



Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій  
(повна назва факультету)

Кафедра Обладнання харчових технологій  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Вітенько Т.М.,  
(підпис) (прізвище та ініціали)  
« » 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування  
(шифр і назва спеціальності)

студенту Карабі Юрію Олексійовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розрахунок подрібнювача марки ИПКС-032 та розроблення технічних заходів з ремонту вузла привідного вала

Керівник роботи Деркач Андрій Васильович, к.т.н.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «29» 01 2024 року № 4/7-70

2. Термін подання студентом завершеної роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи Паспорт подрібнювача марки ИПКС-032

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналітична частина

- 1.1. Вихідні дані кутера ИПК032 для розробки кваліфікаційної роботи
- 1.2. Будова і принцип роботи кутера марки ИПКС-032
- 1.3. Огляд конструкції обладнання періодичної дії для кутерування
- 1.4. Мета і задачі кваліфікаційної роботи

2. Конструкторська частина

- 2.1. Розрахунок технологічного циклу роботи кутера марки ИПКС-032
- 2.2. Розрахунок витрат потужності для кутера марки ИПКС-032
- 2.3. Кінематичний розрахунок кутера марки ИПКС-032
- 2.4. Розрахунок діаметра вала приводу
- 2.5. Розрахунок і вибір параметрів шпонки для вала приводу

3. Технологічна частина

- 3.1. Заходи з технічної експлуатації кутера марки ИПКС-032
- 3.2. Розробка графіка ППР кутера марки ИПКС-032
- 3.3. Технологія розбирання та складання вузла привідного вала кутера марки ИПКС-032
- 3.4. Розробка технології виготовлення гільзи

4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці.

Висновки.

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

Подрібнювач марки ИПКС-032. Вигляд гагальний (1 л. ф.А1)

Подрібнювач марки ИПКС-032. Структурна схема (0,5л. ф.А1)

Подрібнювач марки ИПКС-032. Кінематична схема (0,5 л. ф.А1)

Вузол скребкової мішалки подрібнювача марки ИПКС-032 (1 л. ф.А1)

Вузол привідного вала подрібнювача марки ИПКС-032 (1 л. ф.А1)

Технологічний маршрут розбирання- складання вузла привідного вала подрібнювача марки ИПКС-032 (1 л. ф.А1)

Графічне представлення технологічного процесу механічної обробки гільзи вузла привідного вала подрібнювача марки ИПКС-032 (1 л.ф.А1)

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи хорони праці	доц. Окіпний І.Б.		
Нормоконтроль	доц. Ворощук В.Я.		

7. Дата видачі завдання 01.02.2024**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	1. Аналітична частина	05.02. 2024- 15.02.2024	
2	2. Конструкторська частина	04.03.2024- 10.05.2024	
3	3. Технологічна частина	10.03.2024- 01.05.2024	
4	4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці.	05.05.2024- 11.06.2024	
5	Висновки.	02.06.2024- 07.06.2024	
6	Графічна частина		
7	Подрібнювач марки ИПКС-032. Вигляд гагальний (1 л. ф.А1)	03.02.2024- 20.02.2024	
8	Подрібнювач марки ИПКС-032. Структурна схема (0,5л. ф.А1)	10.02.2024- 20.02.2024	
9	Подрібнювач марки ИПКС-032. Кінематична схема (0,5 л. ф.А1)	01.02.2024- 20.04.2024	
10	Вузол скребкової мішалки подрібнювача марки ИПКС-032 (1 л. ф.А1)	01.02.2024- 04.06.2024	
11	Вузол привідного вала подрібнювача марки ИПКС-032 (1 л. ф.А1)	01.02.2024- 25.05.2024	
12	Технологічний маршрут розбирання- складання вузла привідного вала подрібнювача марки ИПКС-032 (1 л. ф.А1)	01.03.2024- 06.05.2024	
13	Графічне представлення технологічного процесу механічної обробки гільзи вузла привідного вала подрібнювача марки ИПКС-032 (1 л.ф.А1)	01.03.2024- 05.05.2024	
14			
15			
16			

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Караба Ю.О.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

Деркач А.В.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## Анотація

Караба Юрій Олексійович. Розрахунок подрібнювача марки ИПКС-032 та розроблення технічних заходів з ремонту вузла привідного вала.

У кваліфікаційній роботі бакалавра виконано аналіз конструктивних рішень обладнання для вироблення подрібнених мас. Зроблено структурний та кінематичний аналіз кутера марки ИПКС-032, виконано розрахунок режимів роботи кутера марки ИПКС-032 та розрахунок приводу кутера марки ИПКС-032. Розроблено заходи з технічної експлуатації кутера марки ИПКС-032 із розробкою схеми і маршруту розбирання та складання вузла привідного вала кутера марки ИПКС-032 та розробкою технологічного процесу виготовлення гільзи вузла привідного вала кутера марки ИПКС-032.

Для забезпечення належних умов роботи виконано розробку заходів з охорони праці і цивільної безпеки у процесі експлуатування кутера марки ИПКС-032.

Ключові слова: кутер, подрібнення, привід, розрахунок, експлуатація.

					<i>КРБ 353.00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Анотація</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Караба Ю.Я.</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Деркач А.В.</i>					3	
<i>Реценз.</i>						<i>гр. МОс-41</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Ворощук В.Я.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>						

## Abstract

Karaba Yurii. Calculation of a crusher brand IPKS-032 and development of technical measures for repairing the drive shaft assembly.

The bachelor's thesis analyses the design solutions of equipment for the production of shredded masses. The structural and kinematic analysis of the IPKS-032 cutter was carried out, the operating modes of the IPKS-032 cutter were calculated, and the drive of the IPKS-032 cutter was calculated. Measures for the technical operation of the IPKS-032 cutter were developed, including the development of a scheme and route for disassembling and assembling the drive shaft assembly of the IPKS-032 cutter and the development of a technological process for manufacturing the sleeve of the drive shaft assembly of the IPKS-032 cutter.

In order to ensure proper working conditions, measures for labour protection and civil safety during the operation of the IPKS-032 cutter were developed.

Keywords: cutter, grinding, drive, calculation, operation.

					<i>КРБ 353.00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Анотація</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Караба Ю.Я.</i>					<i>3</i>	
<i>Перевір.</i>		<i>Деркач А.В.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		<i>Ворощук В.Я.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>				<i>гр. МОс-41</i>		

## Зміст

Завдання .....	1
Анотація .....	3
Зміст.....	4
Вступ .....	6
1. Аналітична частина .....	8
1.1. Вихідні дані кутера ИПК032 для розробки кваліфікаційної роботи.....	8
1.2. Будова і принцип роботи кутера марки ИПКС-032 .....	8
1.3 Огляд конструкції обладнання періодичної дії для кутерування .....	11
1.4. Мета і задачі кваліфікаційної роботи .....	15
2. Конструкторська частина.....	16
2.1. Розрахунок технологічного циклу роботи кутера марки ИПКС-032 ...	16
2.2. Розрахунок витрат потужності для кутера марки ИПКС-032.....	18
2.3. Кінематичний розрахунок кутера марки ИПКС-032 .....	19
2.4. Розрахунок діаметра вала приводу .....	22
2.5. Розрахунок і вибір параметрів шпонки для валу приводу .....	23
2.6. Розрахунок параметрів скребкової мішалки.....	24
3. Технологічна частина .....	27
3.1 Заходи з технічної експлуатації кутера марки ИПКС-032 .....	27
3.2. Розробка графіка ППР кутера марки ИПКС-032.....	28
3.3. Технологія розбирання та складання вузла привідного вала кутера марки ИПКС-032 .....	30
3.4. Розробка технології виготовлення гільзи.....	32
3.4.1 Опис призначення та конструкції гільзи. Аналіз технічних умов.....	32
3.4.2. Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки для гільзи кутера .....	34

					<i>КРБ 353.00.00.000 ПЗ</i>					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Зміст</i>					
<i>Розроб.</i>		<i>Караба Ю.Я.</i>						Літ.	Арк.	Аркушів
<i>Перевір.</i>		<i>Деркач А.В.</i>						4		
<i>Реценз.</i>								<i>гр. МОс-41</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Ворощук В.Я.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>								

3.4.3. Вибір технологічних баз .....	35
3.4.4. Вибір технологічного маршруту мехобробки гільз .....	36
3.4.5. Визначення припусків та міжопераційних розмірів, проектування заготовки.....	39
3.4.6. Вибір інструменту, методів та засобів технічного контролю при виготовленні гільзи кутера.....	42
3.4.7. Розрахунок режимів різання по операціях.....	43
3.4.8. Технічне нормування розробленого техпроцесу.....	47
4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці .....	49
4.1 Заходи з охорони праці.....	49
4.2. Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях .....	52
Висновки.....	58
Перелік посилань .....	59

					<i>КРБ 353.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		5

## Вступ

Основними напрямками технічного прогресу в сучасній м'ясопереробній промисловості є впровадження прогресивних технологій, автоматизованих ліній і високопродуктивного обладнання, що дозволяє підвищити якість продукції і підвищити продуктивність праці на м'ясопереробних підприємствах, зменшити втрати сировини, санітарно-гігієнічні умови покращуються гігієнічні умови праці, підвищується загальна культура виробництва. Одним із першочергових завдань розвитку переробної промисловості є розробка та впровадження новітніх енергозберігаючих технологій, щоб можна було виробляти широкий асортимент харчової продукції з відносно низькими енерговитратами. Особливу увагу буде приділено створенню надійних конструкцій нового технічного обладнання та підвищенню надійності існуючого обладнання.

Структура виробничої інфраструктури вітчизняної м'ясної промисловості нині зазнає якісних змін за рахунок збільшення частки малих і середніх переробних підприємств та регіональної спеціалізації.

Ці дві прогресивні тенденції розвитку галузі гарантують швидкий технічний прогрес і високий ступінь організації виробництва.

З розвитком біохімічної технології та харчової інженерії проблема розробки обладнання, яке може переробляти продукти з високою якістю та мінімальним споживанням енергії, стає все більш актуальною. Це обумовлено кількома важливими факторами.

Підвищення вимог до якості продуктів харчування. Сучасний споживач стає вимогливішим до якості харчових продуктів. Це вимагає від виробників використовувати новітні технології, які дозволяють зберегти поживні властивості та органолептичні характеристики продуктів, мінімізуючи при цьому втрати під час обробки.

					<i>КРБ 353.00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Караба Ю.Я.</i>			<i>Вступ</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Деркач А.В.</i>					6	
<i>Реценз.</i>						<i>гр. МОс-41</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Ворожук В.Я.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>						



Екологічні аспекти. У зв'язку з глобальною екологічною кризою, виробники повинні звертати увагу на споживання енергії та інші ресурси під час виробничих процесів. Використання енергоефективного обладнання дозволяє зменшити вуглецевий слід виробництва та сприяє стійкому розвитку.

Економічна ефективність. Зниження витрат на енергоресурси є важливим чинником для підвищення конкурентоспроможності підприємства. Енергоефективні технології допомагають зменшити витрати на виробництво, що в кінцевому результаті позитивно впливає на прибутковість бізнесу.

Технологічні інновації. Прогрес у галузі біохімічної технології та харчової інженерії дозволяє створювати нові типи обладнання, які використовують передові методи обробки, такі як ультразвукова обробка, високого тиску, мікрохвильова обробка та інші. Ці методи дозволяють забезпечити високу якість продуктів та зменшити споживання енергії.

Розширення асортименту продуктів. Розвиток нових технологій дозволяє виробникам створювати широкий асортимент продуктів, що відповідає сучасним тенденціям та потребам споживачів, таких як органічні, безглютенові, веганські та інші спеціалізовані продукти.

З огляду на ці фактори, розробка обладнання, яке може переробляти продукти з високою якістю та мінімальним споживанням енергії, є критично важливою для сучасної харчової промисловості. Це забезпечує не лише задоволення потреб споживачів, але й сприяє збереженню ресурсів та підвищенню ефективності виробництва.

					<i>КРБ 353.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						7
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## 1. Аналітична частина

### 1.1. Вихідні дані кутера ИПК032 для розробки кваліфікаційної роботи

Кутер ИПКС-032 призначений для приготування м'ясних і рибних фаршів, які використовуються у виробництві ковбас, котлет і пельменів. Також його можна ефективно використовувати для подрібнення та змішування охолоджених овочів, фруктів без кісток, риби та інших продуктів, а також для приготування майонезного соусу. Кутер має закриту відкидну верхню кришку, герметичну овальну чашу і два серпоподібні ножі, встановлені внизу по його осі. Двигун, який обертає чашу і ножову головку, встановлені на одній рамі.

Технічні характеристики:

Продуктивність, не менше, кг/год	250
Об'єм чаші, не менше, л	50
Коефіцієнт заповнення, не більше,	0,7
Кількість робочих ножів, шт.	2
Частота обертання ножового валу, об / хв	1500-3000
Потужність, кВт до	7,5
Габаритні розміри, не більше, мм	900x650x1350
Маса, не більше, кг	150

### 1.2. Будова і принцип роботи кутера марки ИПКС-032

Кутер (рис. 1.1) являє собою овальну чашу 1 з кришкою, встановлену на станині 3. На дні чаші — ножова головка диспергуюча 1, на якій закріплено два серпоподібні ножі 3. Головка ножа приводиться в рух двигуном 5, розташованим під чашею. На кришці є канал для додавання спецій. Заливати з воронки 4 при відкритому вентилі 6. Для фіксування кришки кутера використовуються два замки 12 і два гвинти 15.

					<i>КРБ 353.00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Караба Ю.Я.</i>			<i>1. Аналітична частина</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Деркач А.В.</i>					8	
<i>Реценз.</i>						<i>гр. МОС-41</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Ворощук В.Я.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>						

Привід скребкової мішалки 2 здійснюється вручну поворотом ручки 7 або електродвигуном. Робоча місткість (чаша) 1 може фіксуватися замком 8 у трьох положеннях відносно вертикальної осі: вертикальному, з поворотом на 45° (положення миття) і з поворотом на 95° (положення зливу). Замок 8 потрібно відпустити, щоб повернути чашу. Чаша обертається вручну ручкою 11. Після повороту чаші в положення вивантаження готовий продукт вивантажується в задалегідь підготовлену тару.

Для контролю температури продукту в процесі нарізки в робочу місткість 1 вбудований термодавач 13.

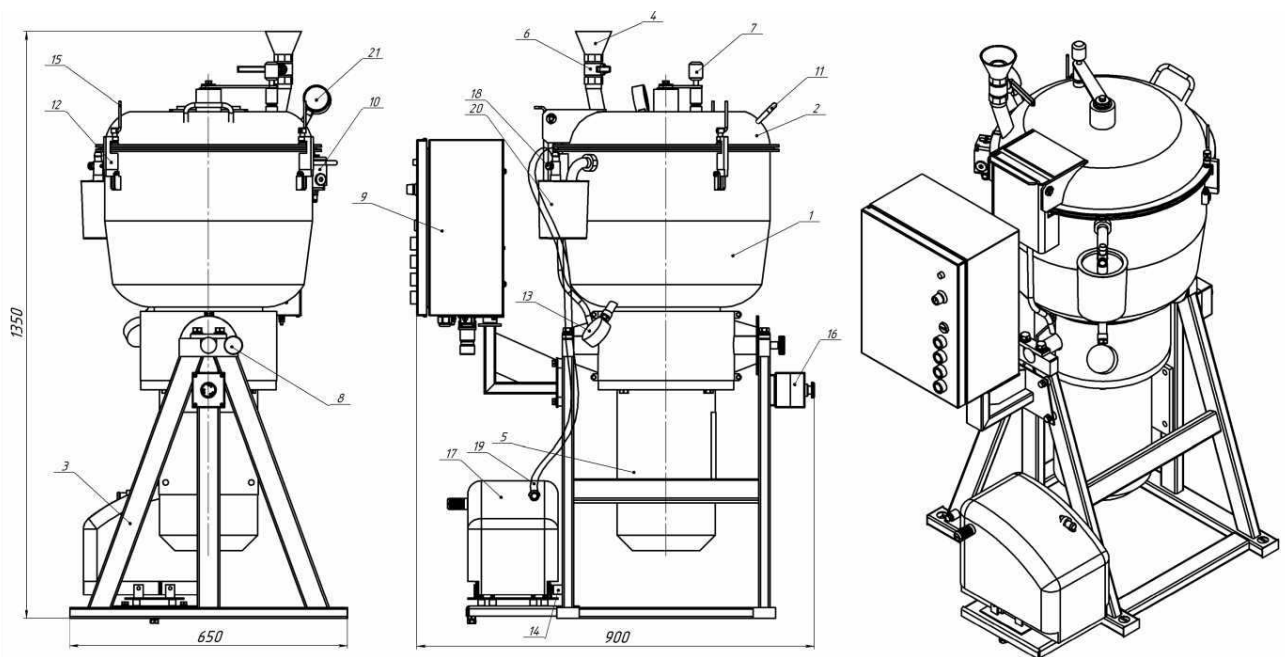


Рис. 1.1 - Кутер марки ИПКС-032 :

1 – робоча місткість (чаша); 2 – верхня кришка; 3 – рама; 4 – горловина; 5 – електродвигун; 6 – вентиль; 7 – рукоятка; 8 – фіксатор; 9 – блок управління; 10 – кінцевий вимикач з давачем; 11 – ручка; 12 – замок кришки; 13 – термодавач; 14 – заземлення; 15 – фіксуючий гвинт; 16 – Кнопка «СТОП»; 17 – вакуумнасос; 18 – гвинт регулювальний; 19 – патрубок; 20 – роздільник середовищ; 21 – мановакуумметр.

Принцип роботи кутера полягає в тому, що попередньо нарізану сировину закидають у чашу, а потім подрібнюють.

					КРБ 353.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для фаршу виробник рекомендує додавати пластівці льоду через горловину 4 і стежити за термодавачем 13, щоб уникнути перегріву фаршу під час нарізання. Рекомендована температура під час різання нижче 12 °С.

Відключення двигуна 5 при відкритій верхній кришці 2 здійснюється спрацюванням кінцевого вимикача 10 з відповідним давачем.

Для безпеки оператора при розбиранні фрези в комплект поставки входить рукоятка для зняття головки ножа 1.

Швидкість обертання ножа змінюється частотним перетворювачем, встановленим в корпусі блоку управління.

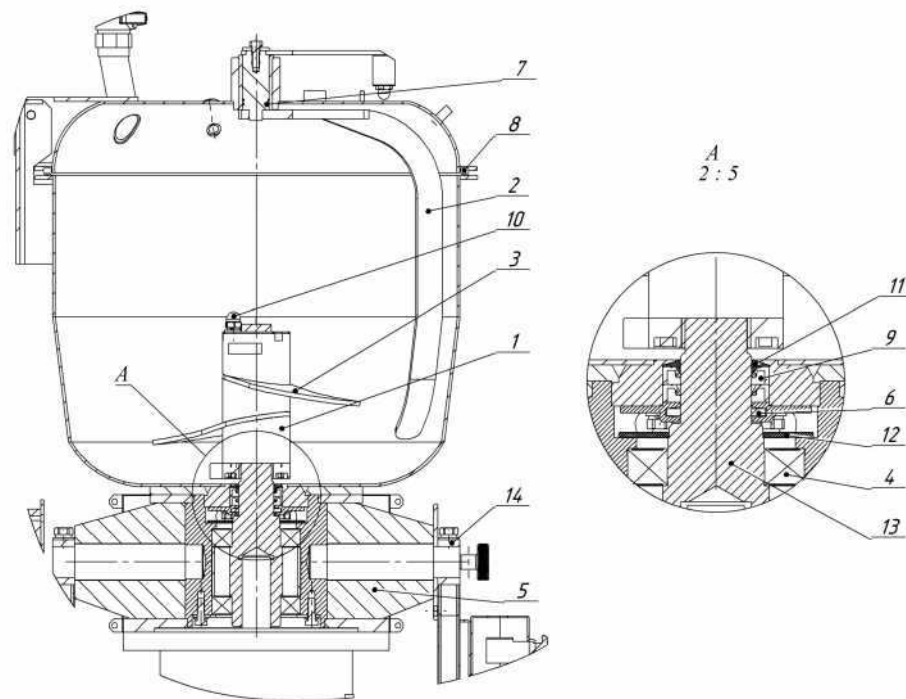


Рис. 1.2 - Кутер марки ИПКС-032:

1 – головка ножова диспергуюча; 2 – ніж слайсуючий; 3 – ніж серповидної форми; 4 – підшипник; 5 – корпус вузла приводу ножів; 6 – кільце маслосійомне; 7 – кільце; 8 – гумове ущільнення; 9 – манжета; 10 – гайка спеціальна; 11 – кришка верхня; 12 – кільце; 13 – робочий вал; 14 – цапфа.

					КРБ 353.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Коли в чаші створюється вакуум, частинки меленого м'яса можуть втягуватися у вакуумнасос 17 через патрубок 19. Щоб уникнути цього, використовується роздільник середовищ 20.

### 1.3 Огляд конструкції обладнання періодичної дії для кутерування

Кутерування - це технологічний процес тонкого подрібнення м'ясних, рибних, овочевих або фруктових продуктів з одночасним їх перемішуванням, додаванням спецій, солі, інших інгредієнтів та аерацією. Цей процес забезпечує однорідну консистенцію продукту, покращує його смакові властивості і збільшує термін зберігання.

Кутери - це машини, призначені для кутерування. Вони мають ріжучий механізм у вигляді обертових ножів та чашу для продукту. Кутери можуть бути різних типів, залежно від призначення та виробничих потреб. Кутери періодичної дії - це один з типів таких машин, які працюють у циклічному режимі, тобто обробляють певну партію продукту за один цикл роботи.

Кутер системи "Штефан" (Рис. 1.3) складається з робочої ємності з відкидною кришкою і теплообмінної сорочки. Лопатева мішалка і ніж встановлені всередині і приєднані до валу, що приводиться в рух електродвигуном за допомогою клинопасової передачі.

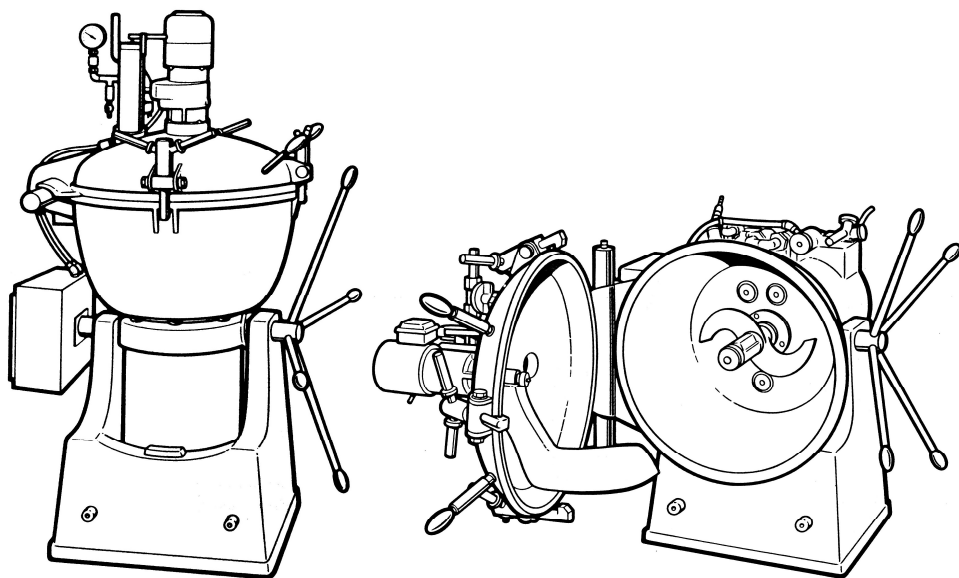


Рис. 1.3 – Апарат типу "Штефан".

										Арк.
										11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

КРБ 353.00.00.000 ПЗ

Пара подається в теплообмінну сорочку, а також через сопло безпосередньо до продукту.

Після досягнення заданої температури продукт витримується певний час, а потім охолоджується. Для цього в теплообмінну сорочку подається холодоагент і створюється розрідження всередині ємності. Таким чином з продукту видаляється надлишок вологи внаслідок конденсації пари.

Подача пари напряму в масу продукту значно суттєво час нагрівання, але вимагає додаткового обладнання для очищення пари та створення вакууму в кінці процесу для охолодження та забезпечення рецептурної вологості продукту.

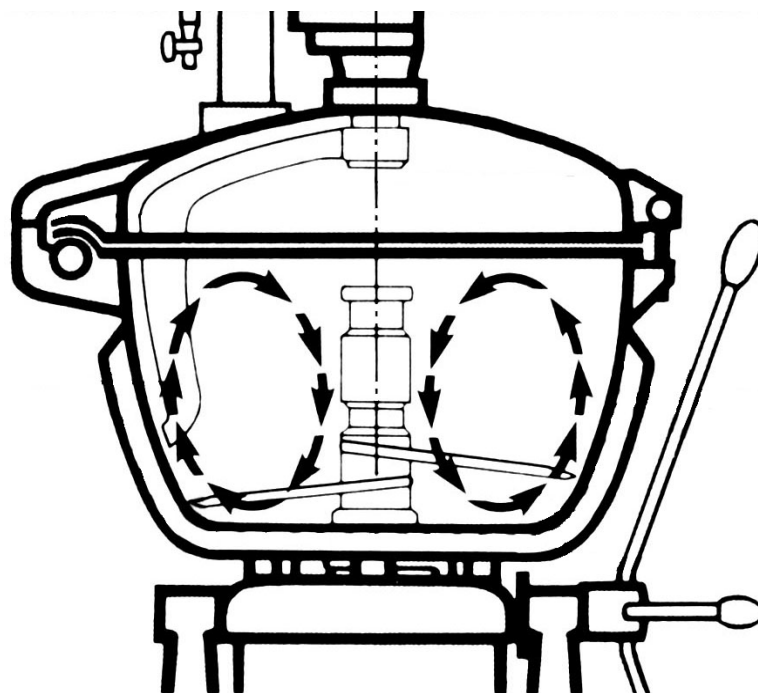


Рис. 1.4 – Напрямок руху матеріалу в кутері типу «Штефан».

Рух продукту в процесі оброблення утапаратах типу «Штефан» показано на (Рис. 1.4) показано.

Кутер системи ИС-80 (Рис. 1.5), розроблений компанією ВНИМИ, призначений для подрібнення, змішування і термічної обробки в'язких твердих, пастоподібних і рідких продуктів з низькою сипучістю.

Цей подрібнювач може поєднувати в собі кілька технічних операцій. Подрібнення вхідних інгредієнтів, змішування подрібнених інгредієнтів,

					<i>КРБ 353.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		12



Подрібнювач Я5-ОТВ, розроблений ТІММ УААН, має вдосконалену геометрію ріжучих і змішувальних інструментів, що дозволяє заощадити час і енергію при виробництві продуктів різання.

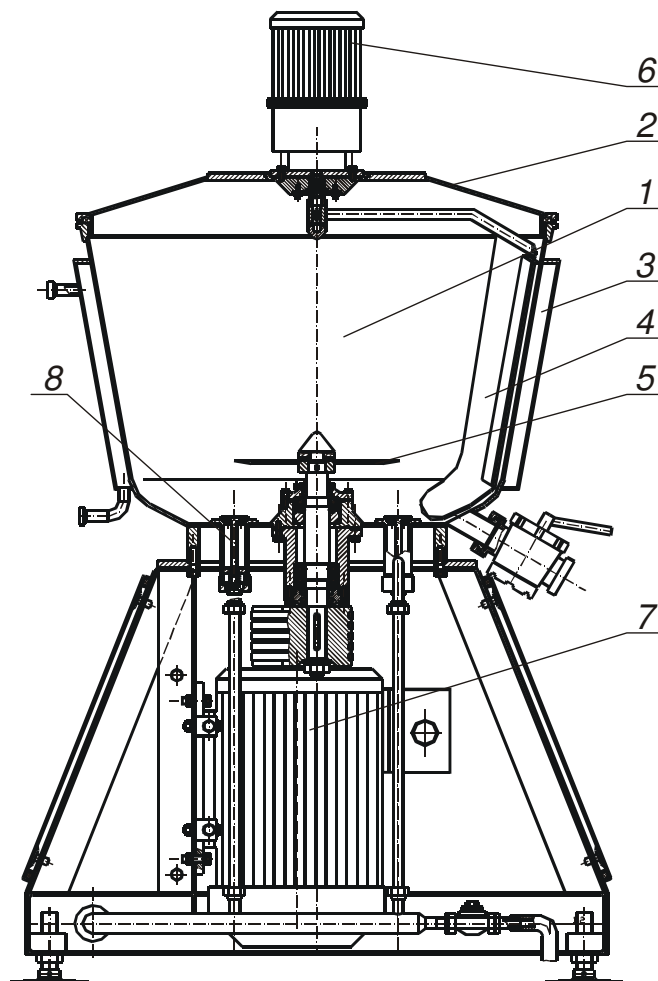


Рис. 1. 6 – Подрібнювач Я5-ОТВ конструкції ТІММ УААН (м. Київ):  
 1 – робоча ємність (чаша); 2 – відкидна кришка; 3 – теплообмінна сорочка; 4 – лопатева мішалка; 5 – ніж дискового типу; 6 – двигун-редуктор; 7 – електродвигун; 8 – сопло для пари.

Система складається з робочої ємності (чаші) 1 з відкидною кришкою 2 і теплообмінної сорочки 3. Усередині посудини лопатева мішалка 4 і ніж дискового типу 5 закріплені на валу двигун-редуктора 6 і приводяться в рух від електричного двигуна 7 за допомогою клинопасової передачі.

Через сопло 8 пара подається в теплообмінну сорочку і безпосередньо на продукт.

					КРБ 353.00.00.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Після завантаження всіх частин кришка герметично закривається, і пара подається безпосередньо до теплообмінної сорочки. Мішалка 4 перемішує продукт, а ніж 5 виконує часткове подрібнення.

Після досягнення заданої температури продукт витримується певний час, а потім охолоджується. У цей час холодоагент подається в теплообмінну сорочку, створюючи вакуум всередині контейнера. Це видаляє надлишок вологи з продукту шляхом конденсації пари.

#### 1.4. Мета і задачі кваліфікаційної роботи

Метою даної роботи є розроблення інженерних рішень щодо розрахунку подрібнювача марки ИПКС-032 та розроблення технічних заходів з ремонту вузла привідного вала.

При цьому виконуються наступні задачі:

аналіз конструктивних рішень обладнання для вироблення подрібнених мас;

структурний та кінематичний аналіз кутера марки ИПКС-032;

розрахунок режимів роботи кутера марки ИПКС-032;

розрахунок приводу кутера марки ИПКС-032;

розробка заходів з технічної експлуатації кутера марки ИПКС-032;

розробка схеми і маршруту розбирання та складання вузла привідного вала кутера марки ИПКС-032;

розробка технологічного процесу виготовлення гільзи вузла привідного вала кутера марки ИПКС-032;

розробка заходів з цивільної безпеки і охорони праці при експлуатації кутера марки ИПКС-032.

					<i>КРБ 353.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						15
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## 2. Конструкторська частина

### 2.1. Розрахунок технологічного циклу роботи кутера марки ИПКС-032

Розглянемо структуру технологічного циклу машини.

1) Завантаження продукту здійснюється за допомогою автоматичного підіймача-перекидача через відкриту кришку машини. Тривалість цієї операції обумовлюють: час на підготовку перекидного пристрою до роботи, перекидання чаші та часу підготовки до роботи самого апарату. Відповідно:

$$T_3 := 1 + 2 + 1 \qquad T_3 = 4 \qquad (\text{хв})$$

2) Механічна обробка. Тривалість механічної обробки згідно паспортних даних для різних видів сировини перебуває в межах 3...6хв. Приймаємо:

$$T_H := 5 \qquad (\text{хв})$$

3) Охолодження продукту.

Згідно паспортних даних тривалість охолодження продукту в апараті складає: 2...5хв. Приймаємо з запасом:

$$T_O := 2.5 \qquad (\text{хв})$$

4) Вивантаження продукту може здійснюватись шляхом перекидання робочої місткості або за допомогою насоса (при вивантаженні насосом тривалість вивантаження більша). Розглянемо випадок вивантаження насосом.

Об'єм продукту, який поміщається в апараті, складає 52...55 кг або 50л (0, 050 м<sup>3</sup>). Продуктивність ротаційного насосу ВЗ-ОРА, який забезпечує вивантаження продукту, складає 3 м<sup>3</sup>/год. Звідси тривалість вивантаження продукту:

$$T_B := \frac{0.05}{3} \qquad T_B = 0.017 \qquad (\text{год})$$

$$T_{B'} := T_B \cdot 60 \qquad T_B = 1 \qquad (\text{хв})$$

Затрати часу на санітарну обробку апарату приймемо:

$$T_{пр} := 5 \qquad (\text{хв})$$

					<i>КРБ 353.00.00.000 ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Караба Ю.Я.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Деркач А.В.</i>				16	
<i>Реценз.</i>					<i>гр. МОс-41</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Ворощук В.Я.</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>					
<b>2. Конструкторська частина</b>							

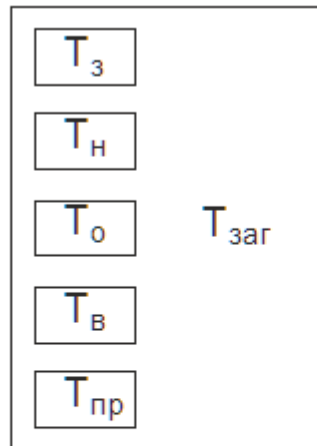


Рисунок 2.1. - Технологічний цикл машини

Загальна тривалість робочого циклу:

$$T_{заг} := T_z + T_n + T_o + T_v + T_{пр} \quad T_{заг} = 17.5 \quad (\text{хв})$$

Визначимо розрахункову продуктивність установки.

Місткість апарата (по сировині):  $V := 0.05 \quad (\text{м}^3)$

Місткість апарата по продукту:  $M := V \cdot \rho_c \quad M = 53.5 \quad (\text{кг})$

Коефіцієнт надлишкового об'єму:  $k := 1.2$

$$\Pi := \frac{V \cdot 60 \cdot \rho_c}{T_{заг}} \quad \Pi = 183.429 \quad (\text{кг/год})$$

Розрахунковий повний об'єм чаші:

$$V_p := V \cdot k \quad V_p = 0.06 \quad (\text{м}^3)$$

## 2.2. Розрахунок витрат потужності для кутера марки ИПКС-032

- температура робочого середовища при подрібненні:  $t_{c.k} := 30 (^{\circ}\text{C})$
- температура кінцевого охолодження робочої маси:  $t_{c.ox} := 18 (^{\circ}\text{C})$
- холодоагент: вода
  - початкова температура охолоджуючої води:  $t_{в.п} := 6 (^{\circ}\text{C})$
  - кінцева температура охолоджуючої води:  $t_{в.к} := 14 (^{\circ}\text{C})$
  - питома теплоємність води:  $c_{в} := 4.190 \text{ (кДж/кг}^{\circ}\text{K)}$
  - густина води:  $\rho_{в} := 990 \text{ (кг/м}^3\text{)}$
- теплоємність продукту:  $c_{с} := 4.490 \text{ (кДж/кг}^{\circ}\text{K)}$
- густина продукту:  $\rho_{с} := 1050 \text{ (кг/м}^3\text{)}$
- робочий тиск в апараті:  $p_{р.а} := 1.1 \cdot 10^5 \text{ (Па)}$
- місткість апарата:  $\underline{m} := 50 \text{ (кг)}$

Кількість теплоти, яку треба відвести:

$$Q_{в} := c_{с} \cdot m \cdot (t_{c.k} - t_{c.ox}) \quad Q_{в} = 2.694 \times 10^3 \text{ (кДж)}$$

Потреба в охолоджуючій воді:

$$V_{ox.в} := \frac{Q_{в}}{c_{в} \cdot (t_{в.к} - t_{в.п}) \cdot \rho_{в}} \quad V_{ox.в} = 0.081 \text{ (м}^3\text{)}$$

					<i>КРБ 353.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 2.3. Кінематичний розрахунок кутера марки ИПКС-032

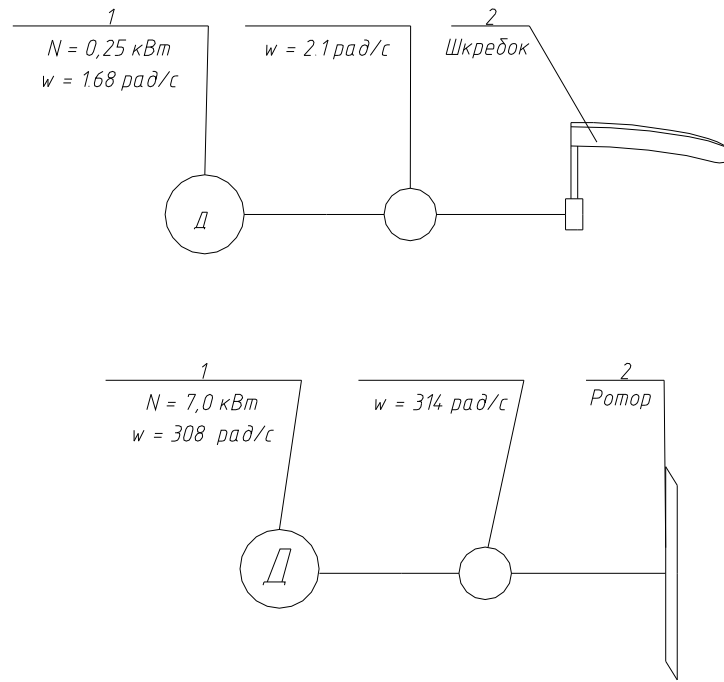


Рис. 2.2.– Кінематична схема кутера марки ИПКС-032.

Розрахуємо кінематику для ротора (рисунок 2.3).

Середній робочий діаметр ножа:

$$d_{\text{д.р.ср}} := 0,075 + \frac{(0,3 - 0,075)}{2} \quad d_{\text{д.р.ср}} = 0,188 \quad (\text{м})$$

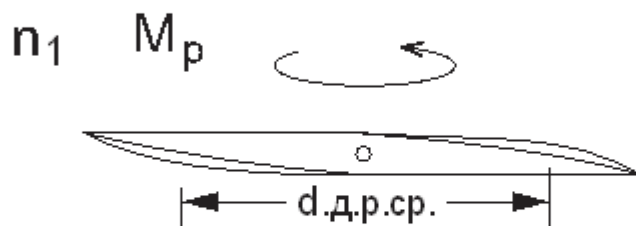


Рисунок 2.3. - Розрахункова схема диска

Згідно [8] при роботі ножом захоплюється приблизно 4% маси робочого середовища. Необхідний крутний момент для ножа у випадку м'ясного фаршу визначимо за формулою:

$$M_p := 52,5 \cdot M \cdot 0,04 \cdot d_{\text{д.р.ср}} \quad M_p = 20,672 \quad (\text{Н}^*\text{м})$$

					КРБ 353.00.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Синхронна кутова швидкість обертання вала двигуна рівна:

$$\omega_p := \frac{\pi \cdot n_p}{30} \quad \omega_p = 313.112 \quad (1/c)$$

Відповідно потужність електродвигуна:

$$P_p := M_p \cdot \omega_p \quad P_p = 6.473 \times 10^3 \quad (Вт)$$

Вибраний в технологічній частині двигун має наступні характеристики:

$$P_{дв} := 7500 \quad (Вт) \quad n_c := 3000 \quad (об/хв) \quad s := 2.1 \quad (\%)$$

Число обертів на валу 1:

$$n_1 := n_c \cdot \left(1 - \frac{s}{100}\right) \quad n_1 = 2.937 \times 10^3 \quad (об/хв)$$

Таким чином, для подальших розрахунків вихідні дані будуть наступними:

Момент на валу:

$$M_p = 20.672 \quad (Н^*м)$$

Число обертів вала:

$$n_1 = 2.937 \times 10^3 \quad (об/хв)$$

Кутові швидкості вала:

$$\omega_1 := \frac{\pi \cdot n_1}{30} \quad \omega_1 = 307.562 \quad (1/c)$$

Виконаємо розрахунок скребка

$$\text{Число обертів вала лопатки:} \quad n_l = 16 \quad (об/хв)$$

$$\text{В'язкість рецептурної суміші:} \quad \mu_\phi := 25 \quad (Па^*с)$$

Середній діаметр обертання лопаті:

$$d_{лп.р.ср} := 0.25 + \frac{(0.25 - 0.25)}{2} \quad d_{лп.р.ср} = 0.25 \quad (м)$$

					КРБ 353.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для визначення витрат потужності визначимо модифікований критерій Рейнольдса:

$$Re_{\Pi} := \frac{\rho_c \cdot \frac{n_{\Pi}}{60} \cdot d_{\text{лп.р.ср}}^2}{\mu_{\phi}} = 0.7$$

Значення критерію потужності:  $k_N := 23.5$

Витрати потужності:

$$P_{\Pi} := k_N \cdot \rho_c \cdot \left(\frac{n_{\Pi}}{60}\right)^3 \cdot d_{\text{лп.р.ср}}^5 = 116.978 \quad (\text{Вт})$$

Кутова швидкість обертання вала електродвигуна:

$$\omega_{\text{л.дв}} := \frac{\pi \cdot n_{\Pi}}{30} \quad \omega_{\text{л.дв}} = 1.676 \quad (1/\text{с})$$

Величина крутного моменту:

$$M_3 := \frac{P_{\Pi}}{\omega_{\text{л.дв}}} \quad M_3 = 69.816 \quad (\text{Н*м})$$

Зусилля на лопаті:  $F := \frac{M_3}{d_{\text{лп.р.ср}}} = 279.264 \quad (\text{Н})$

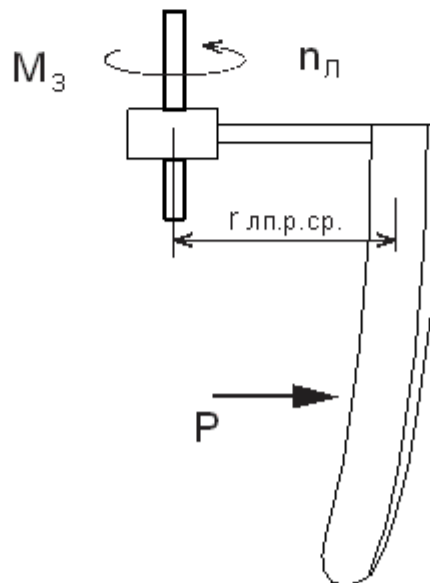


Рисунок 2.4. - Розрахункова схема скребка

					КРБ 353.00.00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибраний в технологічній частині двигун-редуктор типу МВз-90 має наступні характеристики:

$$P_{дв} := 300 \quad (\text{Вт}) \quad n_c := 16 \quad (\text{об/хв}) \quad s := 2.1 \quad (\%)$$

Число обертів на валу 2:

$$n_2 := n_c \cdot \left(1 - \frac{s}{100}\right) \quad n_2 = 15.664 \quad (\text{об/хв})$$

Таким чином:

Момент на валу:

$$M_3 = 69.816 \quad (\text{Н*м})$$

Число обертів вала:

$$n_2 = 15.664 \quad (\text{об/хв})$$

Кутова швидкість вала:

$$\omega_2 := \frac{\pi \cdot n_2}{30} \quad \omega_2 = 1.64 \quad (1/\text{с})$$

#### 2.4. Розрахунок діаметра вала приводу

Значення діаметра вала на приводі скребка розрахуємо з умови роботи його на кручення.

Допустиме напруження кручення:  $\tau_{в2.д} := 250 \cdot 10^6 \quad (\text{Па})$

$$d_2 := \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_3}{\pi \cdot \tau_{в2.д}}} \quad d_2 = 0.011$$

Приймаємо з запасом:  $d_2 := 0.012 \quad (\text{м})$

					КРБ 353.00.00.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## 2.5. Розрахунок і вибір параметрів шпонки для валу приводу

Приймаємо конструкцію шпонки- призматична зі скругленими кінцями. Розміри шпонки і пазів вибираємо згідно ГОСТ 23360-78. Матеріал шпонки-сталь 45 нормалізована.

Під веденим шківом із діаметром  $d_2 = 0.012$  (м) застосуємо шпонку із геометричними розмірами:

$$b_2 := 0.004 \quad (\text{м})$$

$$h_2 := 0.006 \quad (\text{м})$$

$$t_2 := 0.0025 \quad (\text{м})$$

$$l_2 := 0.020 \quad (\text{м})$$

Допустиме напруження зминання для матеріалу шпонки приймаємо:

$$\text{рівним} \quad \sigma_{\text{зм.ш}} := 270 \cdot 10^6 \quad (\text{Па})$$

Напруження на шпонці:

$$\sigma_{\text{зм.2}} := \frac{2 \cdot M_3}{d_2 \cdot (h_2 - t_2) \cdot (l_2 - b_2)}$$

$$\sigma_{\text{зм.2}} = 2.078 \times 10^8 \quad (\text{Па})$$

Умова міцності виконується.

					<i>КРБ 353.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.6. Розрахунок параметрів скребкової мішалки

З метою спрощення розрахунків розглянемо мішалку як вертикальну прямокутну. Лобова поверхня мішалки, яка витісняє рідину, в загальному випадку

$$F_{\text{л}} = b \cdot h \cdot \sin(\beta)$$

$b := 0.025$  довжина (виліт) лопатки, м

$h := 0.375$  глибина занурення лопатки, м

$\beta := \frac{\pi}{2}$  кут нахилу лопатки до напрямку руху

$$F_{\text{л}} := b \cdot h \cdot \sin(\beta) = 9.375 \times 10^{-4} (\text{м}^2)$$

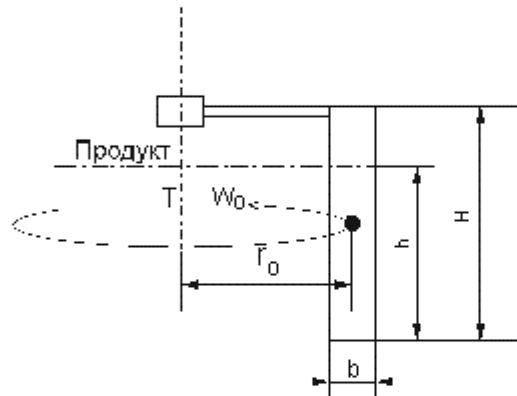


Рисунок 2.5. - Розрахункова схема скребка

Колова швидкість центра мас лопатки

$$\omega_0 = \frac{\pi \cdot r_0 \cdot n}{30}$$

$r_0 := 0.247$  віддаль від центра мас лопатки до осі обертання в м

$n := 15.6$  число обертів лопатки за хв.

$$\omega_0 := \frac{\pi \cdot r_0 \cdot n}{30} = 0.404 \quad (\text{м/с})$$

Вага продукту, що витісняється лопаткою

$$G = F_{\text{л}} \cdot \omega_0 \cdot \gamma$$

					КРБ 353.00.00.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\gamma := 1050$       питома вага продукту в  
кг/м<sup>3</sup>

$$G := F_{\text{л}} \cdot \omega_0 \cdot \gamma = 3.972 \quad (\text{Н})$$

Лопатка, будучи спочатку нерухомою, отримавши задане число обертів і надавши при цьому рідині швидкість

$\omega_0$  виконує роботу, рівну живій силі, рухомої маси

рідини, а саме

$$T = \frac{m \cdot \omega_0^2}{2} = \frac{G \cdot \omega_0^2}{2 \cdot g} = \frac{F_{\text{л}} \cdot \omega_0^3 \cdot \gamma}{2 \cdot g}$$

$m$       маса рідини в кг\*с<sup>2</sup>/м

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

Як виявляється, лопата при одній і тій же поверхні  $F_{\text{л}}$  виконує різну роботу, яка залежить від відношення  $\frac{b}{h}$ . Тому дійсна витрата роботи на одну лопатку для досягнення  $n$  обертів на хвилину

$$T_1 = \frac{\phi \cdot F_{\text{л}} \cdot \omega_0^3 \cdot \gamma}{2 \cdot g}$$

де  $\phi$  коефіцієнт форми лопаток. Для прямокутних лопаток  $\phi$  визначається відношенням  $\frac{b}{h}$

$b/h$	1	2	4	10	18	18 → 18
$\phi$	1.1	1.15	1.19	1.29	1.4	2.0

Для проміжних значень коефіцієнт  $\phi$  знаходиться шляхом прямолінійної інтерполяції.  $\frac{b}{h} = 0.067$ . Тоді  $\phi := 1.024$

$$T_1 := \frac{\phi \cdot F_{\text{л}} \cdot \omega_0^3 \cdot \gamma}{2 \cdot 9.81} = 0.034$$

					КРБ 353.00.00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для вертикальних прямокутних мішалок, коли  $b = \frac{D_2 - D_1}{2}$  потужність,

яка споживається мішалкою в пусковий період, буде

$$N_r = 3 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{\phi \cdot z \cdot h}{\eta} \cdot (D_2^4 - D_1^4) \cdot n^3 \cdot \gamma \quad \text{кВт}$$

$D_2 := 0.528$  приведений діаметр кола, описаного зовнішньою стороною мішалки, м

$D_1 := 0.48$  приведений діаметр кола, описаного внутрішньою стороною мішалки, м

$z := 1$  число лопатей.

$$N_r := 3 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{\phi \cdot z \cdot h}{\eta} \cdot (D_2^4 - D_1^4) \cdot n^3 \cdot \gamma = 0.126 \quad (\text{кВт})$$

					<i>КРБ 353.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3. Технологічна частина

#### 3.1 Заходи з технічної експлуатації кутера марки ИПКС-032

Дотримуйтеся необхідних заходів безпеки перед початком роботи.

Перевірте наявність і рівень масла в мотор-редукторі і при необхідності долийте згідно технічної документації.

Якщо між виготовленням і введенням в експлуатацію різачка пройшло більше 6 місяців, скребкове лезо лопатевої мішалки необхідно демонтувати і кип'ятити у воді 2 години.

Теплова оболонка фрези виготовлена з тонких листів корозійностійкої сталі, яка може розширюватися під високим надлишковим тиском, потенційно спричиняючи розрив зварних швів.

Щоб уникнути подібних ситуацій, при установці крана і підготовці його до роботи слід дотримуватися наступних правил:

- Гарячу і холодну воду подавати так, щоб тиск на вході в тепловий кожух не перевищував 0,2 МПа;
- Зовнішні вентилі на виході теплоагентів повинні бути відкриті, коли подається достатня кількість теплоносія.

Перевірити сигналізацію, роботу стартера, автоматичне блокування приводів мішалок.

- Увімкніть живлення різачка, повернувши ручку пакетного перемикача на правій стороні панелі керування в положення «ВКЛ», при цьому горить контрольна лампочка «Живлення»;

- По черзі натискайте кнопки «Пуск» (чорна) і «Стоп» (червона) під написами «Ротор» і «Мішалка».

					<i>КРБ 353.00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Караба Ю.Я.</i>			<i>3. Технологічна частина</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Деркач А.В.</i>					27	
<i>Реценз.</i>						<i>гр. МОс-41</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Ворощук В.Я.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>						

Виконують стартування і зупинку електричних двигунів ротора подрібнювача, скребкової мішалки, вакуумнасоса.

Запустіть привід мішалки, натиснувши кнопку «Пуск» (чорна) під пластиною «Мішалка».

Натисніть сенсорну кнопку (нижня межа, червона кнопка) першої контрольної точки, щоб встановити задану температуру охолодження;

Вимкніть живлення, повернувши ручку автоматичного вимикача в положення «вимкнено», і індикатор під табличкою «живлення» згасне.

Несправності призводять до виходу з ладу ротора, простоїв, передчасного зносу деталей і механізмів, зниження якості продукції та ефективності процесу.

Завжди тримайте ротор в чистоті.

Періодично треба перевіряти на міцність кріплень і за необхідності затягуйте болти та гайки.

### 3.2. Розробка графіка ППР кутера марки ИПКС-032

В даному випадку найчастіше застосовують децентралізовану систему організації ремонту.

Складемо графік ППР на наступний рік для кутера марки ИПКС-032. Останнім був капітальний ремонт в червні 2020 року. Очікуваний графік роботи – 2 зміни. З часу останнього кап.ремонт магіна напрацювала 2450 год.

При роботі у двозмінному режимі тривалість ремонтного циклу складає  $T_{\text{ц}}=36\text{міс}=12600\text{год}$ , тривалість міжремонтного періоду  $T_{\text{р}}=9\text{міс}=3150\text{ год}$  і тривалість періоду між ТО  $T_{\text{то}}=1\text{міс}=350\text{ год}$ .

Структура ППР кутера марки ИПКС-032 має наступний вигляд:

К-ТО-М1-ТО-М2-ТО-М3-ТО-М4-ТО-М5-ТО-С-ТО-М6-ТО-М7-ТО-М8-  
ТО-М9-ТО-М10-ТО-К

Часовий відрізок до крайнього капремонту К - 36 міс., середнього С - 18 міс., малого М - 3 міс., технічного огляду ТО - 1,5 міс.

Визначимо трудомісткість робіт.

$$T_{\text{м.ч}} = K_{\text{р}} * R_{\text{м}}$$

					<i>КРБ 353.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де Кр – коефіцієнт ремонту машини, люд.-год;

Рм - категорія ремонтоскладності.

Таблиця 3.2.

Графік планово-попереджувального ремонту кутера марки ИПКС-032

№ п/п	Обладнання	Тип, марка	Інвентарний номер	Час вводу в експлуатацію	Останній ремонт в попередньому році		Строк служби чи напрацювання з часу останнього ремонту		Тривалість			План і виконання	
					Вид	Міс	Ремонт	ТО	Ремонтного циклу	Періодів			
										Ремонтами	ТО		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
	Кутер	ИПКС-032	1	2020					12/4200	3/1050	1/350	Строк служби, міс/год	Планові Очікування
												План	
												Виконання	

Напрацювання і види ремонтів і ТО по місяцях і їх трудомісткість												Загальна трудомісткість робіт			
Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Всього	Слюсарні	Верстатні	Інші
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	32	23,04	6,4	5,56
ТО/1	ТО/1	М <sub>1</sub> /7	ТО/1	ТО/1	ТО/1	ТО/1	ТО/1	ТО/1	ТО/1	ТО/1	ТО/1				

Визначимо трудомісткість за три роки. Тут: ТО = 1, М = 7,0, С = 21, К = 35 (люд.-год). Тоді:.

																Арк.	
																	29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата													

КРБ 353.00.00.000 ПЗ

$12 * 1 + 10 * 7 + 1 * 21 + 1 * 35 = 138$  люд.-год

По операціях:

Слюсарні операції:  $138 * 0,72 = 99,36$  люд.-год

Верстатні операції  $138 * 0,2 = 27,6$  люд.-год

Інші операції  $163 * 0,08 = 11,04$  люд.-год.

### 3.3. Технологія розбирання та складання вузла привідного вала кутера марки ИПКС-032

Для проведення діагностики виконують розбирання вузла привідного вала, деталі якого підлягають ремонту. Послідовність складання вузла привідного вала кутера марки ИПКС-032, необхідне обладнання і технічні вимоги подамо у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Таблиця 3.1.– Порядок збирання вузла привідного вала, кутера марки ИПКС-032, необхідне обладнання і технічні вимоги.

№ п/п	Операції і переходи	Інструмент, пристосування, матеріал	Технічні вимоги на розбирання вузла	Професія і розряд робочого	Норма часу, хв.
1	2	3	4	5	6
1.	На вал 1 вставляємо підшипник 12	Механічний прес	Підшипник нагріти в оливі до $70...80^{\circ}\text{C}$ , перевірити легкість прокручування	Слюсар III розряду	
2.	Вал 1 зі підшипником 12 вставляємо в гільзу 13	Механічний прес	Встановити без перекоосу	-- // --	

										Арк.
										30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

КРБ 353.00.00.000 ПЗ



Продовження таблиці 3.1.

1	2	3	4	5	6
3.	На вал 1 вставляємо підшипник 14	Механічний прес	Підшипник нагріти в оліві до 70...80°C, перевірити легкість прокручування	-- // --	
4.	В гільзу 13 встановлюєм пластину 18		Встановити без перекосу	-- // --	
5.	Закріплюєм пластину 18 болтами 15 з шайбами 16 та 17	Ключ II-8-05	Перевірити надійність кріплення	-- // --	
6.	В гільзу 13 встановлюєм пластину 11		Встановити без перекосу	-- // --	
7.	В гільзу 13 встановлюєм демпфер 10		Встановити без перекосу	-- // --	
8.	В кришку 5 встановлюєм кільце масло знімне 6		Встановити без перекосу	-- // --	
9.	Кришку 5 в зборі встановлюєм в кришку 2	Механічний прес	Встановити без перекосу	-- // --	
10.	Закріплюєм кришку 4 болтами 7 з шайбами 9 та 8	Ключ II-8-05	Перевірити надійність кріплення	-- // --	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ 353.00.00.000 ПЗ

Арк.

31

Продовження таблиці 3.1.

1	2	3	4	5	6
11.	Кришку 2 в зборі встановлюємо в гільзу 13	Механічний прес	Встановити без перекоосу	-- // --	
12.	Встановлюємо в кришку 2 манжети 4	Механічний прес	Встановити без перекоосу	-- // --	
13.	Встановлюємо в кришку 2 Кільце бризкозахисне 3	Механічний прес	Встановити без перекоосу	-- // --	

Після ремонту кутер встановлюється в технологічну лінію виробництва ковбас.

### 3.4. Розробка технології виготовлення гільзи

#### 3.4.1 Опис призначення та конструкції гільзи. Аналіз технічних умов.

Дана деталь (рис.3.1) являє собою гільзу. Деталь має ступінчасту форму, ступінчастий осьовий отвір для виходу вала з канавкою для сальникового ущільнення і 6 різьбових отворів для кріплення стакана.

Найбільш точним в даній деталі є осьовий наскрізний отвір з точністю виготовлення по 9-му квалітету точності і параметром шорсткості Rz20.

					<i>КРБ 353.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

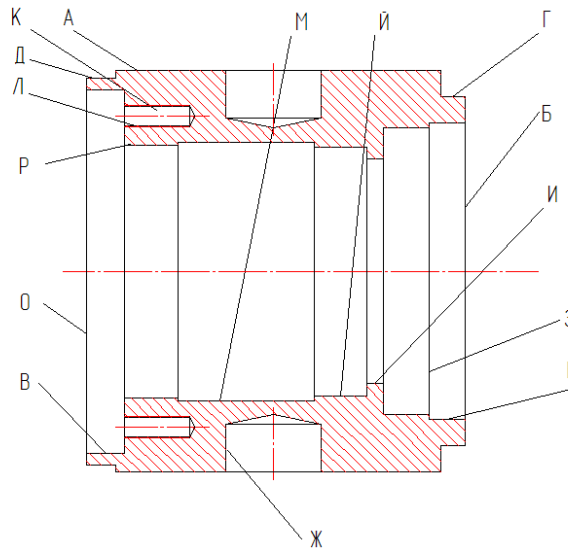


Рис. 3.1 - Ескіз гільзи з позначеними поверхнями.

Деталь виготовляється з сталі Ст3, механічні властивості якої приведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2.

Хімічний склад Ст 3 ГОСТ 1050 – 89 в %.

С	Si	Mn	Ni	Cr	S	P
0,23-0,32	0,17-0,31	0,5-0,8	0,3	0,3	0,06	0,06

Таблиця 3.3

Основні механічні властивості вуглецевої сталі Ст3

Межа міцності $\sigma_B$ , МПа	Межа текучості, $\sigma_T$ , МПа	Межа витривалості при згині, $\sigma_{-1}$ , МПа	Твердість за Бріннелем, МПа	Відносне видовження, %
380-470	210-240	170-220	1310	21-23

Технічні умови на виготовлення гільзи кутера подамо у вигляді таблиці 3.4.

					КРБ 353.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Таблиця 3.4. Аналіз технічних умов гільзи кутера

Поверхня	ТУ або вимога	Метод отримання	Метод контролю
А, К, М, О, Д, П, З	Точність по 14 квалітету, шорсткість Rz 80	Розточування та розточування чорнове	Штангенциркуль ШЦ-1-125 ГОСТ 166-80
Б, В, Г, Е, Ж	Точність по 12 квалітету. шорсткість Ra 3,2...6,3	Розточування та розточування напівчистове	– // –
Р, В, Е	Точність по 9 квалітету, шорсткість Ra 2,5	Розточування чистове	– // –
Л, Н	Точність по 10 квалітету, шорсткість Ra 2,5	Свердління, Цекування	– // –

### 3.4.2. Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки для гільзи кутера

Порівнюємо варіанти виготовлення з прокату і з штамповки.

Маса заготовки з прокату (пруток):

$$M_i = \frac{\pi \cdot d_{\xi}^2}{4} \cdot l_{\xi} \cdot \rho = \frac{3,14 \cdot (170 \cdot 10^{-3})^2}{4} \cdot 0,044 \cdot 7800 = 12,69 \text{ кг.}$$

Орієнтовна маса штамповки:

$$M_{\phi} = \left( \frac{3,14 \cdot 170^2 \cdot 44}{4} - \frac{3,14 \cdot 90^2 \cdot 22}{4} - \frac{3,14 \cdot 27^2 \cdot 322}{4} \right) \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 8,2 \text{ тг}$$

$$\frac{12,69 - 8,2}{12,69} = 0,26 = 26\% \gg 15\%$$

Отже доцільніше використовувати штамповку.

Оцінимо доцільність використання штамповки з економічної точки зору.

1) Знайдемо вартість штамповки [13]:

Маса деталі:  $g = 6,8 \text{ кг}$   $C_i = 1060 \text{ грн}$   $S_{\text{відк}} = 184 \text{ грн}$

$$S_{\text{заг}} = \frac{1060}{1000} \cdot 1,98 \cdot 1 \cdot 1,29 \cdot 0,83 \cdot 1,21 \cdot 0,77 - (8,2 - 6,8) \cdot \frac{184}{1000} = 15,9 \text{ грн.}$$

2) Вартість прокату [13]:

$S_i = 950 \text{ грн}$  – приведена вартість заготовок

$$S_{\text{çàä}} = \frac{Q \cdot S_i}{1000} - (Q - g) \cdot \frac{S_{\text{âäö}}}{1000} = \frac{2,69 \cdot 950}{1000} - (12,69 - 6,8) \cdot \frac{184}{1000} = 25,32 \text{ грн.}$$

Вартість виготовлення з прокату суттєво вища, таким чином доцільніше використати штамповку.

### 3.4.3. Вибір технологічних баз

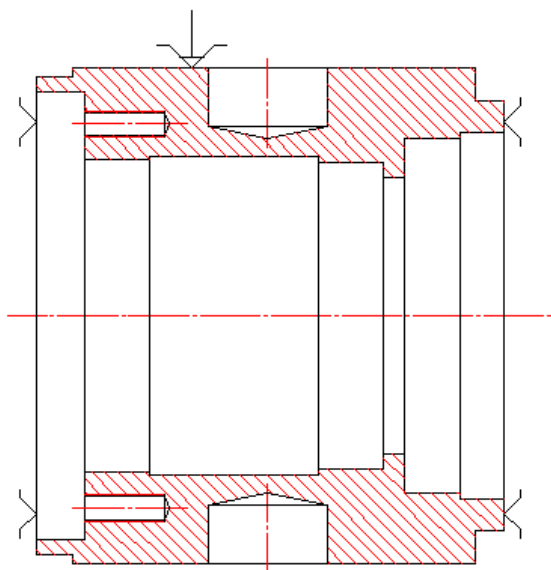


Рис. 3.2.– Схема базування заготовки гільза

					КРБ 353.00.00.000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для виконання технічних робіт необхідно не тільки закріпити заготовку, а й унеможливити її переміщення відносно пристосувань під час обробки. У зв'язку з цим при виготовленні заготовок з пристосуваннями вирішуються дві задачі: орієнтація і досягнення нерухомості за допомогою фіксації заготовки. Ці завдання вирішуються однаково, а саме шляхом накладання постійних зв'язків на можливі переміщення заготовки в просторі.

### 3.4.4. Вибір технологічного маршруту мехобробки гільз

Таблиця 3.5. – Технологічний маршрут механічної обробки гільзи.

№ операції.	Назва операції (переходу)	Оброблювана поверхня	Базова поверхня	Обладнання	Схема
1	2	3	4	5	6
005 установ А	Токарно-гвинторізна 1. Розточити поверхню до розміру $\varnothing$ 94 довжину 158 мм 2. Розточити поверхню до розміру $\varnothing$ 120Н8 довжину 24 мм 3. Розточити поверхню до розміру $\varnothing$ 124Н8 довжину 15 мм 4. Точити поверхню в $\varnothing$ 146 довжину 10 мм	ДИ,  З  Е  Б, Г	Поверхня заготовки	Токарно-гвинторізний верстат 16К20	

Продовження таблиці 3.5.

1	2	3	4	5	6
установ Б	Токарно-гвинторізна 5. Розточити поверхню до розміру $\varnothing$ 106H7 довжину 117 мм 6. Розточити поверхню до розміру $\varnothing$ 108 довжину 95 мм 7. Розточити поверхню до розміру $\varnothing$ 152H9 довжину 16 мм 8. Точити поверхню в розмір $\varnothing$ 168 довжину 148 мм 9. Точити поверхню в розмір $\varnothing$ 153H9 довжину 16 мм	Й  Р  М  В  Д	Д	Токарно-гвинторізний верстат 16К20	

Продовження таблиці 3.5.

1	2	3	4	5	6
010	<p>Вертикально-свердлильна</p> <p>1. Свердлити почергово 6 отворів Ø 8.8 мм глибиною 27 мм</p> <p>2. Нарізати різь послідовно в 6 отворів М10 мм глибиною 24 мм</p>	<p>В</p> <p>М</p> <p>В</p>	Л, К	Вертикально-свердлильний верстат 2Н125	
010	<p>3. Свердлити послідовно 2 отвори Ø 40Н8 мм глибиною 20 мм</p>	В	Ж	Вертикально-свердлильний верстат 2Н125	

При обробці литих заготовок необроблену поверхню можна використовувати як основу лише для перших кількох операцій обробки. При виборі основи слід також розуміти, що більша точність обробки досягається, якщо для всіх операцій обробки використовується одна і та ж базова поверхня, тобто зберігається принцип єдності основи.

Рекомендується також підтримувати принцип комбінування бази, використовуючи базу проектування та базу вимірювань як площини технічної бази.



3.4.5. Визначення припусків та міжопераційних розмірів, проектування  
заготовки

Аналітично припуски знайдемо для найбільш точного розміру  $\varnothing 106H7$ .  
Сумарні просторові відхилення для випадку напівчистої обробки:

$$\rho = \sqrt{(0.7 \cdot 52)^2 + (0.7 \cdot 10)^2} = 37 \text{ (мкм)}.$$

Похибка встановлення буде:

$$\varepsilon_6 = \delta_a = 560 \text{ (мкм)}; \varepsilon_3 = 80 \text{ (мкм)}; \boxed{\phantom{000000}} \text{ (мкм)}.$$

Мінімальний припуск:

$$2Z_{\min} = 2(20 + 140 + \sqrt{37^2 + 566^2}) = 567 \text{ (мкм)}.$$

Значення сумарного просторового відхилення при чистовій обробці:

$$\rho_r = 0.05 \rho = 0.05 \cdot 37 = 1.85 \text{ мкм} \approx 2 \text{ мкм}.$$

Похибка встановлення:

$$\varepsilon_r = 0.05 \varepsilon = 0.05 \cdot 566 = 28 \text{ (мкм)}.$$

$$\text{Тоді } 2Z_{\min} = 2(10 + 50 + \sqrt{2^2 + 28^2}) = 176 \text{ (мкм)}.$$

Знайдемо граничні значення розмірів:

$$d_{\min \varnothing} = d_{\text{ном}} - EI = 106 - 0 = 106 \text{ (мм)}.$$

$$d_{\max \varnothing} = d_{\text{ном}} + ES = 106 + 0.03 = 106.03 \text{ (мм)}.$$

$$d_{\max \text{ мч}} = d_{\max \varnothing} - 2Z_{\min \text{ мч}} = 106.03 - 0.176 = 105.854 \text{ (мм)}.$$

$$d_{\min \text{ мч}} = d_{\max \text{ мч}} - \delta_{\text{мч}} = 105.854 - 0.17 = 105.684 \text{ (мм)}.$$

$$d_{\max \text{ з}} = d_{\max \text{ мч}} - 2Z_{\min \text{ мч}} = 105.684 - 1.457 = 104.227 \text{ (мм)}.$$

$$d_{\min \text{ з}} = d_{\max \text{ мч}} - \delta_{\text{мч}} = 104.227 - 0.64 = 103.587 \text{ (мм)}.$$

Знайдемо граничні значення припусків:

$$2Z_{\min \text{ ч}} = d_{\max \text{ ч}} - d_{\max \text{ мч}} = 106.03 - 105.854 = 0.176 \text{ (мм)};$$

$$2Z_{\min \text{ мч}} = d_{\max \text{ мч}} - d_{\max \text{ з}} = 105.854 - 104.227 = 1.627 \text{ (мм)};$$

$$2Z_{\max \text{ ч}} = d_{\min \text{ ч}} - d_{\min \text{ мч}} = 106 - 105.684 = 0.316 \text{ (мм)};$$

$$2Z_{\max \text{ мч}} = d_{\min \text{ мч}} - d_{\min \text{ з}} = 105.684 - 103.587 = 2.097 \text{ (мм)}.$$

Знайдемо загальний припуск:

$$2Z_{0 \min} = 2Z_{\min \text{ ч}} + 2Z_{\min \text{ мч}} = 0.176 + 1.627 = 1.803 \text{ (мм)};$$

					КРБ 353.00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$2Z_{0\max} = 2Z_{\max\text{ ч}} + 2Z_{\max\text{ мч}} = 316 + 2097 = 2413 \text{ (мкм)}.$$

Перевірка:

$$2Z_{\max\text{ ч}} - 2Z_{\min\text{ ч}} = 316 - 176 = 140 \text{ (мкм)};$$

$$\delta_{\text{мч}} - \delta_{\text{ч}} = 170 - 30 = 140 \text{ (мкм)};$$

$$2Z_{\max\text{ нч}} - 2Z_{\min\text{ нч}} = 2097 - 1627 = 470 \text{ (мкм)};$$

$$\delta_{\text{з}} - \delta_{\text{мч}} = 640 - 170 = 470 \text{ (мкм)}.$$

Таблиця 3,6 - Розрахунок припусків і граничних розмірів на розмір гільзи кутера  $\varnothing 106\text{H}7$

Технологічний перехід	Елементи припуску, мкм				$2Z_{\min}$ мкм	$\delta$ , мкм	Гр.розмір		Гр. припуск	
	$R_z$	$T$	$\rho$	$\epsilon$			$l_{\min}$	$l_{\max}$	$Z_{\min}$	$Z_{\max}$
Заготовка	20	40	55	—	—	640	104.58	104.22	—	—
Розточування напівчистове	10	50	3	566	2728.5	170	105.68	105.85	1627	2097
Розточування чистове	$R_a 1.2$	—	—	28	288	30	10	106.03	176	316

Для усіх інших розмірів припуски знайдемо табличним методом (Таблиця 3.8).

Таблиця 3.8 - Табличні значення припусків для гільзи

Поверхня	Розмір, мм	Припуски, мм		Допуски, мм
		табличний	розрахунковий	
Д	358	1,6	—	+1/-0,5
А, Ж, Л, Г	торці	1,0	—	+1/-0,5
З	$\varnothing 162$	2,6	—	+1/-0,5
К	$\varnothing 200$	2,5	—	+1/-0,4
Е	фаска	2,5	—	+1,5/-0,5
Б	$\varnothing 406$	1,5	—	+2/-0,8
В	$\varnothing 6$	0,5	—	+1,5/-0,6
М	М6	1,0	—	+1/-0,5

					КРБ 353.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

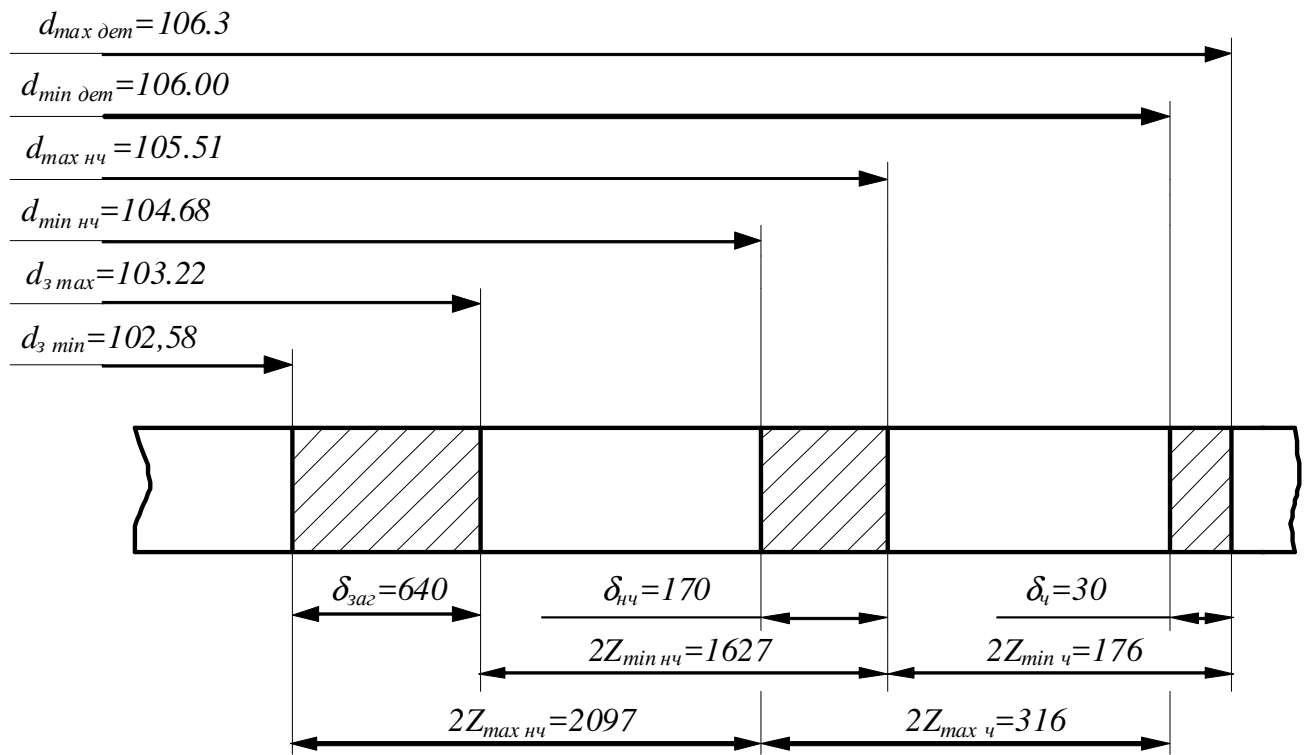


Рис. 3.3 - Схема розміщення припусків на розмір гільзи кутера  
 $\varnothing 106H7$

					КРБ 353.00.00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4.6. Вибір інструменту, методів та засобів технічного контролю при виготовленні гільзи кутера

Таблиця 3.9. – Вибір ріжучого і вимірювального інструменту.

№ оп.	Назва операції (переходу)	Ріжучий інструмент	Вимірювальний інструмент
1	2	3	4
005	Токарно-гвинторізна		
	1. Розточити поверхню до розміру $\varnothing$ 94 довжину 158 мм	Різець розточний ГОСТ 18877-73;	Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ166-80 - // -
	2. Розточити поверхню до розміру $\varnothing$ 120H8 довжину 24 мм	Різець розточний ГОСТ 18877-73;	- // -
	3. Розточити поверхню до розміру $\varnothing$ 124H8 довжину 15 мм	Різець розточний ГОСТ 18877-73;	- // -
	4. Точити поверхню в $\varnothing$ 146 довжину 10 мм	Різець токарний прохідний упорний ГОСТ 18892-70;	
	5. Розточити поверхню до розміру $\varnothing$ 106H7 довжину 117 мм	Різець розточний ГОСТ 18877-73;	- // -
	6. Розточити поверхню до розміру $\varnothing$ 108 довжину 95 мм	Різець розточний ГОСТ 18877-73;	- // -
	7. Розточити поверхню до розміру $\varnothing$ 152H9 довжину 16 мм	Різець розточний ГОСТ 18877-73;	- // -
	8. Точити поверхню в розмір $\varnothing$ 168 довжину 148 мм	Різець токарний прохідний ГОСТ 18892-70;	
	9. Точити поверхню в розмір $\varnothing$ 153H9 довжину 16 мм	Різець токарний прохідний упорний ГОСТ 18892-70;	- // -

Продовження таблиці 3.9.

1	2	3	4
010	Вертикально-свердлильна		Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1
	1. Свердлити почергово 6 отворів Ø 8.8 мм глиюиною 27 мм	Свердло Ø8,8 ГОСТ10903-77	
	2. Нарізати різь послідовно в 6 отворів М10 мм глибиною 24 мм	Мітчик М10 ГОСТ 10421-79	- // -
	3. Свердлити послідовно 2 отвори Ø 40Н8 мм глиюиною 20 мм	Свердло Ø40,0 ГОСТ10903-77	- // -

3.4.7. Розрахунок режимів різання по операціях

Режими різання для розточування отвору Ø106Н7 розрахуємо аналітично, для решти переходів - нормативним методом.

Вихідні дані:

Верстат 16КП50.

Заготовка – штампова ГKM ст. 3.

Інструмент:

а) для чорнового точіння – різець прохідний упорний Т5К10.

б) для чистового точіння – різець прохідний упорний матеріал Т5К10.

Кріплення заготовки – трикцлячковий патрон.

1) За загальним припуском 2,5 мм встановлюємо:

а) при чорновому точінні  $t = 2,5 - 0,25 = 2,25$  мм;

б) при чистовому точінні  $t = 0,25$  мм.

2) Подачі:

а) для чорнового точіння  $S = 0,8$  мм/об;

б) для чистового точіння  $S = 0,8$  мм/об.

					КРБ 353.00.00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коректуємо подачі за паспортом верстату,  $S = 0,8 \text{ мм/об}$ .

Матеріал пластинки твердого сплаву може витримувати допускає подачу  $S = 2,6 \text{ мм/об}$ .

Для забезпечення шорсткості  $Rz 20$  в процесі чистового точіння допустима подача  $S = 0,6 \text{ мм/об}$ ; ([5] табл.14, с.268).

Остаточню уточнюємо подачі за паспортом верстату.

а) для чорнового точіння  $S = 0,8 \text{ мм/об}$ ;

б) для чистового точіння  $S = 0,6 \text{ мм/об}$ .

3) Швидкість різання визначаємо за формулою:

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

де  $C_v, x, y, m$  – коефіцієнти:

$C_v = 350; x = 0,15; y = 0,45; m = 0,2$  для чистового і для чорнового точіння.

$T = 50 \text{ хв}$  – період стійкості різця.

$K_z = 0,95, n_v = 1, K_{nv} = 0,9, K_{uv} = 0,65$ .

$$K_{mv} = K_z \cdot \left( \frac{750}{\sigma_s} \right)^{n_v} = 0,95 \cdot \left( \frac{750}{550} \right)^1 = 1,29.$$

$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} = 1,29 \cdot 0,9 \cdot 0,65 = 0,76$ .

Тоді швидкість різання буде складати

а) при чорновому точінні

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{350}{50^{0,2} \cdot 2,1^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,76 = 74,4 \text{ м/с};$$

б) при чистовому точінні

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{350}{50^{0,2} \cdot 0,25^{0,15} \cdot 0,86^{0,45}} \cdot 0,76 = 116,6 \text{ м/с}.$$

4) Частота обертання шпинделя

а) при чорновому точінні

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 74,4}{3,14 \cdot 162} = 145 \text{ об/хв};$$

уточнюємо по паспорту  $n = 100 \text{ об/хв}$ .

					<i>КРБ 353.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

б) при чистовому точінні

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 116,6}{3,14 \cdot 162} = 228 \text{ об/хв.}$$

по паспорту буде  $n = 250 \text{ об/хв.}$

5) Фактична швидкість різання складатиме.

а) при чорновому точінні

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 162 \cdot 100}{1000} = 50,86 \text{ м/с;}$$

б) при чистовому точінні

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 162 \cdot 250}{1000} = 127,17 \text{ м/с.}$$

б) Потужність на різання

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60};$$

де  $P_z$  – тангенціальна сила;

$$C_p = 300; x = 1; y = 0,75, n = -0,15$$

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_6}{750} \right)^n; n = 0,75$$

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_6}{750} \right)^n = \left( \frac{550}{750} \right)^{0,75} = 0,79;$$

$K_{\varphi p} = 0,89$  - для чорнового точіння,  $K_{\varphi p} = 1$  - для чистового точіння.

$$K_{\gamma p} = 1,1;$$

$$K_{\lambda p} = 1; K_{\varepsilon p} = 1$$

$$K_{p1} = 0,79 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,77;$$

$$K_{p2} = 0,79 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,87.$$

Тоді

$$P_{z1} = 10 \cdot 300 \cdot 2,1^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 64,3^{-0,15} \cdot 0,77 = 2197 \text{ Н;}$$

$$P_{z2} = 10 \cdot 300 \cdot 0,25^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 120,3^{-0,15} \cdot 0,87 = 217 \text{ Н.}$$

					КРБ 353.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Таблиця 3.10 – Режими різання по операціях

Назва операції, зміст переходу	$D$ , мм	$L$ , мм	$t$ , мм	$n$ , об/хв	$v$ , м/хв	$T_m$ , хв	$S$ , мм/об
<b>005 Токарно-гвинторізна</b>							
1. Розточити поверхню до розміру $\varnothing 94$ довжину 158 мм	94	19	–	200	64,7	0,18	0,08
2. Розточити поверхню до розміру $\varnothing 120H8$ довжину 24 мм	120	35	2,5	51,7	51,7	0,64	0,16
3. Розточити поверхню до розміру $\varnothing 124H8$ довжину 15 мм	124	35	1,5	1400	13,1	0,05	0,068
4. Точити поверхню в $\varnothing 146$ довжину 10 мм	146	69	7,5	800	37,6	0,79	0,06
5. Розточити поверхню до розміру $\varnothing 106H7$ довжину 117 мм	106	69	12,5	240	30,1	0,79	0,24
6. Розточити поверхню до розміру $\varnothing 108$ довжину 95 мм	108	44	2,25	315	59,5	1,1	0,16
7. Розточити поверхню до розміру $\varnothing 152H9$ довжину 16 мм	152	23	5	300	49	0,62	0,11
8. Точити поверхню в розмір $\varnothing 168$ довжину 148 мм	168	19	–	–	64,7	0,18	0,08
9. Точити поверхню в розмір $\varnothing 153H9$ довжину 16 мм	153	35	2,5	2,5	51,7	0,64	0,16
<b>010 Вертикально-свердлильна</b>							
1. Свердлити почергово 6 отворів $\varnothing 8.8$ мм глибиною 27 мм	8,8	18	3,2	435	28,2	1,2	0,8
2. Нарізати різь послідовно в 6 отворів $M10$ мм глибиною 24 мм							
3. Свердлити послідовно 2 отвори $\varnothing 40H8$ мм глибиною 20 мм	10	1	2,6	435	6,8	1,12	0,9
	40	8	1	100	2,5	3,12	-

Потужність для різання

					<i>КРБ 353.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46



а) для чорнового точіння

$$N = \frac{P_{z1} \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{2197 \cdot 50,86}{1020 \cdot 60} = 1,83 \text{ кВт};$$

б) для чистового точіння

$$N = \frac{P_{z1} \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{217 \cdot 127,17}{1020 \cdot 60} = 0,37 \text{ кВт}.$$

7) Потужність на шпинделі буде рівна

$$N_{шт} = N_{дв} \cdot \eta = 11 \cdot 0,75 = 8,25 \text{ кВт}.$$

Потужність на шпинделі є вищою від необхідної потужності, отже верстат зможе забезпечити виконання даних операцій.

#### 3.4.8. Технічне нормування розробленого техпроцесу

Технічні норми часу розраховуються аналітичним методом і згідно “Загальномашинобудівних норм часу”.

Штучний час знаходимо по формулі:

$$T_{шт} = T_m + T_v ( 1 + (\alpha_{обс} + \alpha_{отп}) / 100 ) , \text{ хв}$$

де  $T_m$  – затрати машинного часу, хв;

$T_v$  - затрати допоміжного часу, хв;

$\alpha_{обс} = 3.5$  хв - затрати часу на обслуговування робочого місця;

$\alpha_{отп} = 4$  хв - затрати часу на відпочинок, хв.

Штучно - калькуляційний час буде рівний:

$$T_{ш.к.} = T_{шт} + T_{п.з.} / n , \text{ хв}$$

де  $T_{п.з.}$  - затрати підготовчо - заключного часу, хв;

$n = 100$ шт - партія деталей.

Розрахунок інших норм часу ведемо аналогічно і результати заносимо в таблицю 3.11.

					КРБ 353.00.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.11 - Норми часу

Операція	T <sub>м</sub> , хв.	T <sub>в</sub> , хв.	α <sub>обс.</sub> , хв.	α <sub>отл.</sub> , хв.	T <sub>шт.</sub> , хв.	T <sub>п.з.</sub> , хв.	T <sub>ш.к.</sub> , хв.,
005 Токарно-гвинторізна							
1-й перехід	0,18	0.28	3,5	4	0,46	45	0,91
2-й перехід	0,64	0.28	3,5	4	0,92	45	1,09
3-й перехід	0,05	0.28	3,5	4	0,33	45	0,5
4-й перехід	0,79	0.28	3,5	4	1,07	45	1.24
5-й перехід	0,89	0.28	3,5	4	1,17	45	1.34
6-й перехід	1,1	0.28	3,5	4	1,28	45	1,55
7-й перехід	0,62	0.28	3,5	4	0,9	45	1,07
8-й перехід	0,18	0.28	3,5	4	0,46	45	0,91
9-й перехід	0,64	0.28	3,5	4	0,92	45	1,09
010 Вертикально-свердлильна							
1-й перехід	1,2	0.4	4	4	1,34	16	3,36
2-й перехід	1,12	0.4	4	4	1,34	16	2,84
3-й перехід	1,12	0.4	4	4	1,34	16	2,84

## 4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці

### 4.1 Заходи з охорони праці

Виробництво ковбас забезпечується за допомогою наступного технологічного обладнання: конвейерний стіл, волчок, фаршемішалка, насос для фаршу, кутер, волчок, підйомники, установка для формування ковбасних батонів, термоагрегат, душовий пристрій.

Потенційними джерелами виникнення нештатних ситуацій при експлуатаванні конвейерного столу являються механічна частина (власне конвейер) та електрична частина (електродвигун приводу конвейера).

Всі рухомі частини, а зокрема точки стику зі столом повинні бути надійно закритими захисними кожухами. Електричні контакти ввиду підвищеної вологості в цеху повинні бути заізолювані, а стіл і двигун – заземленими.

Волчок і кутер відносяться до високооборотного технологічного обладнання з електричним приводом. Всі рухомі елементи даних машин повинні бути закриті кожухами, а елементи електроприводу – заізолювані в точках електричних контактів і заземленими. Заземлення повинно відповідати ГОСТ 12.1.030–81 “ССБТ. Електробезпека. Захисне заземлення, занулення”. Для мінімізації і уникнення шкідливої дії вищеназваних чинників передбачається встановлення засобів шумо- і віброізоляції.

Робочі елементи фаршемішалок, волчка, кутера та наповнювача конструкційно розміщуються в закритому просторі тому явної небезпеки не становлять. Елементи передач приводу даних машин слід закрити захисними кожухами, а корпуси заземлити.

Вимогами з безпечної насосу для фаршу передбачається якісне складання і забезпечення точності монтажу. При складанні насосу слід старанно встановлювати ущільнюючі прокладки, кільця і манжети.

					<i>КРБ 353.00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Караба Ю.Я.</i>			<i>4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Деркач А.В.</i>					49	
<i>Консульт.</i>		<i>Окіпний І.Б.</i>				<i>гр. МОс-41</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Ворощук В.Я.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>						

Основними небезпечними для людей факторами роботи насосів є вібрації та можливість ураження електричним струмом внаслідок надмірної вологості. Для мінімізації і уникнення шкідливої дії вищеназваних чинників передбачається встановлення віброізоляції і заземлення.

При експлуатації транспортерів і підйомників слід забезпечити відсутність фізичного контакту робітників з їх рухомими елементами, що досягається за рахунок встановлення захисних бортиків біля полотна та захисних кожухів на елементах приводу.

Термоагрегат і душовий пристрій утворюють комплекс фінішної обробки ковбас. Наявність джерел теплоти і вузла відкритої гідравлічної обробки готової продукції створює додаткову небезпеку для персоналу.

Перед вмиканням термоагрегата необхідно шляхом зовнішнього огляду переконатися в справності усіх його частин, наявності надійного заземлення. Величина опору захисного заземлення повинна бути не більше 4 Ом і підлягає перевірці не рідше одного разу на місяць.

Передумовою нормального функціонування і випуску якісної продукції м'ясопереробних виробництв є наявність водопостачання, яке відповідає діючим нормам і правилам.

Підприємства повинні бути забезпечені достатньою кількістю води питної якості; розрахунок потреби у воді варто робити відповідно до "Норм технологічного проектування підприємств м'ясопереробної промисловості", і СНіП "Внутрішній водопровід і каналізація будинків".

Будова системи водопостачання підприємства повинний відповідати вимогам СНіП "Водопостачання. Зовнішні мережі і спорудження" і "Внутрішній водопровід і каналізація будинків", а також діючих Санітарних правил і норм.

У системі водопостачання варто передбачати не менш двох резервуарів чистої води для безупинного забезпечення підприємств водою в години найбільшого споживання й в аварійних ситуаціях, а також для забезпечення часу контракту при чи хлоруванні постійній швидкості потоку при знезаражуванні ультрафіолетовим випромінюванням і для зовнішнього пожежегасіння. Обмін

					<i>КРБ 353.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						50
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

води в резервуарах повинний здійснюватися на протязі не більш ніж 48 годин. У кожному резервуарі повинний зберігатися половинний обсяг добової потреби води на технологічні і побутові нестатки.

Освітлення виробничих приміщень повинне відповідати вимогам Сніп "Природне і штучне освітлення. Норми проектування" і "Санітарним вимогам до проектування підприємств м'ясопереробної промисловості".

У виробничих приміщеннях найбільше прийнятно природне освітлення: світловий коефіцієнт (СК) повинний бути в межах 1:6 - 1:8. У побутових приміщеннях СК повинний бути не менше 1:10. Коефіцієнт природного освітлення (КЕО) повинний бути передбачений з урахуванням характеру праці і зорової напруги.

При недостатнім природному освітленні варто застосовувати штучне освітлення - переважно люмінесцентні лампи. У приміщеннях з важкими умовами чи праці не мають постійних робітників місць варто використовувати лампи накаливання.

Штучне освітлення повинне бути представлене загальним у всіх цехах і приміщеннях, а у виробничих при необхідності - місцевим чи комбінованим.

При проектуванні і монтажі нового устаткування треба забезпечити: основні проходи в місцях постійного перебування працюючих шириною не менше 1,5 м; проходи біля віконних прорізів, доступних з рівня підлоги, або площадки - не менше 1 м; проходи для огляду і регулювання апаратів і приладів - не менше 0,8 м; проходи для огляду трубопроводів і апаратів, які не треба регулювати - не менше 0,7 м; ширина проходів між автоматичними і механізованими лініями (по їх осях) і головних проїздів - не менше 2,4 м. Розриви між окремими машинами, верстатами, ємкостями, розміщеними в одному ряду - не менше 0,35 м.

При розміщенні стрічкових, роликкових та інших транспортерів треба передбачати проходи між стіною і однією поздовжньою стороною транспортера не менше 0,7 м, а між двома паралельно розміщеними транспортерами - не менше 0,9 м. При цьому з протилежної сторони транспортери при стрічці завширшки до 60 см можна встановлювати впритул до стіни, а при стрічці

					<i>КРБ 353.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						51
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

завширшки понад 60 см роблять розрив від стіни завширшки не менше 0,4 м; при наявності на транспортерах перекидних візків проходи збільшують з врахуванням виступаючої частини візка.

Обслуговуючий персонал технологічного обладнання цеху піддається інтенсивному впливу електромагнітних полів (нормується ГОСТ 12.1.006-84). ГОСТ 12.1.006-84 поширюється на електромагнітні поля (ЕМП) діапазону частот 60кГц-300ГГц і встановлює припустимі рівні ЕМП на робочих місцях персоналу, що здійснює роботи з джерелами ЕМП.

Допустимі рівні впливу ЕМП варто оцінювати в діапазоні частот 60кГц-300МГц по напруженості електричної і магнітної складовий поля; у діапазоні частот 300МГц-300ГГц - по поверхневій щільності потоку енергії (ППЕ) випромінювання т створюваної їм енергетичному навантаженню (ЕН).

#### 4.2. Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях

Підвищення стійкості роботи промислового об'єкту МП «Гаразд» в умовах надзвичайних ситуацій є важливою задачею ЦО.

Основні заходи по підвищенню стійкості, що проводяться на об'єктах в мирний час, передбачають: захист робітників і службовців і інженерно-технічного комплексу від наслідків стихійних лих, аварій (катастроф), а також первинних і вторинних вражаючих факторів ядерного вибуху; забезпечення надійності керування і матеріально-технічного забезпечення; світломаскування об'єкта; підготовку його до відновлення порушеного виробництва і переводу на режим роботи в умовах надзвичайних ситуацій.

Надійний захист робітників і службовців є важливим фактором підвищення стійкості роботи любого об'єкту народного господарства. З цією метою будуються захисні споруди: сховища для захисту найбільшої працюючої зміни підприємства і протирадіаційного укриття в за місцевій зоні для віддыхаючої зміни і членів їх сімей.

На ділянках з безперервним виробничим процесом будуються індивідуальні сховища з дистанційним керуванням технологічним процесом.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ 353.00.00.000 ПЗ

Арк.

52

Проводяться підготовчі заходи по розосередженню і евакуації в за місцеву зону виробничого персоналу і членів їх сімей; накопиченні, збереженні і підтримуванні засобів індивідуального захисту.

Важливим елементом підготовки по захисту є навчання робітників і службовців вмілому використанню засобів і методів захисту, діям в надзвичайних ситуаціях, а також в складі формувань при проведенні рятувальних і інших невідкладних робіт. Захист інженерно-технічного комплексу передбачає збереження матеріальної основи виробництва: будівель і споруд, технологічного обладнання і комунально-енергетичних мереж.

Будівлі і споруди на об'єкті необхідно розмішувати розосереджено. Між будівлями повинні бути протипожежні розриви шириною не менше сумарній висоті двох сусідніх будівель. Найбільш важливі виробничі будівлі необхідно будувати пониженої висоти, по конструкції — краще залізобетонні з металічним каркасом. В камінних будівлях перекриття повинні бути з армованого бетону або із бетонних плит. Великі будівлі потрібно розділяти на секції стінами, які не горять (брандмауерами).

Складські приміщення для зберігання легкозаймистих речовин (бензин, керосин, нафта, мазут) повинні розміщуватись в окремих блоках заглибленого або напівзаглибленого типу біля границь території об'єкта або за її межами.

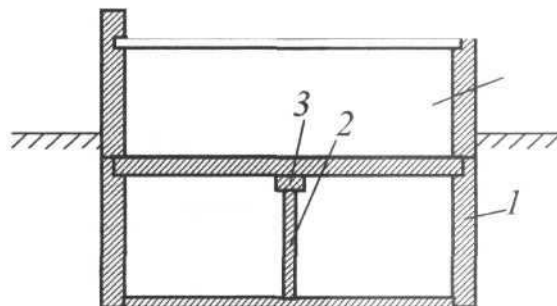


Рис. 4.1 - Підсилення підвальных приміщень:

1 - підвал; 2 - стійка; 3 - балка; 4 - перший поверх

Від стійкості будівель і споруд залежить, як правило, стійкість всього об'єкта. Підвищення їх стійкості досягається встановленням каркасів, рам,

					<i>КРБ 353.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підкосів, контрфорсів, проміжних опор для зменшення зазорів несучих конструкцій (рис. 4.1).

Невисокі споруди для підвищення їх міцності частково обсипаються землею (рис. 4.2).

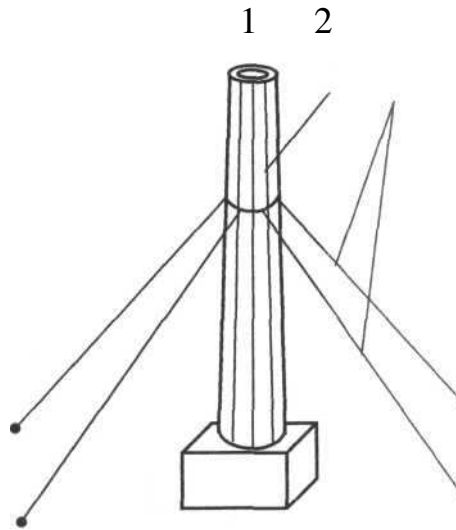


Рис. 4.2 - Укріплення високих споруд:

1 - труба; 2 - відтяжки колони.

Високі споруди для підвищення їх міцності (труби, вишки, башти, закріплюються відтягненнями, розрахованими на дію швидкісного напору ударної хвилі (рис. 4.3).

Захист ємностей з сильнодіючими отруйними речовинами (СДОР) і легкозаймистими рідинами здійснюється шляхом їх обвалування - утворення земляного валу навколо ємності, розрахованого на утримання повного об'єму рідини.

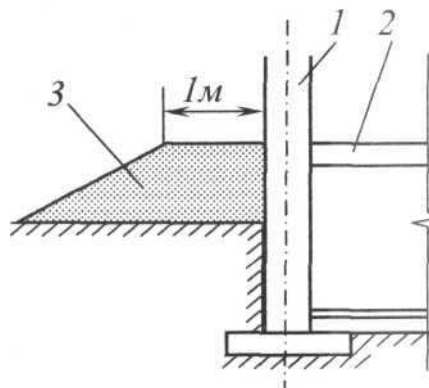


Рис. 4.4 - Обсипання землею напівпідвальних приміщень:

1 - стіна; 2 — перекриття; 3 – обсипання.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Основні заходи по підвищенню стійкості технологічного обладнання заключаються в спорудженні на ним спеціальних пристроїв (у вигляді кожухів, наметів, зонтів і т. д.), що захищають від пошкоджень обломками конструкцій, що руйнуються.

При недостатній стійкості самого обладнання від дії швидкісного напору ударної хвилі воно повинно бути міцно закріплене на фундаментах анкерними болтами.

При реконструкції і розширенні промислових об'єктів найбільш цінне і унікальне обладнання необхідно розміщати на нижчих поверхах і підвальних приміщеннях або в спеціальних захисних спорудах. Доцільно також розміщувати його в окремо стоячих будівлях павільйонного типу, що мають полегшені і негорючі обмежувальні конструкції, руйнування яких не вплине на цілісність обладнання.

Підвищення стійкості систем електрозабезпечення досягається проведенням як загально місцевих, так і об'єктних інженерно-технічних заходів.

Електроенергія повинна поступати на об'єкт по двох напрямках, при живленні з одного напрямку необхідно передбачати автономне (аварійне) джерело (пересувна електростанція).

Трансформаторні приміщення, розподільча апаратура і прилади повинні бути надійно захищені, в тому числі від електромагнітного імпульсу ядерного вибуху.

Особливу увагу повинно приділятися стійкості систем подачі газу. Вся система газу забезпечення кільцюється, що дозволяє відключити пошкоджені ділянки і використати збережені лінії.

На газопроводах потрібно встановлювати запірну арматуру з дистанційним керуванням і крани, що автоматично перекривають газ при пошкодженні труб.

Особливо важливе значення має створення стійкої системи водозабезпечення об'єкта. Забезпечення водою повинно здійснюватись від двох джерел - основного і резервного, один з яких повинен бути підземним (наприклад, артезіанська свердловина).

					<i>КРБ 353.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						55
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Резервним джерелом можуть бути близько розміщена водойма, від якої до об'єкта завчасно підводиться водопровід, а також резервуари з запасом води, що захищені від радіаційного, хімічного і біологічного зараження. Мережі водозабезпечення обладнуються засувками для виключення окремих ділянок при аваріях.

Стійкість роботи об'єктів визначається також надійністю систем паро - і теплозабезпечення. Промислові об'єкти повинні мати два джерела пару і тепла - зовнішній і внутрішній центр теплозабезпечення. Котельні повинно розміщувати в підвальних приміщеннях або в спеціально обладнаних окремо стоячих захисних спорудах.

Теплова мережа кільцюється, паралельні ділянки з'єднуються. Паропроводи прокладаються під землею в спеціальних ровах. На паротеплових мережах встановлюються запірно-регулюючі пристосування.

Для підвищення стійкості каналізації потрібно будувати окремі системи: одна - для дощових, друга - для промислових і господарських стоків.

В системі промислової і господарської каналізації необхідно обладнати не менше двох випусків в міські колектори. На випадок аварій в міських мережах і на насосних станціях система каналізації повинна мати аварійне скидання в розміщенні поблизу струмки, яри або в дощову мережу.

Заходи по виключенню або обмеженню зараження від вторинних вражаючих факторів тісно пов'язані з вказаними вище.

Додатково до них проводяться наступні заходи. Максимально зменшуються запаси вибухонебезпечних, вогнебезпечних і сильнодіючих речовин безпосередньо на території об'єкта; наднормативні резерви вивозяться на безпечну відстань.

На трубопроводах потрібно встановлювати автоматичні відмикаючі пристрої і клапани-відмикачі, що перекривають ділянки, що вийшли з ладу.

Для цілей дегазації на хімічних підприємствах з СДОР необхідно мати резерв різних дегазаційних речовин (лугів, водного розчину аміаку, сірчаного натрію і ін.).

					<i>КРБ 353.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В цехах потрібно обладнати автоматичну сигналізацію, яка б попереджала аварії, вибухи і загазованість території; потрібно передбачити, де це потрібно, будівництво захисних дамб від затоплення території, підготувати і раціонально розмістити засоби пожежегасіння.

Для забезпечення безперервного керування необхідно мати на об'єкті надійно захищені пункти керування, диспетчерські пункти, АТС і радіовузлу, резервну електростанцію для зарядки акумуляторів АТС і живлення радіовузла; надійний зв'язок з місцевими органами влади, вищестоящим начальником ЦО і його штабом, з формуваннями на об'єкті і в за місцевій зоні; ефективну систему оповіщення посадових осіб і всього виробничого персоналу підприємства.

Надійність матеріально-технічного забезпечення забезпечується: встановленням стійких зв'язків з підприємствами-постачальниками; завчасної підготовки складів для зберігання готової продукції; переходу на місцеві джерела сировини і палива; будівництвом за межами великих міст філіалів підприємств; створенням на об'єктах запасів сировини, палива, обладнання матеріалів і комплектуючих деталей; організацією забезпечення запасами в межах об'єднання, галузі. Світломаскування об'єктів народного господарства проводиться для утруднення їх виявлення і розпізнання їх авіацією в темну пору доби оптичними засобами. Вона включає заходи по зниженню освітленості

населених пунктів і об'єктів народного господарства, інтенсивності сигнальних, транспортних і виробничих вогнів, імітацію демаскуючих ознак на спеціально створених оманних об'єктах.

Підготовка об'єктів до відновлення повинна передбачати плани першочергових відновлювальних робіт по декількох варіантах можливого пошкодження, руйнування об'єкта з використанням сил самих об'єктів, будматеріалів, з врахуванням при необхідності розміщення обладнання на відкритих площадках, перерозподілення робітничої сили, приміщень і обладнання. Для забезпечення цілісності технічної документації доцільно виготовлення копій її у вигляді мікрофільмів, один екземпляр повинен зберігатись в за місцевій зоні.

					<i>КРБ 353.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						57
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## Висновки

В даній кваліфікаційній роботі запропоновано ряд технічних рішень щодо розрахунку подрібнювача марки ИПКС-032 та розроблення технічних заходів з ремонту вузла привідного вала. За даними пропозиціями було виконано наступні задачі:

виконано аналіз конструктивних рішень обладнання для вироблення подрібнених мас;

проведено структурний та кінематичний аналіз кутера марки ИПКС-032;

зроблено розрахунок режимів роботи кутера марки ИПКС-032;

зроблено розрахунок приводу кутера марки ИПКС-032;

розроблено заходи з технічної експлуатації кутера марки ИПКС-032;

розроблено схеми і маршрут розбирання та складання вузла привідного вала кутера марки ИПКС-032;

розроблено технологічного процесу виготовлення гільзи вузла привідного вала кутера марки ИПКС-032;

розроблено заходи з цивільної безпеки і охорони праці при експлуатації кутера марки ИПКС-032.

Виконані у кваліфікаційній роботі інженерні розрахунки показали дієздатність запропонованих технічних рішень.

					<i>КРБ 353.00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Висновки</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Караба Ю.Я.</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Деркач А.В.</i>					58	
<i>Реценз.</i>						<i>гр. МОс-41</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Ворощук В.Я.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>						

## Перелік посилань

1. Закалов О.В. Технологічне обладнання харчових виробництв / Закалов О.В., Закалов І.О.-Тернопіль:Видавництво ТДТУ, 2000.-406 с.
2. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості. /За ред. І.С.Гулого – Вінниця: Нова книга, 2001р. –576с.
4. Ковбашин В. І., Пік А. І. Інженерна графіка : навч. посіб. Тернопіль : Підруч. і посіб., 2023. 240 с.
5. Крупа В. В. Теорія технічних систем: особливості побудови, створення та розвитку : навч. посіб. Тернопіль : ФОП Осадця, 2023. 308 с
6. Ворощук В.Я., Вітенько Т.М. «Інжиніринг та 3D моделювання в середовищі SolidWorks». Навчальний посібник. 2023. – 164 с.
7. Шанайда В. В. Пакет MathCAD в інженерних розрахунках : навч. посіб. Тернопіль : ТДТУ, 2001. 163 с.
8. Поперечний А.М. Процеси та апарати харчових виробництв / Поперечний А.М., Черевко О.І., Гаркуша В.Б.,Кирпиченко Н.В.-К.:ЦУЛ,2007.-304с.
9. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. / Павлице В.Т. та ін. – К.: Вища школа, 1993.– 556с.
- 10 Г.С. Писаренко и др. Справочник по сопромату.— К.: Наукова думка, 1988.— 734с.
- 11 Кіркач Н.Ф., Баласанян Р.А. Розрахунки і проектування деталей машини. - Харків. Основа, 1991.- 275с.
- 12 Григурко І.О., Брендюля М.Ф., Доценко С.М. Технологія машинобудування (дипломне проектування) Навчальний посібник. — Львів: Новий світ-2000, 2011. — 770 с.

					<i>КРБ 353.00.00.000 ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Караба Ю.Я.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Деркач А.В.</i>				59	
<i>Реценз.</i>					<i>Перелік посилань</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Ворощук В.Я.</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>					
					<i>гр. МОс-41</i>		

- 13 Юрчишин І.І. Технологія машинобудування. Посібник-довідник для виконання кваліфікаційних робіт. Навч. посібник. — І.І. Юрчишин, Я.М. Литвиняк, І.Є. Грицай, М.Л. Кукляк, Я.М. Кусий, В.В. Ступницький, В.А. Яцюк, А.М. Кук, Є.М. Махоркін, В.П. Свізінський. — Львів: Львівська політехніка, 2009. — 528 с.
- 14 Одарченко М.С., Одарченко А.М., Степанов В.І., Черненко Я.М. Основи охорона праці. Харків: Стиль-Издат, 2017. — 334 с.
- 15 Березуцький В.В., Васьковець Л.А., Вершиніна Н.П. та ін. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. — За ред. проф. В.В. Березуцького. — Х.: Факт, 2005. — 384 с.

					<i>КРБ 353.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		60