д/ Н. Ганин. – СПб.: Питер, 2008. – 448 с.

					<i>Список використаної літератури</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		