

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 26.01.2023**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	1. Аналітична частина	27.01. 2024- 20.02.2024	
2	2. Конструкторська частина	07.03.2024- 11.05.2024	
3	3. Технологічна частина	10.03.2024- 06.05.2024	
4	4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці.	6.05.2024- 01.06.2024	
5	Висновки.	1.06.2024- 10.06.2024	
6			
6	Графічна частина	24.01.2024- 13.02.2024	
7	Плавитель сиру марки ПС-40. Виглад загальний (1 л. А1)	24.01.2024- 13.02.2024	
8	Плавитель сиру марки ПС-40. Структурна схема (0,5 л. А1)	24.01.2024- 13.02.2024	
9	Плавитель сиру марки ПС-40. Кінематична схема (0,5 л. А1)	24.01.2024- 13.04.2024	
10	Подрібнюючий пристрій плавителя сиру марки ПС-40. Складальне креслення (1 л. А1)	24.01.2024- 06.06.2024	
11	Пневмоциліндр плавителя сиру марки ПС-40. Складальне креслення (1 л. А1)	24.01.2024- 06.06.2024	
12	Технологічний маршрут розбирання-складання подрібнюючого пристрою плавителя сиру марки ПС-40 (1 л. А1)	10.03.2024- 06.05.2024	
13	Графічне представлення технологічного процесу механічної обробки насосної вставки подрібнюючого пристрою плавителясиру марки ПС-40 (1 л. А1)	10.03.2024- 06.05.2024	
14			

Студент

(підпис)

Карпюк Т.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Вітенько Т. М.

(прізвище та ініціали)

Анотація

Карпюк Тарас Олександрович. Розрахунок плавителя сиру марки ПС-40 та розроблення технічних заходів з ремонту вузла подрібнення.

У кваліфікаційній роботі виконано аналіз сучасних конструкцій обладнання для гомогенізації сирної маси, проведено літературний пошук. Виконано структурний та кінематичний аналіз плавителя сиру марки ПС-40, запропоновано конструктивне рішення для вузла подрібнення і проведено необхідні технологічні, енергетичні та конструктивні розрахунки.

Розроблено вимоги до експлуатації плавителя сиру марки ПС-40. Запропоновано схему і карту розбирання – складання подрібнення. Розроблено технологічний маршрут механічної обробки напорного диска вузла подрібнення.

Також запропоновано вирішення питань безпеки життєдіяльності та охорони праці.

Ключові слова: подрібнення, ремонт, розрахунок, плавитель.

					<i>КРБ 030.00.00.000 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>Карпюк Т.О.</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>					3	
<i>Реценз.</i>						<i>гр. МО-41</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Ворощук В.Я.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>						

Abstract

Karpiuk Taras O. Calculation of a cheese melter for the brand PS-40 and development of technical measures for repairing the grinding unit.

The qualification work analyzes modern designs of equipment for homogenization of curd mass, conducts a literature search. The structural and kinematic analysis of the PS-40 cheese melter was performed, a design solution for the grinding unit was proposed, and the necessary technological, energy, and design calculations were performed.

Requirements for the operation of the PS-40 cheese melter have been developed. The scheme and map of disassembly and assembly of the grinding unit were proposed. A technological route for machining the pressure disk of the grinding unit has been developed.

The solution of life safety and labor protection issues is also proposed.

Keywords: grinding, repair, calculation, melter.

					<i>КРБ 030.00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Abstract</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Архивів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Карпюк Т.О.</i>					<i>3</i>	
<i>Перевір.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>				<i>зр. МО-41</i>		
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		<i>Ворощук В.Я.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>						

Зміст

Завдання	1
Анотація	3
Abstract	3
Зміст.....	4
Вступ	6
1. Аналітична частина.	7
1.1. Аналіз технічних даних плавителя сиру марки ПС-40.....	7
1.2. Будова і принцип роботи плавителя сиру марки ПС-40.....	8
1.3. Літературний та патентний огляд	9
1.4. Мета і задачі кваліфікаційної роботи	16
2. Конструкторська частина.....	17
2.1. Технологічний розрахунок плавителя сиру марки ПС-40.....	17
2.2. Розрахунок витрат потужності плавителя сиру марки ПС-40	18
2.3. Структурно-кінематичний аналіз плавителя сиру марки ПС-40	19
2.4. Розрахунок геометричних параметрів і режимів роботи ротора плавителя сиру марки ПС-40	21
2.5. Розрахунок параметрів пасової передачі ротора подрібнювача плавителя сиру марки ПС-40	29
2.6. Розрахунок і підбір параметрів муфти мішалки плавителя сиру марки ПС-40.....	31
3. Технологічна частина	32
3.1. Технічна експлуатація плавителя сиру марки ПС-40	32
3.2. Розробка графіка ППР плавителя сиру марки ПС-40	33
3.3. Технологія розбирання та збирання вузла подрібнення.....	36
3.4. Розробка технології виготовлення напорного диска	38

					<i>КРБ 030.00.00.000 ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Карпюк Т.О.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>				4	
<i>Реценз.</i>					<i>Зміст</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Ворощук В.Я.</i>			<i>гр. МО-41</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>					

3.4.1	Опис призначення та конструкції деталі. Аналіз технічних умов.....	38
3.4.2.	Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки	40
3.4.3.	Вибір технологічних баз	42
3.4.4.	Вибір варіанту технологічного маршруту механічної обробки напорного диска	43
3.4.5.	Визначення припусків та міжопераційних розмірів, проектування заготовки.....	45
3.4.6.	Вибір різального і допоміжного інструменту, методів та засобів технічного контролю.....	49
3.4.7.	Розрахунок режимів різання по операціях.....	50
3.4.8.	Технічне нормування розробленого технологічного процесу	55
4.	Безпека життєдіяльності та основи охорони праці.	57
4.1	Заходи з охорони праці.....	57
4.2.	Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях	60
	Висновки.....	64
	Перелік посилань	65

					<i>КРБ 030.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		5

Вступ

Харчова промисловість займає важливе місце в народному господарстві України, складається з понад 40 галузей і складає більше чверті всіх промислових підприємств України. Метою харчової промисловості є забезпечення виробництва продуктів харчування в необхідній кількості та якості з використанням сучасних технологічних методів переробки тваринної та рослинної сировини. Виробництво продуктів харчування на заводах економить витрати на оплату праці в громадському харчуванні та побутовому секторі.

Сир, масло, морозиво – серед найбільш прибуткових молочних продуктів. Сир є висококалорійним білковим продуктом, його харчова цінність обумовлена наявністю легкозасвоюваних білків, жирів, пептидів, незамінних амінокислот, солей кальцію і калію. Сир є дуже популярним продуктом серед населення і вважається делікатесом. Франція є лідером у виробництві сирів, налічуючи понад 2000 сортів.

Основні відмінності між видами сиру - час нагрівання сирної маси і час пресування. Також є відмінності в смаку через різні добавки. Додавання в сир кмину, червоного перцю, чорного перцю, паприки та інших спецій може зробити його ще смачнішим.

В даний час світове виробництво сирної продукції зростає, а в якості інгредієнтів використовуються молочні інгредієнти, вершкове масло і сухі інгредієнти (такі як стабілізатори, ароматизатори і різні добавки). Виробництво сиру - це трудомісткий процес, який вимагає великої кількості ручної праці.

Асортимент обладнання, яке зараз використовується в харчовій промисловості, призначене для виконання перерахованих вище технічних завдань, також не охоплює всіх необхідних етапів і тому потребує подальшого розвитку та вдосконалення.

					<i>КРБ 030.00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Карпюк Т.О.</i>			<i>Вступ</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>					6	
<i>Реценз.</i>						<i>гр. МО-41</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Ворощук В.Я.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>						

1. Аналітична частина.

1.1. Аналіз технічних даних плавителя сиру марки ПС-40

Завданням на кваліфікаційну роботу передбачається виконання модернізації плавителя сиру марки ПС-40. Плавитель сиру ПС-40 - це промислова установка, призначена для плавлення та пастеризації сиру, а також для виготовлення різного роду соусів.

1. Місткість, л:	290
2. Частота обертання вала мішалки, об/хв.	16
3. Частота обертання вала ротора, об/хв.	3000
4. Загальна встановлена потужність, кВт	13,57
5. Тиск повітря, МПа, не менше	0,5
6. Габаритні розміри, мм, не більше	
Довжина	1740
Ширина	1175
Висота	1615
7. Маса, кг, не більше	850

Переваги ПС-40:

- висока продуктивність;
- рівномірна структуру продукту, без утворення грудок;
- точний контроль робочих температур;
- можливість додавання інгредієнтів на різних етапах виробництва;
- збереження корисних властивостей сиру;
- простота експлуатації та очищення.

					<i>КРБ 030.00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Карпюк Т.О.</i>			<i>1. Аналітична частина.</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>					7	
<i>Реценз.</i>						<i>гр. МО-41</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Ворощук В.Я.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>						

1.2. Будова і принцип роботи плавителя сиру марки ПС-40

Плавитель сиру марки ПС-40 (лист 1) має станину, на якій змонтована робоча ємність з утепленою теплообмінною сорочкою. Робоча ємність закривається відкидною кришкою.

Всередині посудини встановлена мішалка зі скребковими лопатями. Привід мішалки складається з хвильового двигуна-редуктора, з'єднаного з мішалкою муфтою.

Проходячи через робочий зазор між турбіною і рефлектором, компоненти інтенсивно змішуються і емульгуються.

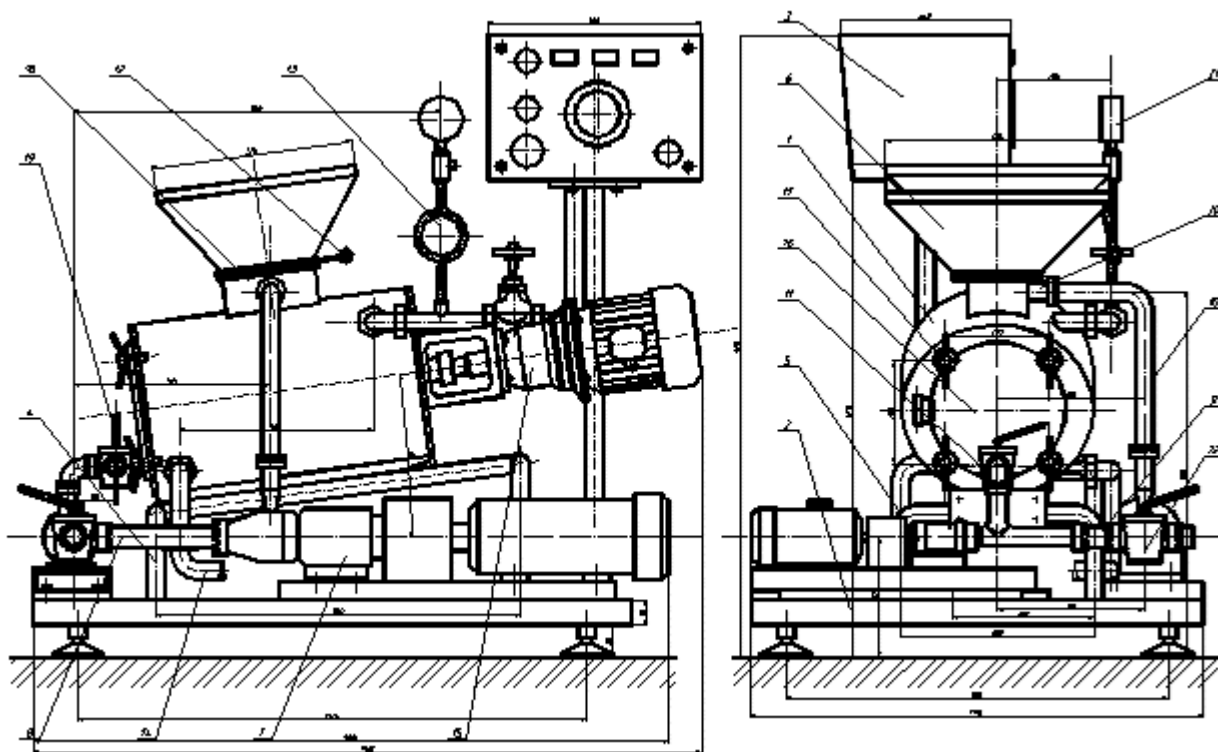


Рис. 1.1 - Плавитель сиру марки ПС-40:

1 – робоча секція, 2 - станина, 3 - пульт керування, 4 – рама плавителя, 5 – електронасос, 6-воронка завантаження, 7-подрібнювач, 8,9,10,11-гідравлічні комунікації, 12-шибер, 13-кран, 14-конденсатовідбірники, 15-привід мішалки, 16 - кришка, 17 - фіксатор, 18 - горловина, 19 - вентиль прохідний, 20 - патрубок впускний; 21 – манометр, 22 - вентиль триходовий.

					КРБ 030.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Кришка контейнера оснащена оглядовим склом, запобіжним клапаном, вакуумметром і патрубком для підключення до вакуумного насоса. Привідний вал мішалки ущільнений подвійним манжетним ущільненням.

Знімне коліно з насадкою встановлюється в нижній частині ємності і з'єднується з лійкою подачі інгредієнтів за допомогою клапана, що перекриває молоко. Коліно кріпиться до кришки емульгатора за допомогою фланця.

Вихід корпусу емульгатора з'єднаний з циркуляційним патрубком і вихідним патрубком трубопроводом і триходовим клапаном.

Емульгатор складається зі знімної кришки та корпусу, з'єданого з фланцем електродвигуна через перехідник. Всередині корпусу встановлена рефлекторна пластина. На валу двигуна через проміжний вал кріпляться профільний ротор і насосна вставка.

Корпус емульгатора герметичний.

Під час обертання турбіни та лопатевої мішалки вихідні інгредієнти вводяться в емульгатор через запірний клапан молока.

Емульгований продукт подається тангенціально від вхідного отвору насоса до внутрішньої стінки робочої ємності через циркуляційну трубу.

1.3. Літературний та патентний огляд

Найбільш ефективними за енерговитратами є апарати з циркуляційними контурами для термомеханічної обробки, типовим класом яких є гідродинамічні апарати роторного типу (приблизно 0,093 кВт на кг продукту). Як стверджують З. Штербачек і П. Тауск [1], ці пристрої мають гомогенізуючий ефект, який досягається високошвидкісним ротором і дією великої тангенціальної сили на суміш.

Роторно-пульсаційні емульгуючі апарати набувають щораз більшого поширення. Наприклад, у хімічній промисловості вони найширше використовуються у виробництві мінеральних масел. В.М.Чербьяков, В.Г.Воробйов і В.Ф. Основними факторами інтенсифікації процесу є дискретно-імпульсний спосіб підведення енергії, виникнення кавітаційних і резонансних

					КРБ 030.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

явищ. Дослідження проводилися на циліндричних і конічних проникних роторах і статорах, схожих за конструкцією колоїдних млинів (рис 1.1).

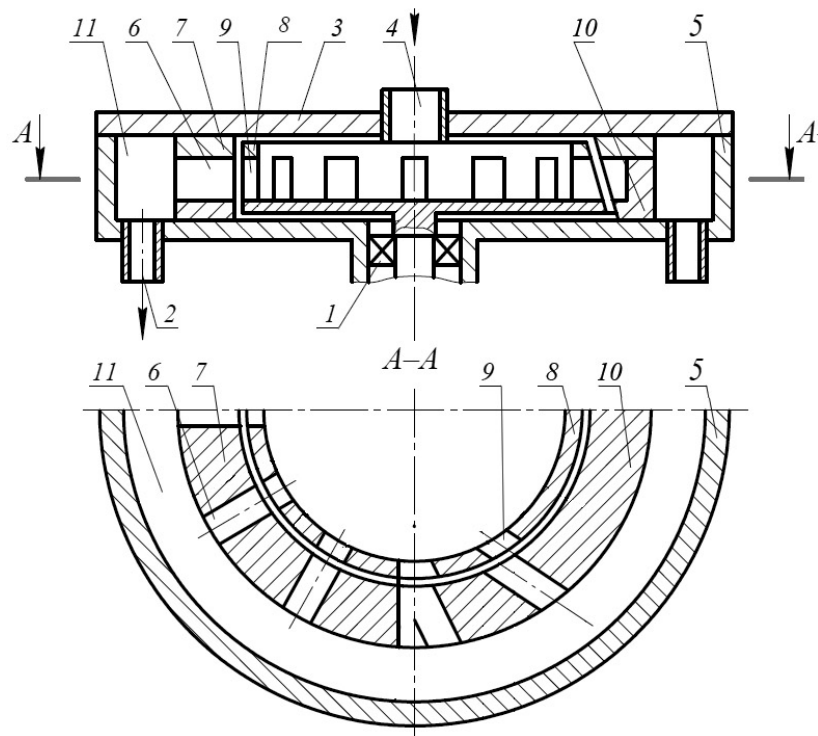


Рис. 1.1.– Принципова схема роторно-пульсаційного апарату:

1 – підшипникова опора; 2 – впускний канал; 3 – верхня кришка; 4 – випускний канал; 5 – корпус; 6 – канавка; 7 – верхня кришка статора; 8 – ротор подрібнювач; 9 – внутрішній канал; 10 – статор; 11 – проміжна порожнина.

Автори зазначають, що для підвищення ефективності хіміко-технологічного обладнання необхідно вводити в об'єм обробки високу щільність енергії та потужності. Тому в середовищі обробки необхідно створити гідродинамічні умови для перетворення щільності потужності із середньої статичної потужності у велику імпульсну потужність. Слід зазначити, що ефект накачування, створюваний таким обертовим пристроєм, відносно незначний. Тому для забезпечення циркуляції в'язкого середовища додатково встановлюється насос.

									Арк.
									10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КРБ 030.00.00.000 ПЗ

Відцентрові емульгатори застосовуються для емульгування в'язких сумішей на основі кисломолочних продуктів.

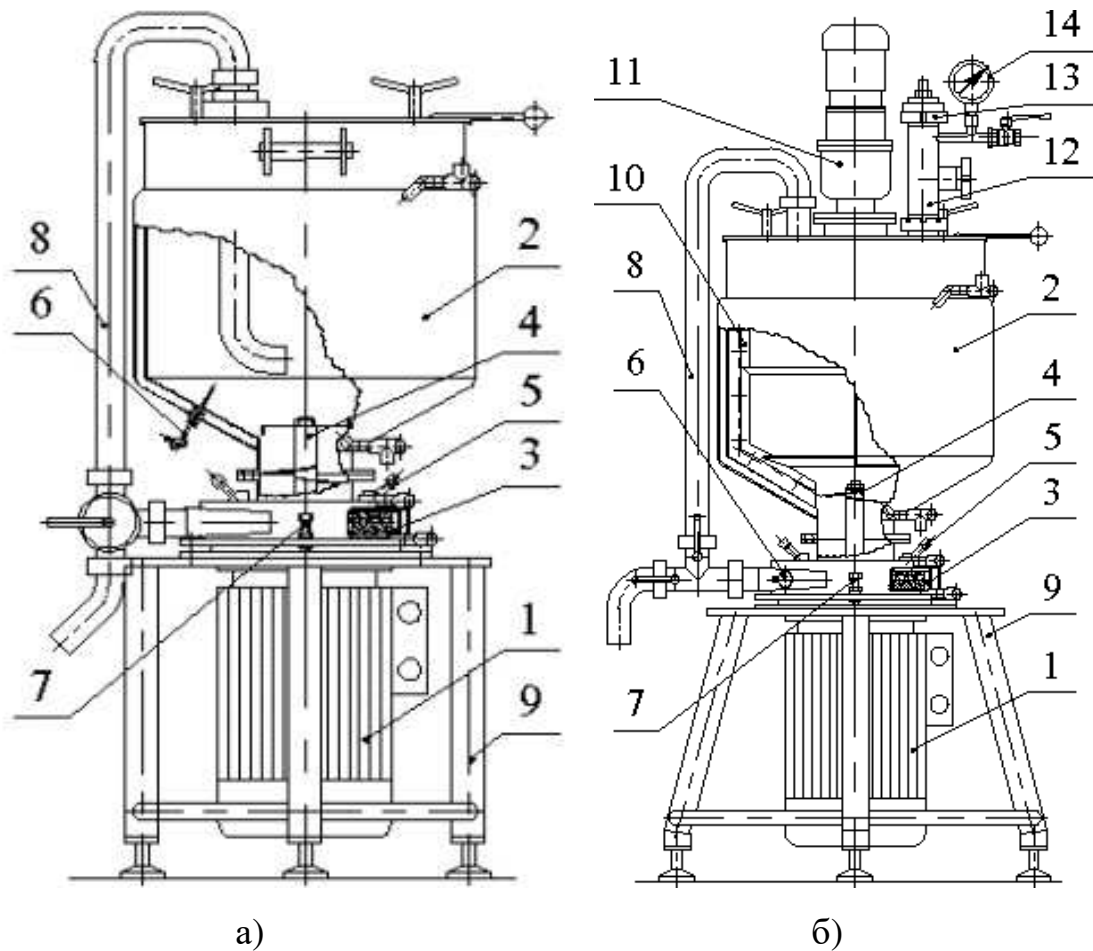


Рис. 1.2. Гідродинамічна установка роторного типу розробки ВНИМИ
ГУРТ-300 (а) та ГУРТ-300/160 (б):

1 – привідний механізм, 2 – робоча місткість з теплообмінною оболонкою, 3 – роторний подрібнюючий і транспортуючий пристрій з теплообмінною оболонкою, 4 – фіксуючі насадки, 5 - кран системи подачі газу, 6 – датчик контролю температури, 7 - механізм налаштування зазору, 8 - контур циркулювання сировини з триходовим вентиляем, 9 - станина, 10 - скребкова мішалка, 11 – привідний механізм мішалки, 12 – вакуумуюча камера, 13 - запобіжний клапан, 14 - манометр.

Основні проблеми в процесі змішування ротаційного вихрового емульгатора при виробництві сиру наступні.

						КРБ 030.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			11

- Забезпечення структурної однорідності продуктів переробки

- Рівномірно розподілити концентрацію структуроутворюючих компонентів суміші по об'єму.

До цього типу обладнання, яке експлуатується в Україні, відносяться установка ГУРТ розробки ВНІМІ та ротаційний вихровий емульгатор Я5-ОЕВ розробки ТІММ УААН. Також чимало досліджень зарубіжних вчених присвячено дослідженню та розробці конструкції та експлуатації апаратів з циркуляційними контурами, де досліджується вплив обробки на розмір частинок досліджуваних матеріалів.

Ця машина може виконувати дисперсію, змішування, гомогенізацію, емульгування, аерацію та теплову обробку (нагрівання та охолодження) багатокомпонентних змішаних харчових продуктів різної щільності та в'язкості.

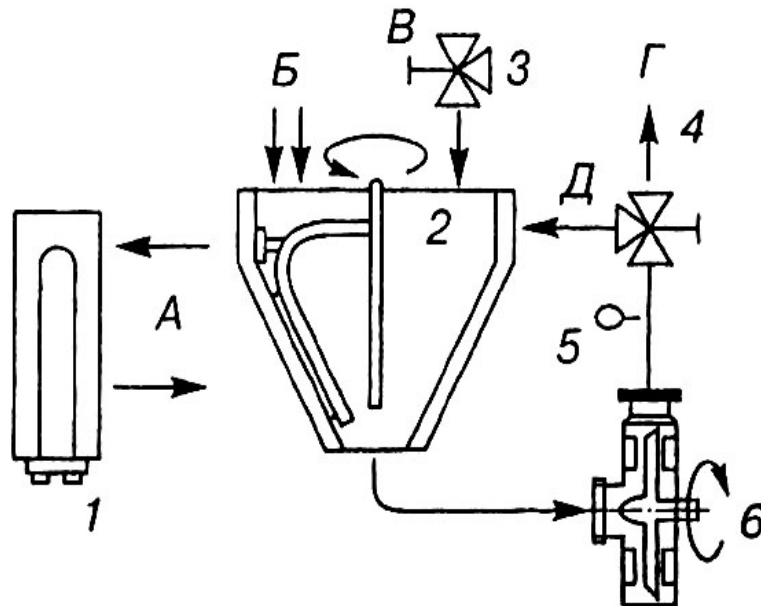


Рис. 1.3. Схема установки ВАР «Оскон» з автономним блоком підготовки гарячої води:

1 – устрій підготовки теплої води; 2 – робоча місткість; 3-дозуючий механізм; 4 - вентиль триходовий; 5 – датвач температури; 6 – насосна установка; А – тепла вода; Б – сухі складники і білкові складники; В – рідкі складники; Г– патрубок виведення продукту; Д – циркуляційний контур рецептурної суміші.

Ротаційна гідродинамічна установка (ГУРТ) (рис.. 1.2) розробки ВНІМІ призначена для наступних цілей: диспергування, змішування, гомогенізація,

					КРБ 030.00.00.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

емульгування, аерація, термообробка (нагрівання та охолодження). Основною відмінністю ГУРТ-300/160 є наявність всередині бака полум'яної мішалки зі скребком.

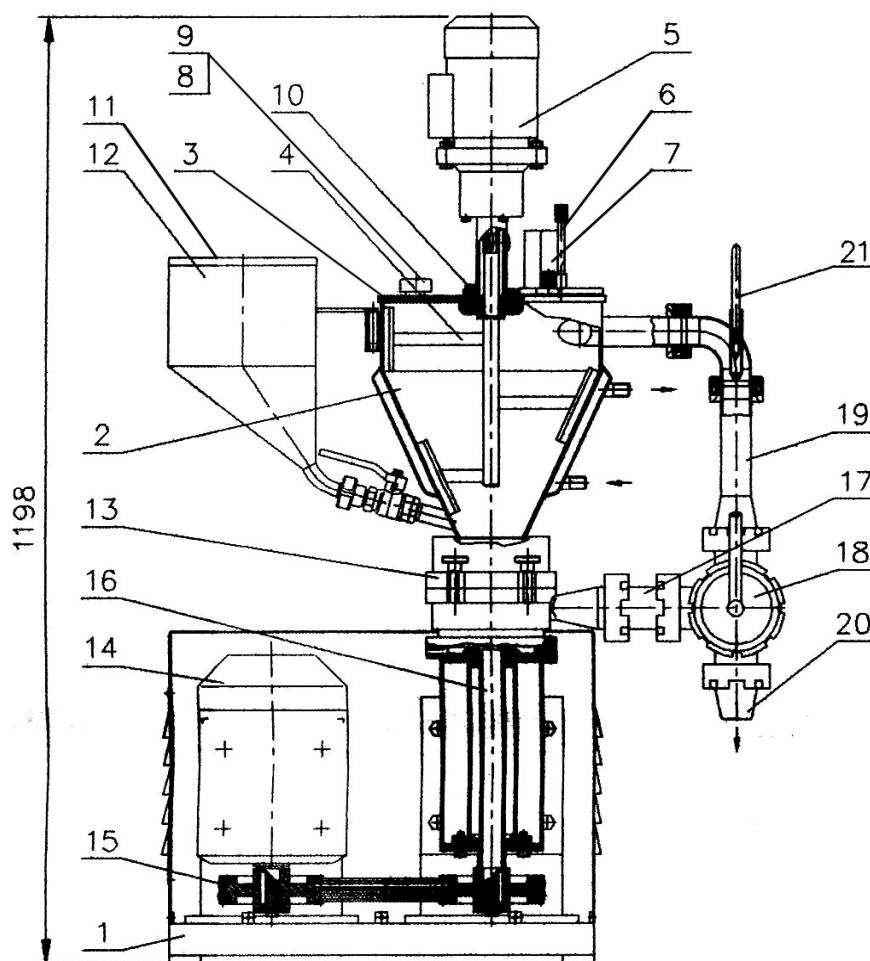


Рис. 1.4. Апарат марки Я5-ОЭВ для змішування і термічної обробки продуктів: 1 – станина; 2 – робоча місткість; 3 – верхня кришка; 4 – скребкова мішалка; 5 – привід мішалки; 6 – вікно для контрольних оглядів; 7 – мановакуумметр; 8 – запобіжний клапан; 9 – патрубок; 10 – ущільнення; 11, 12 – бункери рецептурних компонентів; 13 – пристрій подрібнювально-транспортуючий; 14 – привід подрібнювача; 15 – пасова передача приводу подрібнювача; 16 – блок вала проміжного; 17 – патрубок; 18 – вентиль триходовий; 19 – циркуляційний контур; 20 – патрубок виходу готового продукту; 21 – датчик температури.

					КРБ 030.00.00.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У ГУРТ-300 фрезерної насадки на приводі ротора в поєднанні з тангенціальним введенням струменя продукту під час циркуляції достатньо для перемішування при виготовленні майонезів, десертів і паст, а для виробництва сиру та подібних. Для чистого білка маса як продукти, такого ефекту змішування недостатньо.. ГУРТ-300/160 оснащений полум'яною мішалкою зі скребком для підвищення ефективності теплообміну та перемішування. Ця установка здатна аерувати продукт за допомогою впорскування газу (азот переважно використовується в молочній промисловості).

Установка аналогічної конструкції та функціонування розроблена ВАТ «Оскон» (Росія) для виробництва пастоподібних виробів на білковій основі. Пристрій складається із змішувального насоса, бункера для варіння та підігріву продукту та компактного пульта керування (рис. 1.3).

Всі компоненти цієї машини змонтовані на рамі з нержавіючої сталі. Як і інші подібні конструкції, засновані на роторно-статорному методі, установка «Оскон» в поєднанні з ефективною термообробкою забезпечує подрібнення продуктів переробки, порівнянне з колоїдними млинами.

Гідродинамічний агрегат ГД-600, розроблений фахівцями заводу «Мормаш» (Росія), також схожий на попередній. Агрегат призначений для виробництва виробів з високою дисперсністю і однорідною структурою. На цьому заводі змішують, подрібнюють і термічно обробляють такі продукти, як сирна паста, сирний крем, маргарин, майонез, кетчуп, соуси, овочева паста, молочна карамель, фруктові-ягідні наповнювачі.

Блок термообробки і змішування ротаційного вихрового емульгатора Я5-ОЕВ має робочу ємність з відкидною кришкою і теплообмінною сорочкою і може подавати не тільки холодну воду, а й гарячу воду і пару. У центрі робочої ємності розташована лопатева скребкова мішалка, привід якої кріпиться до відкидної кришки.

					<i>КРБ 030.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

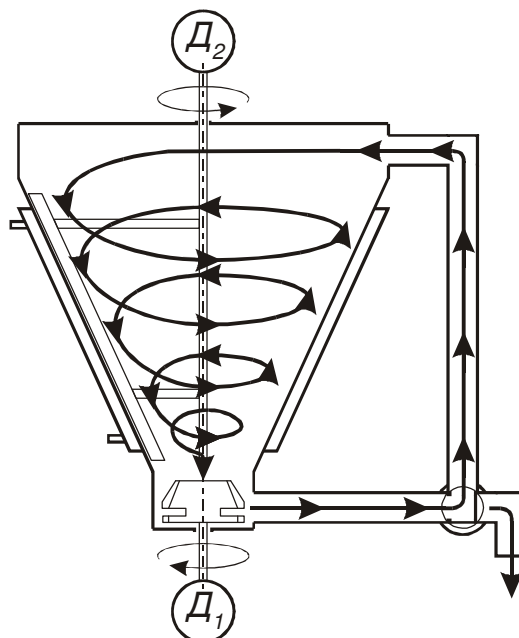


Рис. 1.5. Схема руху матеріалу в апаратах із циркуляційним контуром типу Я5-ОЕВ.

Особливістю такого обладнання є наявність емульгуючого пристрою, в якому відбувається обробка продукту, що забезпечує рівномірний розподіл концентрації компонентів, циркуляцію продукту по замкнутому контуру, а отже, рівномірну теплову та механічну обробку, т.я. а також його видалення з контейнера забезпечується механічна вакуумація продукту (рис. 1.5).

Емульгатор емульгатора Я5-ОЕВ виконаний у вигляді роторно-вихрового пристрою з насосною вставкою. Вихід емульгатора з'єднаний з циркуляційним трубопроводом. Мінімальний зазор між ротором 1 і корпусом $50,2 \pm 0,4$ мм, швидкість обертання ротора 3000 об/хв.

Таким чином, конструкція обладнання з емульгатором і циркуляційним контуром дозволяє істотно знизити енергоспоживання технологічного електродвигуна і підвищити ефективність при багаторазовій обробці за відсутності застійної зони.

					КРБ 030.00.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4. Мета і задачі кваліфікаційної роботи

Мету кваліфікаційної роботи можна сформулювати наступним чином: пошук технічних рішень щодо розрахунку та розроблення технічних заходів з ремонту вузла подрібнення плавителя сиру марки ПС-40.

При цьому виконуються завдання:

- розробка структурної та кінематичної схем плавителя сиру марки ПС-40;
- енергетичний розрахунок плавителя сиру марки ПС-40;
- розрахунок ротора плавителя сиру марки ПС-40;
- розрахунок суміжних елементів плавителя сиру марки ПС-40;
- розробка заходів з експлуатації, технічного обслуговування і ремонту плавителя сиру марки ПС-40;
- розробка заходів із охорони праці, техніки безпеки та цивільної безпеки.

					<i>КРБ 030.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						16
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2. Конструкторська частина

2.1. Технологічний розрахунок плавителя сиру марки ПС-40

Продукт: сирна маса. Процес - нагрівання. Температурні режими обробки:

початкова температура: $t_1 := 10$ С. Кінцева температура: $t_2 := 68$ °С

Тривалість циклу роботи установки 1 год на зміну із продуктивністю $G := 245$ кг/год.

Густина маси $\rho := 1120$ кг/м³

Питома теплоємність маси $c_{см} := 3880$ Дж/(кг*К)

Для нагрівання застосуємо воду з початковою температурою $t_{B1} := 95$ °С

і кінцевою температурою: $t_{B2} := 18$ °С

Необхідно підвести теплоту:

$$Q := \left| \frac{G}{3600} \cdot c_{см} \cdot (t_2 - t_1) \right| \quad Q = 1.532 \times 10^4 \text{ Дж/с}$$

Визначимо потребу в нагриваючій воді.

Питома теплоємність води $c_B := 4190$ Дж/(кг*К)

$$M_B := \left| \frac{Q}{c_B \cdot (t_{B2} - t_{B1})} \right| \quad M_B = 0.047 \text{ кг/с}$$

Знайдемо середню різницю температур

$$\Delta t_{\bar{\theta}} := t_{B2} - t_1 \quad \Delta t_{\bar{\theta}} = 8 \text{ °С} \quad \Delta t_M := t_{B1} - t_2 \quad \Delta t_M = 27 \text{ °С}$$

$$\Delta t_{cp} := \frac{\Delta t_{\bar{\theta}} - \Delta t_M}{\ln \left(\frac{\Delta t_{\bar{\theta}}}{\Delta t_M} \right)} \quad \Delta t_{cp} = 15.62 \text{ °С}$$

					<i>КРБ 030.00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Карпюк Т.О.</i>			2. Конструкторська частина	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>					17	
<i>Реценз.</i>						<i>гр. МО-41</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Ворожук В.Я.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>						

2.2. Розрахунок витрат потужності плавителя сиру марки ПС-40

Привід ротора будем здійснювати за допомогою електричного двигуна через клинопасову передачу.

Розрахункова потужність електродвигуна ротора визначається за формулою:

$$N_{зд} = \frac{N_{пит} \cdot V_{роб} \cdot \rho_{мс}}{\eta_{пр} \cdot \eta_{ед}}$$

Де $N_{пит}$ - питомі затрати потужності на гідродинамічну обробку рецептурної суміші;

$$N_{пит} := 8.5 \quad (\text{Вт/кг})$$

Геометрична місткість плавителя:

$$V_{геом} := 0.29 \quad (\text{м}^3)$$

Коефіцієнт заповнення:

$$\psi_{зап} := 0.8$$

Робочий об'єм:

$$V_{роб} := V_{геом} \cdot \psi_{зап} \quad V_{роб} = 0.232 \quad (\text{м}^3)$$

$\eta_{пр}$ - коефіцієнт корисної дії приводу.

$$\eta_{пр} = \eta_{пп} \cdot \eta_{підш}^2$$

$\eta_{пп}$ - коефіцієнт корисної дії пасової передачі $\eta_{пп} := 0.85$

$\eta_{підш}$ - коефіцієнт корисної дії підшипникових опор $\eta_{підш} := 0.99$

$$\eta_{пр} := \eta_{пп} \cdot \eta_{підш}^2 \quad \eta_{пр} = 0.833$$

$\eta_{ед}$ - коефіцієнт корисної дії електродвигуна $\eta_{ед} := 0.95$

ρ - густина сирної маси $\rho := 1120 \quad (\text{кг/м}^3)$

$$N_{зд} := \frac{N_{пит} \cdot V_{роб} \cdot \rho}{\eta_{пр} \cdot \eta_{ед}} \quad N_{зд} = 2.791 \times 10^3 \quad (\text{Вт})$$

Привід ротора плавителя сиру ПС-40 будемо здійснювати від асинхронного електродвигуна марки 4А100М2Р2 з наступними характеристиками:

робоча потужність $N_{дв} := 3.2 \quad (\text{кВт})$

частота обертання вала $n_{дв} := 3000 \quad (\text{об/хв})$

					КРБ 030.00.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3. Структурно-кінематичний аналіз плавителя сиру марки ПС-40

Механічна частина плавителя сиру ПС-40 складається з двох електродвигунів, рух одного з яких (механізму подрібнювача) передається через клинопасову передачу, іншого (механізму мішалки) - на вал з муфтою, після чого з допомогою редуктора на вертикальний вал із робочим барабаном.

Для передачі крутного моменту на циліндри використаєм пасову передачу і редуктор. Розрахуємо необхідне передаточне число.

Частота обертання ротора: $n := 3000$ об/хв

Необхідне передаточне число:

$$u_{\text{необх}} := \frac{n_{\text{ДВ}}}{n} \quad u_{\text{необх}} = 1$$

Виберем діаметри шківів пасової передачі:

$$D_{\text{П2}} := 0.152 \quad (\text{м})$$

$$D_{\text{П1}} := 0.152 \quad (\text{м})$$

Передаточне число пасової передачі:

$$u_{\text{П}} := \frac{D_{\text{П2}}}{D_{\text{П1}}} \quad u_{\text{П}} = 1$$

Приймаємо ділительний діаметр веденого шківа: $D_{\text{П1}_2} := 0.147$ (м)

Необхідний ділительний діаметр ведучого колеса: $D_{\text{П1}_1} := \frac{D_{\text{П1}_2}}{u_{\text{П}}} \quad D_{\text{П1}_1} = 0.147$ (м)

Попередньо кутові швидкості обертання валів:

-вала електродвигуна: $\omega_{\text{ДВ}} := n_{\text{ДВ}} \cdot 360 \cdot \frac{\pi}{180} \cdot \frac{1}{60} \quad \omega_{\text{ДВ}} = 314.159$ (рад/с)

-веденого вала пасової передачі: $\omega_{\text{ПВ}} := \frac{n_{\text{ДВ}}}{u_{\text{П}}} \cdot 360 \cdot \frac{\pi}{180} \cdot \frac{1}{60} \quad \omega_{\text{ПВ}} = 314.159$ (рад/с)

					<i>КРБ 030.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

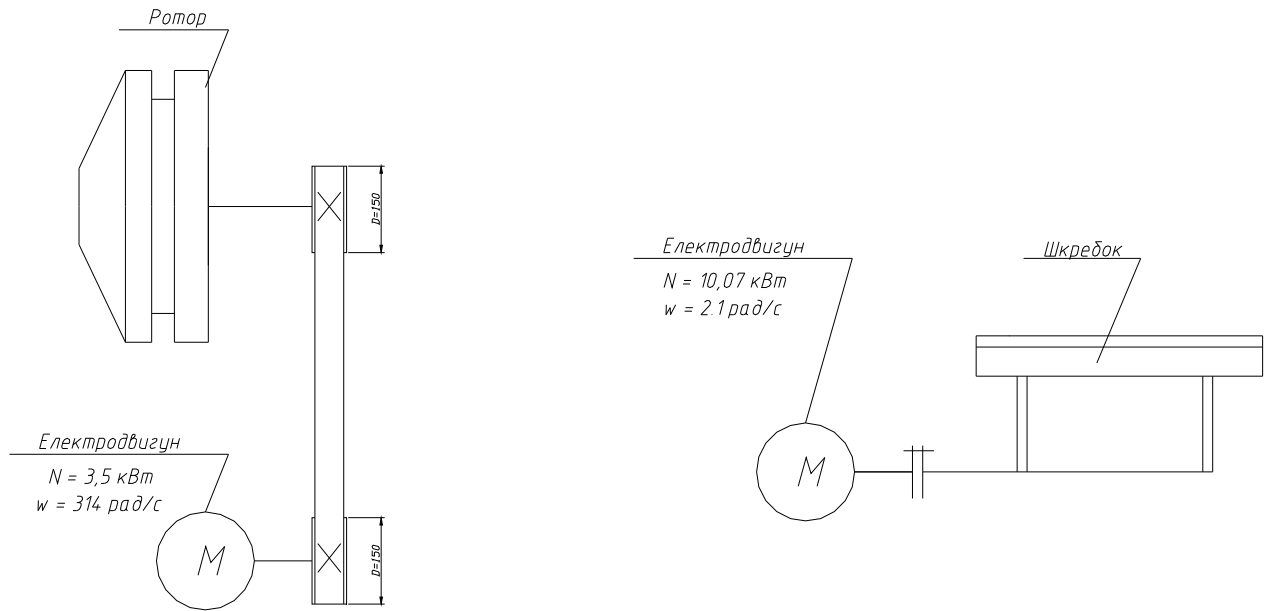


Рис. 2.1.— Кінематична схема приводу плавителя сиру марки ПС-40.

					<i>КРБ 030.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4. Розрахунок геометричних параметрів і режимів роботи ротора плавителя
сиру марки ПС-40

ν кінематична в'язкість, м²/с

$\gamma_{\text{ТВ}} := 1120$ кг/м³ - густина творогу

$\eta_0 := 9$ Па с - динамічна в'язкість

$$\nu := \frac{\eta_0}{\gamma_{\text{ТВ}}} \quad \nu = 8.036 \times 10^{-3}$$

$d := 0.12$ м діаметр ротора при основі

$$n := \frac{3000}{60} \text{ 1/с, частота обертання ротора} \quad n = 50 \quad d^2 = 0.014$$

$$\omega := 2\pi \cdot n \quad \omega = 314.159$$

$N := 366$ Вт - споживана потужність

$\tau := 9.03$ Па - граничне напруження зсуву

$h := 0.049$ м висота ротора

$\delta_{\text{верхнє}} := 0.0264$ м - ширина зазору між впадиною ротора і статора вверху

$\delta_{\text{нижнє}} := 0.0139$ м - ширина зазору між впадиною ротора і статора внизу

$\rho_{\text{л}} := 7800$ кг/м³ - густина матеріалу ротора

$b_{\text{ПЗ}} := 0.006$ м - ширина паза

$h_{\text{ПЗ}} := 0.0125$ м - приблизна глибина паза внизу

$z_{\text{ПЗ}} := 12$ кількість пазів

$z := 12$ кількість виступів

$$b_{\text{НЖ.ВИСТ}} := \frac{\pi \cdot d}{12} - b_{\text{ПЗ}} \quad b_{\text{НЖ.ВИСТ}} = 0.025 \text{ м - ширина}$$

виступу в нижній частині

					КРБ 030.00.00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$m_{\text{пит}} = \frac{m_{\text{турб}}}{d} \quad \text{кг/м - питома маса ротора}$$

$$m_{\text{турб}} = \rho_{\text{л}} \cdot V_{\text{турб}}$$

Спрощено об'єм ротора можна визначити за формулою

$$\text{радіус ротора знизу} \quad r_1 := \frac{d}{2} \quad r_1 = 0.06$$

$$\text{радіус ротора зверху} \quad r_2 := \frac{0.052}{2} \quad r_2 = 0.026$$

$$V_{\text{турб}} := \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot h \cdot (r_1^2 + r_1 \cdot r_2 + r_2^2) \quad V_{\text{турб}} = 2.995 \times 10^{-4}$$

$$m_{\text{турб}} := \rho_{\text{л}} \cdot V_{\text{турб}} \quad m_{\text{турб}} = 2.336 \quad (\text{кг})$$

$$m_{\text{пит}} := \frac{m_{\text{турб}}}{d} \quad m_{\text{пит}} = 19.465 \quad (\text{кг/м})$$

$$\alpha := 49 \cdot \frac{\pi}{180} \quad \text{приведений кут нахилу твірної}$$

$$\phi := 30 \cdot \frac{\pi}{180} \quad \text{кут нахилу паза}$$

Лінійна швидкість ротора знизу:

$$V_{\text{нж}} := \pi \cdot d \cdot n \quad V_{\text{нж}} = 18.85 \quad (\text{м/с})$$

Площа поперечного перерізу всіх каналів

$$F_{\text{нжз}} := z \cdot b_{\text{пз}} \cdot h_{\text{пз}} \quad F_{\text{нжз}} = 0.0009 \quad (\text{м}^2)$$

Лінійна швидкість течії в каналі

$$v_{\text{нжк}} := \frac{V_{\text{нж}}}{\sin(\phi) \cdot \cos(\alpha)} \quad v_{\text{нжк}} = 57.463 \quad (\text{м/с})$$

Витрата

$$Q_{\text{с}} := v_{\text{нжк}} \cdot F_{\text{нжз}} \quad Q_{\text{с}} = 0.052 \quad (\text{м}^3/\text{с})$$

$$\text{Об'єм маси в плавителі при масі} \quad \underline{m} := 5 \quad (\text{кг})$$

					КРБ 030.00.00.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{\text{маси}} := \frac{m}{\gamma_{\text{ТВ}}} \quad V_{\text{маси}} = 4.464 \times 10^{-3} \text{ (м}^3\text{)}$$

Тривалість транспортування (одного циклу обробки)

$$\frac{V_{\text{маси}}}{Q_{\text{с}}} = 0.086$$

Лінійна швидкість ротора зверху:

$$d_{\text{вр}} := 0.045$$

$$V_{\text{вр}} := \pi \cdot d_{\text{вр}} \cdot n \quad V_{\text{вр}} = 7.069 \text{ (м/с)}$$

Площа поперечного перерізу всіх каналів

$$h_{\text{ПЗВ}} := 0.009$$

$$F_{\text{врз}} := z \cdot b_{\text{ПЗ}} \cdot h_{\text{ПЗВ}} \quad F_{\text{врз}} = 0.000648 \text{ (м}^2\text{)}$$

Лінійна швидкість течії в каналі

$$v_{\text{врк}} := \frac{V_{\text{вр}}}{\sin(\phi) \cdot \cos(\alpha)} \quad v_{\text{врк}} = 21.549 \text{ (м/с)}$$

Витрата

$$Q_{\text{вс}} := v_{\text{врк}} \cdot F_{\text{врз}} \quad Q_{\text{вс}} = 0.014 \text{ (м}^3\text{/с)}$$

Об'єм маси в плавителі при масі $\underline{m} := 5 \text{ (кг)}$

$$\underline{V}_{\text{маси}} := \frac{m}{\gamma_{\text{ТВ}}} \quad V_{\text{маси}} = 4.464 \times 10^{-3} \text{ (м}^3\text{)}$$

Тривалість транспортування (одного циклу обробки)

$$\frac{V_{\text{маси}}}{Q_{\text{вс}}} = 0.32$$

					<i>КРБ 030.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

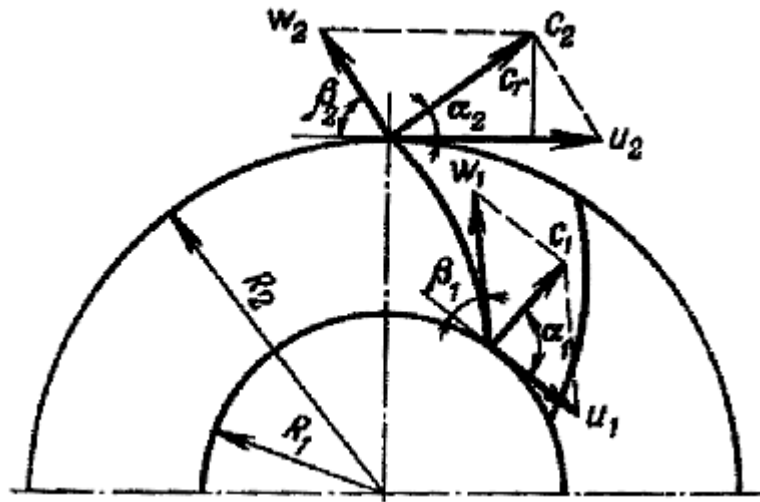


Рис. 2.2. – Принципова схема ротора подрібнювача плавителя сиру марки ПС-40

Для аналізу роботи ротора розглянемо один з каналів робочого колеса, обмежений двома сусідніми лопатками. При роботі насоса кожна частинка рідини в цьому каналі рухається уздовж лопатки з відносною швидкістю w , обертаючись одночасно разом з робочим колесом навкруги осі насоса з окружною швидкістю u . Абсолютна швидкість частинки рідини в даному каналі є геометричною сумою швидкостей w і u .

З механіки відомо, що зміна в одиницю часу моменту кількості руху рівна моменту рівнодіючої зовнішніх сил, діючих на систему. Позначивши через G масу рідини, що проходить через колесо насоса в одиницю часу, одержимо:

$$G (R_2 c_2 \cos \alpha_2 - R_1 c_1 \cos \alpha_1) = M$$

де R_1 і r_2 внутрішній і зовнішній радіуси колеса. В нашому випадку M обертаючий момент, тому, якщо кутова частота обертання колеса рівна ω , то потужність, передана рідині лопатками колеса за відсутності втрат, виразиться так:

$$M\omega = GgH_T,$$

де H_T теорети $c_2 = V_{вр} \cdot \cos(\phi)$ ворюваний колесом насоса.

$$G \cdot \left(\frac{d}{2} \cdot V_{нж} \cdot \cos(\phi) \cdot \cos(\phi) - \frac{d_{вр}}{2} \cdot V_{вр} \cdot \cos(\phi) \cdot \cos(\phi) \right) = M$$

Загальний момент на двигуні: $w := V_{нж} \cdot \sin(\phi)$

$M_{дв} := 1.8$ (Нм) $g := 9.81$ (м/с²) $w = 9.425$

$F_{н1} := 0.0123 \cdot 0.006 \cdot 12$ $Q_H := w \cdot F_{н1}$ $Q_H = 8.347 \times 10^{-3}$

									Арк.
									24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$G_{\text{мв}} := Q_{\text{н}} \cdot \gamma_{\text{тв}} \quad G = 9.348$$

Реактивний момент від перетирання маси розраховуємо за формулою:

$$M_{\text{пр}} = \tau \cdot F \cdot R_{\text{ср}}$$

$$\text{де} \quad R_{\text{ср}} = \frac{(R_{\text{прн}} + R_{\text{прв}})}{2} \quad \text{середній радіус зони передирання (зрізання)}$$

$$R_{\text{прн}} := 0.059 \quad (\text{м}) - \text{нижній радіус зони перетирання}$$

$$R_{\text{прв}} := 0.035 \quad (\text{м}) - \text{верхній радіус зони перетирання}$$

$$R_{\text{ср}} := \frac{(R_{\text{прн}} + R_{\text{прв}})}{2} \quad R_{\text{ср}} = 0.047 \quad (\text{м})$$

$$\text{висота зони перетирання} \quad h_{\text{пр}} := 0.04$$

довжина твірної зрізаного конуса:

$$L_{\text{тв}} := \sqrt{h_{\text{пр}}^2 + (R_{\text{прн}} - R_{\text{прв}})^2} \quad L_{\text{тв}} = 0.047$$

Площа зони перетирання

$$F_{\text{мв}} := \pi \cdot L_{\text{тв}} \cdot (R_{\text{прн}} + R_{\text{прв}}) \quad F = 0.014 \quad (\text{м}^2)$$

$$\text{Таким чином:} \quad M_{\text{пр}} := \tau \cdot F \cdot R_{\text{ср}} \quad M_{\text{пр}} = 5.846 \times 10^{-3} \quad (\text{Нм})$$

Тоді крутний момент на транспортування і емульгування сиркової маси без затрат на перетирання маси:

$$M := M_{\text{дв}} - M_{\text{пр}} \quad M = 1.794 \quad (\text{Нм})$$

Об'ємна витрата

$$M_{\text{мв}} := 0.5$$

$$G_{\text{мв}} := \frac{M}{\left(\frac{d}{2} \cdot V_{\text{нж}} \cdot \cos(\phi) \cdot \cos(\phi) - \frac{d_{\text{вп}}}{2} \cdot V_{\text{вп}} \cdot \cos(\phi) \cdot \cos(\phi) \right)}$$

					КРБ 030.00.00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$G = 0.686 \quad (\text{кг/с})$$

Відповідно об'ємна витрата: $Q := \frac{G}{\gamma_{\text{ТВ}}} \quad Q = 6.124 \times 10^{-4} \quad \text{м}^3/\text{с}$

Теоретичний напір, що створюється турбінкою:

$$H_T := \frac{M \cdot \omega}{G \cdot g} \quad H_T = 23.344 \quad (\text{м})$$

Відповідно гідростатичний тиск: $P := \gamma_{\text{ТВ}} \cdot g \cdot H_T \quad P = 2.565 \times 10^5 \quad (\text{Па})$

Розрахунок гідравлічних втрат на трубопроводі [мачихин, листочки]

Трубопровід має кілька секцій з різною довжиною і діаметрами.

$$d_1 := 0.050 \quad (\text{м}) \quad L_1 := 0.176 + 0.101 \quad L_1 = 0.277 \quad (\text{м})$$

$$d_2 := 0.032 \quad (\text{м}) \quad L_2 := 0.198 + 0.209 \quad L_2 = 0.407 \quad (\text{м})$$

а також одне розширення, одне звуження і два повороти на 90° (треба врахувати)

Середня об'ємна швидкість на участку 1:

$$V_1 := Q \cdot \frac{4}{\pi \cdot d_1^2} \quad V_1 = 0.312 \quad (\text{м/с})$$

Режим руху $Re' := \frac{V_1 \cdot d_1 \cdot \gamma_{\text{ТВ}}}{\eta_0} \quad Re' = 1.747$

Узагальнений коефіцієнт лінійного опору $\lambda' := \frac{200}{Re'} \quad \lambda' = 114.503$

Втрати напору на ділянці $\Delta p_1 := \lambda' \cdot \left(\frac{\gamma_{\text{ТВ}}}{d_1} \right) \cdot \frac{V_1^2}{2} \cdot L_1 \quad \Delta p_1 = 3.456 \times 10^4 \quad (\text{Па})$

Середня об'ємна швидкість на участку 2:

$$V_2 := Q \cdot \frac{4}{\pi \cdot d_2^2} \quad V_2 = 0.761 \quad (\text{м/с})$$

					КРБ 030.00.00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Режим руху $Re' := \frac{V_2 \cdot d_2 \cdot \gamma_{ТВ}}{\eta_0} \quad Re' = 2.729$

Узагальнений коефіцієнт лінійного опору $\lambda' := \frac{200}{Re'} \quad \lambda' = 73.282$

Втрати напору на ділянці 1 $\Delta p_2 := \lambda' \cdot \left(\frac{\gamma_{ТВ}}{d_2} \right) \cdot \frac{V_2^2}{2} \cdot L_2 \quad \Delta p_2 = 3.027 \times 10^5 \text{ (Па)}$

Загальні втрати напору на лінійних ділянках $\Delta p_{лін} := \Delta p_1 + \Delta p_2$

$$\Delta p_{лін} = 3.372 \times 10^5$$

$$\frac{\Delta p_{лін}}{(\gamma_{ТВ} \cdot g)} = 30.692$$

$$p := \frac{\tau \cdot 4 \cdot L_2}{d_2} \quad p = 459.401$$

Критерій Рейнольдса розраховуємо за формулою

$$Re_1 := \frac{V_1 \cdot d_1 \cdot \gamma_{ТВ}}{\eta_0} \quad Re_1 = 1.747$$

коефіцієнт форми перерізу трубопроводу: $A := 64$

Коефіцієнт тертя:

$$\lambda_1 := \frac{A}{Re_1} \quad \lambda_1 = 36.641$$

втрати напору (без врахування втрат на повороти і т.д.) $\xi := 1$

$$h_{т1} := \left(\lambda_1 \cdot \frac{L_1}{d_1} + \xi \right) \cdot \frac{V_1^2}{2g} \quad h_{т1} = 1.011$$

Критерій Рейнольдса розраховуємо за формулою

$$Re_2 := \frac{V_2 \cdot d_2 \cdot \gamma_{ТВ}}{\eta_0} \quad Re_2 = 2.729$$

					КРБ 030.00.00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

коефіцієнт форми перерізу трубопроводу: $\lambda_2 := 64$

Коефіцієнт тертя:

$$\lambda_2 := \frac{A}{\text{Re}_2} \quad \lambda_2 = 23.45$$

втрати напору (без врахування втрат на повороти і т.д.) $\xi := 1$

$$h_{\text{п}2} := \left(\lambda_2 \cdot \frac{L_2}{d_2} + \xi \right) \cdot \frac{V_2^2}{2g} \quad h_{\text{п}2} = 8.845 \quad \frac{V_2^2}{2g} = 0.03$$

$$h_{\text{п}1} + h_{\text{п}2} = 9.856$$

Затрата тиску на створення швидкості потоку 2:

$$\Delta p_{\text{Павлов}1} := \frac{V_1^2 \cdot \gamma_{\text{ТВ}}}{2} \quad \Delta p_{\text{Павлов}1} = 54.48$$

$$\Delta p_{\text{Павлов}2} := \frac{V_2^2 \cdot \gamma_{\text{ТВ}}}{2} \quad \Delta p_{\text{Павлов}2} = 324.728$$

					<i>КРБ 030.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

2.5. Розрахунок параметрів пасової передачі ротора подрібнювача плавителя сиру марки ПС-40

Потужність, яку передає передача $N_1 := N_{дв} \quad N_1 = 3.2 \quad (\text{кВт})$ при кутовій швидкості ведучого шківів $\omega_1 := \omega_{дв} \quad \omega_1 = 314.159 \quad (\text{рад/с})$; кутова швидкість веденого вала $\omega_2 := \omega_{пв} \quad \omega_2 = 314.159 \quad (\text{рад/с})$; передача працює в одну зміну при постійному навантаженні.

Передаточне число передачі

$$u := \frac{\omega_1}{\omega_2} \qquad u = 1$$

На ведучому шківі обертовий момент:

$$T_1 := \frac{N_1 \cdot 1000}{\omega_1} \qquad T_1 = 10.186 \quad (\text{Н*м})$$

Відповідно до рекомендацій [] будемо орієнтуватись на клинові паси нормального перерізу Б. Для тижких пасів за [] маємо площу поперечного

перерізу $A := 138 \quad (\text{мм}^2)$, базову довжину $l_0 := 1400 \quad (\text{мм})$ і

назначимо розрахунковий діаметр меншого шківів $D_{п1} := 150 \quad (\text{мм})$

Діаметр веденого шківів

$$D_{п2} := u_{п} \cdot D_{п1} \qquad D_{п2} = 150 \quad (\text{мм})$$

За стандартом беремо розрахунковий діаметр веденого шківів рівним

$$D_{п2} := 150 \quad (\text{мм})$$

Фактичне передаточне число передачі:

$$u_{пас} := \frac{D_{п2}}{D_{п1}} \qquad u_{пас} = 1$$

Швидкість паса

$$v := \omega_1 \cdot \frac{D_{п1} \cdot 0.001}{2} \qquad v = 23.562 \quad (\text{м/с})$$

Орієнтовно беремо міжосьову віддаль:

$$a' := 1.5 \cdot (D_{п1} + D_{п2}) \qquad a' = 450 \quad (\text{мм})$$

Потрібна довжина паса:

					<i>КРБ 030.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

$$l' := 2 \cdot a' + \pi \frac{(D_{\Pi 1} + D_{\Pi 2})}{2} + \frac{(D_{\Pi 2} - D_{\Pi 1})^2}{4 \cdot a'} \quad l' = 1.371 \times 10^3 \quad (\text{мм})$$

За стандартом вибираємо розрахункову довжину паса $l_{\text{н}} := 1400 \quad (\text{мм})$

Дійсна міжосьова відстань, яка відповідає довжині паса:

$$a := \frac{2 \cdot l_{\text{н}} - \pi(D_{\Pi 1} + D_{\Pi 2}) + \sqrt{[2 \cdot l_{\text{н}} - \pi(D_{\Pi 1} + D_{\Pi 2})]^2 - 8 \cdot (D_{\Pi 2} - D_{\Pi 1})^2}}{8}$$

$$a = 464.381 \quad (\text{мм})$$

Оцінка довговічності паса за числом його пробігів

$$i := \frac{v}{l} \quad i = 0.017 \quad (\text{с}^{-1})$$

що менше від $[i] = 12 \quad (\text{с}^{-1})$

Кут обхвату меншого шківa

$$\alpha_1 := 180 - 57 \cdot \frac{(D_{\Pi 2} - D_{\Pi 1})}{a} \quad \alpha_1 = 180 \quad \circ$$

Допустиму потужність $[P]$ для даного перерізу паса Б визначаємо за []. Для

з [] вибираємо $P_0 := 2.7 \quad (\text{кВт})$

Коефіцієнт

$$C_{\alpha} := 1 - 0.003 \cdot (180 - \alpha_1) \quad C_{\alpha} = 1$$

$$C_l := \sqrt[6]{\frac{l}{l_0}} \quad C_l = 1$$

Коефіцієнт $C_p := 1$, а коефіцієнт $C_z := 0.95$ при орієнтовному

$z := 1$

$$IPI := P_0 \cdot C_{\alpha} \cdot C_l \cdot C_p \cdot C_z \quad IPI = 2.565 \quad (\text{кВт})$$

Необхідне число пасів, що працюють паралельно на шківaх передачі:

$$z_{\text{н}} := \frac{N_1}{IPI} \quad z = 1.248$$

Приймаємо $z_{\text{н}} := 2$

					КРБ 030.00.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Силу попереднього натягу віток комплекту клинових пасів визначаємо за формулою:

$$F_0 := \frac{0.85 \cdot N_1 \cdot 1000 \cdot C_1}{v \cdot C_\alpha \cdot C_p} \quad F_0 = 115.44 \quad (\text{H})$$

Тоді навантаження на вали пасової передачі:

$$R_{\text{ww}} := 2 \cdot F_0 \cdot \sin\left(\frac{\alpha_1 \cdot \pi}{2 \cdot 180}\right) \quad R = 230.881 \quad (\text{H})$$

2.6. Розрахунок і підбір параметрів муфти мішалки плавителя сиру марки ПС-40

Виберемо конструктивний варіант муфти із кількістю пальців $z_M := 16$ які розміщені по діаметру $D := 0.15 \text{ м}$.

Потужність двигуна шкребка: $N_{\text{III}} := 10.07$

Кутова швидкість двигуна шкребка: $\omega_{\text{III}} := 2.1 \text{ рад/с}$

Обертний момент:

$$T_{\text{III}} := \frac{N_{\text{III}} \cdot 1000}{\omega_{\text{III}}} \quad T_{\text{III}} = 4795.24 \quad (\text{H}^*\text{м})$$

Навантаження, яке припадає на один палець:

$$F_{\text{II}} := \frac{2 \cdot T_{\text{III}}}{D \cdot z_M} \quad F_{\text{II}} = 3996.03 \quad (\text{H})$$

Вибираємо конструктивні розміри елементів муфти []:

довжина втулки: $l_B := 0.08 \text{ (м)}$

діаметр пальця: $d_{\text{II}} := 0.03 \text{ (м)}$

осьовий зазор між півмуфтами: $c_{\text{ww}} := 0.002 \text{ (м)}$

Умова міцності для втулок муфти:

$$p := \frac{F_{\text{II}}}{d_{\text{II}} \cdot l_B} \quad p = 1.665 \times 10^6 < [p] = 2.5 \text{ МПа}$$

Умова міцності для пальців муфти при роботі на згин:

$$\sigma := \frac{32 \cdot F_{\text{II}} \cdot (0.5 \cdot l_B + c)}{\pi \cdot d_{\text{II}}^3} \quad \sigma = 6.332 \times 10^7 < [\sigma] = 70 \text{ МПа}$$

					<i>КРБ 030.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Технологічна частина

3.1. Технічна експлуатація плавителя сиру марки ПС-40

Дотримуйтеся необхідних заходів безпеки перед початком роботи.

Перевірити наявність і рівень масла в двигуні редуктора і при необхідності долити відповідно до технічних даних.

Якщо сироплавильна машина була виготовлена і експлуатувалася більше 6 місяців, скребковий ніж на лопатевій мішалці необхідно зняти і прокип'ятити у воді протягом 2 годин.

Термокорпус машини виготовлений із тонкої листової корозійностійкої сталі, яка може розширюватися, якщо всередині створюється надлишковий тиск, що потенційно може спричинити розрив зварного шва.

Щоб цього уникнути, при монтажі та підготовці сироплавильної установки до роботи необхідно дотримуватися таких правил:

- подача гарячої та холодної води під тиском, щоб тиск на вході в термокорпус не перевищував 0,2 МПа;
- Після подачі достатньої кількості теплоносія відкрийте зовнішні комунікаційні вентиля на виході гарячої та холодної води.

Перевірити сигналізацію, запустити роботу пристрою, автоматичне відключення приводу мішалки.

- Увімкнувши сигнальну лампу «Живлення», поверніть ручку перемикача на правій стороні панелі керування в положення «УВІМК.», щоб увімкнути джерело живлення машини;

- По черзі натискайте кнопки запуску (чорна) і зупинки (червона) під написами «Ротор», «Мішалка» і «Вакуумний насос».

Пускають і зупиняють електродвигуни ротора, мішалки, вакуумного насоса, вмикають і гаснуть відповідні індикаторні лампи.

					<i>КРБ 030.00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Карпюк Т.О.</i>			<i>3. Технологічна частина</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>					32	
<i>Реценз.</i>						<i>гр. МО-41</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Ворощук В.Я.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>						

Натисніть кнопку запуску (чорну) під пластиною «Мішалка», щоб запустити привід мішалки після п'ятикратного повторення випробування несправності запірною пристрою не спостерігалось.

Налаштуйте параметри індикатора температури нагріву (охолодження) продукту на цифровому термостаті, встановленому на дверцятах панелі керування. Використовуйте для цього драйвер:

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

- Натисніть сенсорну кнопку першої контрольної точки (верхня межа, зелена кнопка), щоб встановити температуру нагріву;

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

Несправності перешкоджають нормальній роботі апарату, викликають простої, передчасний знос деталей і механізмів, зниження якості продукції та зниження ефективності технічних процесів.

Таблиця 2.1 показує основні можливі проблеми, їх причини та заходи протидії.

Завжди тримайте апарат чистим.

Періодично перевіряйте міцність кріплень і за необхідності затягуйте болти та гайки.

Рекомендується раз на місяць проводити профілактичний огляд машини, щоб своєчасно виявляти несправності та негайно їх усувати.

3.2. Розробка графіка ППР плавителя сиру марки ПС-40

Залежно від ступеня пошкодження і зносу деталей, а також трудомісткості ремонтних робіт передбачають такі види ремонту: поточний, середній і капітальний.

Складемо графік ППР на наступний рік для плавителя сиру марки ПС-40. Останнім був капітальний ремонт в червні 2023 року. Очікуваний графік роботи – в дві зміни. З останнього К ремонту установка напрацювала 2450 год.

					<i>КРБ 030.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						33
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

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

Структура ремонтних циклів плавителя сиру марки ПС-40 має наступний вигляд:

К-ТО-M1-ТО-M2-ТО-M3-ТО-M4-ТО-M5-ТО-С-ТО-M6-ТО-M7-ТО-M8-
ТО-M9-ТО-M10-ТО-К

Час до крайнього капітального ремонту К - 36 міс., середнього С - 18 міс., малого М - 3 міс., технічного огляду ТО - 1,5 міс.

Знайдемо значення трудомісткості робіт по ремонту пресу за три роки. Значення коефіцієнту до при різних видах ремонту складає $TO = 1$, $M = 7,0$, $C = 21$, $K = 35$ (люд.-год).

$$Ч = 12 + 70 + 21 + 35 = 138 \text{ люд.-год}$$

По операціях:

$$\text{Слюсарні: } 138 * 0,72 = 99,36 \text{ люд.-год}$$

$$\text{Верстатні } 138 * 0,2 = 27,6 \text{ люд.-год}$$

$$\text{Інші } 163 * 0,08 = 11,04 \text{ люд.-год.}$$

Отримані дані заноситися в графі графіка ППР.

					<i>КРБ 030.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1.

Графік планово-попереджувального ремонту плавителя сиру марки ПС-40

Затверджую

Головний інженер

№ 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	
	Плавитель сиру	ПС-40	1	2023					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 ₁ /7	ТО/1	ТО/1	ТО/1	ТО/1	ТО/1	ТО/1	ТО/1	ТО/1	С/21				

					КРБ 030.00.00.000 ПЗ										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата											35

3.3. Технологія розбирання та збирання вузла подрібнення

Порядок складання вузла подрібнення плавителя сиру марки ПС-40 зведемо в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2

Порядок розбирання вузла подрібнення плавителя сиру марки ПС-40.

№ 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.	В гільзу вставляємо два підшипники 31	Ручний прес	Підшипник нагріти в маслі до 70...80°C, вручну перевірити легкість обертання	Слюсар III розряду	
2.	Вал 1 зі втулкою 7 та тарілкою 6 вставляємо в гільзу 2	Ручний прес	Встановити без перекосу	-- // --	
3.	На вал 1 вставляємо шайбу 40	Ручний прес	Встановити без перекосу	-- // --	
4.	Прикручуємо кришку 3 болтами 38 з шайбами 37 та гайками 39	Ключ П-8-05	Перевірити надійність кріплення	-- // --	
5.	У гільзу 4 встановлюємо кришку 8 та закріплюємо її гвинтами 35	Викрутка	Перевірити надійність кріплення	-- // --	

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6
6.	В гільзу 4 встановлюємо пружину 23 із втулкою 20 з ущільненнями 21 та 22	–	Встановити без перекосу	-- // --	
7.	В гільзу 4 встановлюємо втулки 9, 10 та 11	–	Встановити без перекосу	-- // --	
8.	Гільзу 4 в зборі встановлюємо в гільзу 2 і фіксуємо болтами 36 з шайбами 37	Ключ П-8-05	Перевірити надійність кріплення	-- // --	
9.	Встановлюємо ущільнення 5	–	Встановити без перекосу	-- // --	
10.	Встановлюємо втулку 12 з ущільненням 13	Ручний прес	Встановити без перекосу	-- // --	
11.	Встановлюємо напорний диск 17 з ущільненнями 18 та 19	Ручний прес	Встановити без перекосу	-- // --	
12.	На вал 1 встановлюємо пластину 14	Ручний прес	Встановити без перекосу	-- // --	

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6
13.	На вал 1 встановлюєм ротор 24	Ручний прес	Встановити без перекоосу	-- // --	
14.	Встановлюєм втулку 28 з ущільненням 29 і фіксуєм болтом 41	Ключ П-8- 05	Перевірити надійність кріплення	-- // --	
15.	У гільзу 25 з ущільненнями 26 та 27 встановити статор 15 з ущільненнями 21	Ручний прес	Встановити без перекоосу	-- // --	
16.	Встановити гільзу 25 в зборі і зафіксувати її гвинтами 34	Викрутка	Перевірити надійність кріплення	-- // --	

Після ремонту установка встановлюється в технологічну лінію виробництва сиру.

Встановлену установку перед пуском слід підготувати до роботи.

3.4. Розробка технології виготовлення напорного диска

3.4.1 Опис призначення та конструкції деталі. Аналіз технічних умов.

Деталь (напорний диск) відносяться до класу дискових тіл обертання, тобто деталей, які мають значний торець, але довжину, меншу за діаметр. Так як дана деталь вимагає міцності і довговічності, матеріал насосної вставки - сталь 45ХН, ГОСТ 5632-72.

										Арк.
										38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ 030.00.00.000 ПЗ					

Таблиця 3.3.

Хімічний склад сталі 45ХН ГОСТ 1050 – 89 в %.

С	Si	Mn	Ni	Cr	S	P
0,43-0,46	0,17-0,31	0,5-0,8	1,02	1,02	0,04	0,04

Таблиця 3.4.

Механічні властивості сталі 45ХН.

σ_b МПа	σ_m МПа	δ %	ψ %	a_n кГ/см ²	НВ
540 - 620	240 - 300	22	30	6	220

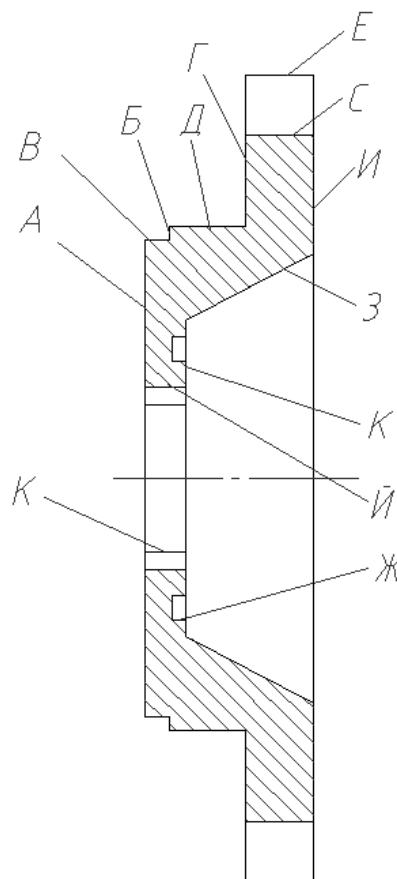


Рис. 3.1 - Насосна вставка з позначенням поверхонь

					КРБ 030.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Аналіз технічних умов насосної вставки.

Позначення поверхні	Технічна умова або вимога	Метод виконання	Метод контролю
А, Б, В, Г, Д,	Забезпечити точність по 9-12 квалітету і Ra= 6,3	Точіння чистове	Точність-штангенциркулем, Шорсткість-методом порівняння за зразками
К	Забезпечити точність по 7 , шорсткість Ra 1,6	Розточування тонке	- // -
Ж, З, И	Забезпечити точність по 14-квалітету Шорсткість Rz60	Точіння чистове	- // -
С	Забезпечити точність по 8-8 квалітету Шорсткість RZ40	Фрезерування	- // -
Й	Забезпечити точність по 9 квалітету Шорсткість Rz40	Довбання шпоночного паза	- // -

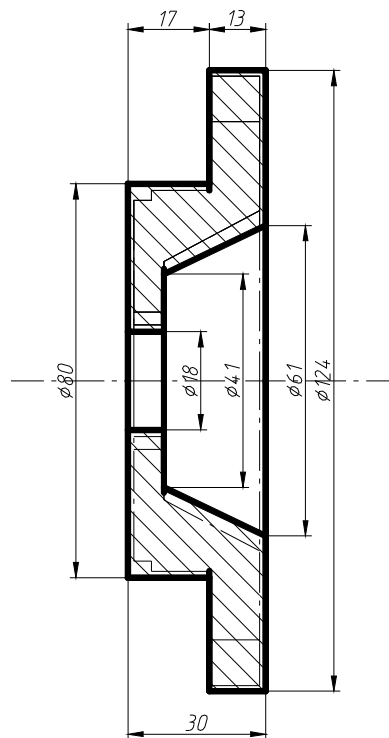
3.4.2. Техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки

Спосіб отримання заготовок для деталей визначається призначенням, конструкцією, матеріалами, типом виготовлення і економічністю виготовлення.

Для дрібносерійного виробництва заготовки для деталей можна отримати із штампування з використанням ГKM, або з прокату.

					КРБ 030.00.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Якщо маса штампованого виробу відрізняється від маси прокатної заготовки більш ніж на 15%, рекомендується використовувати штампування.



а) б)

Рис. 3.2. – Ескізи заготовок:

а) штамповка; б) поковка.

1) Вартість штампування:

$$S_{ш} = \frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_{II} - (Q - g) \cdot \frac{S_{відк}}{1000};$$

$$K = \frac{M}{M_m} = \frac{9,58}{11,36} = 0,84$$

Маса деталі: $g = 0,58\text{кг}$

$$C_i = 7250\text{грн } S_{відк} = 385\text{грн [17]}$$

Величина коефіцієнтів k [17]

$$S_{заг} = \frac{7250}{1000} \cdot 0,69 \cdot 1 \cdot 1,29 \cdot 0,83 \cdot 1,21 \cdot 0,77 - (0,69 - 0,58) \cdot \frac{385}{1000} = 4,95\text{гр.}$$

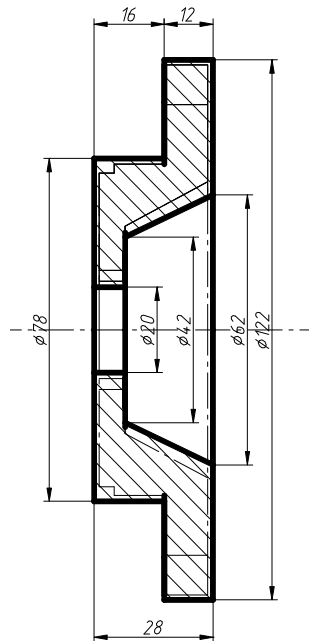
2) Розрахункова вартість поковки:

$$S_i = 6960\text{грн} - \text{індикативна вартість [17]}$$

					<i>КРБ 030.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{\text{заг}} = \frac{Q \cdot S_i}{1000} - (Q - g) \cdot \frac{S_{\text{відх}}}{1000} = \frac{1,25 \cdot 6960}{1000} - (1,25 - 0,58) \cdot \frac{385}{1000} = 8,44 \text{ Гр.}$$

Вартість виготовлення з прокату значно вища отже заготовка - штамповка.



3.4.3. Вибір технологічних баз

При виборі баз слід мати на увазі, що найвища точність обробки досягається при використанні однієї і тієї ж базової поверхні для всіх обробок, тобто зберігається принцип єдності баз.

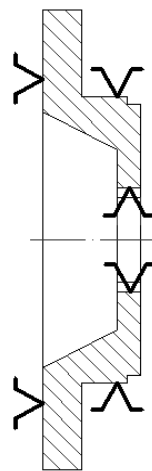


Рис. 3.3- Схема базування насосної вставки.

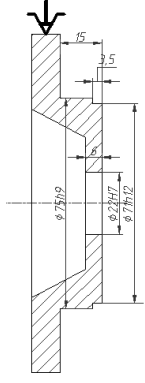
					КРБ 030.00.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4.4. Вибір варіанту технологічного маршруту механічної обробки напорного диска

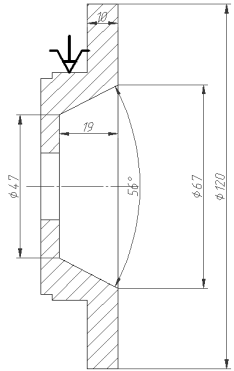
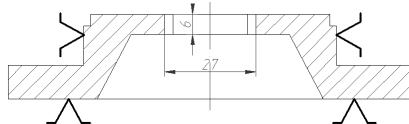
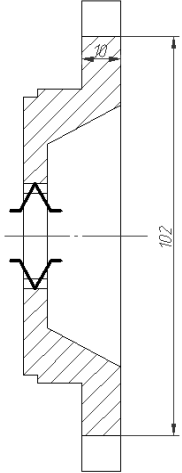
Технологічний маршрут механічної обробки насосної вставки складаємо у вигляді таблиці.

Таблиця 3.6.

Технологічний маршрут механічної обробки насосної вставки.

№ операції.	Назва операції (переходу)	Оброблювана поверхня	Базова поверхня	Обладнання	Схема
1	2	3	4	5	6
005 установ А	Токарно-гвинторізна 1. Точити поверхню в розмір $\varnothing 75h9$ на довжину 15 мм. 2. Точити поверхню в розмір $\varnothing 71h12$ на довжину 3.5 мм 3. Підрізати торець в розмір 15 мм 4. Розточити поверхню в розмір $\varnothing 22H7$ на довжину 6 мм	В, Г А Б К Д	Поверхня заготовки	Токарно-гвинторізний верстат 16К20	

Продовження таблиці 3.6.

1	2	3	4	5	6
установ Б	Токарно-гвинторізна 5. Точити поверхню в розмір \varnothing 120 мм 6. Підрізати торець в розмір 10 мм 7. Точити конус в розмір 19 мм кутом 56 град	З, И Ж	В	Токарно-гвинторізний верстат 16К20	
010	Довбальна Довбати паз під шпонку в розмір 6x8x6	Й	В, И	Довбальний верстат 7А412	
015	Фрезерна Нарізати пази	С	К, А	Фрезерний верстат 5К380	

3.4.5. Визначення припусків та міжопераційних розмірів, проектування заготовки

Розрахуємо величину припуск на поверхню Б $\varnothing 22 H7$, для якої $Ra = 1,6$.

Визначимо число переходів:

$$n = \frac{\lg(\varepsilon)}{0,46}; \quad \varepsilon = \frac{T_3}{T_\delta};$$

де T_3 – допуск для заготовки, *мкм*;

T_δ – допуск для деталі, *мкм*;

$T_3 = 870$ *мкм* для $\varnothing 22$ і ІТ 14;

$T_\delta = 35$ *мкм* для $\varnothing 22$ і ІТ 7.

Звідси.

$$\varepsilon = \frac{T_3}{T_\delta} = \frac{870}{35} = 24,8;$$

$$n = \frac{\lg(\varepsilon)}{0,46} = \frac{\lg(24,8)}{0,46} = 3 \text{ переходи при обробленні.}$$

Отже, задану точність можна досягти за три переходи: розточування чорнове, розточування напівчистове і тонке розточування.

Використовуючи таблицю [17], знайдемо шорсткість кожного переходу, глибину дефектного шару, відхилення та базову похибку.

Заготовка $Rz = 150$ *мкм*; $T = 150$ *мкм*. [17].

Розточування чорнове

$$Rz = 80 \text{ мкм}; T = 80 \text{ мкм..}$$

Розточування напівчистове

$$Rz = 50 \text{ мкм}; T = 30 \text{ мкм}.$$

Розточування тонке

$$Rz = 15 \text{ мкм}; T = 15 \text{ мкм}. [17].$$

Відхилення буде

$$\rho = \sqrt{\rho_k^2 + \rho_{\text{ц}}^2};$$

					КРБ 030.00.00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta_k = 0,5 \text{ мкм/мм}, [17].$$

Базова довжина для відхилення $l = 60 \text{ мм}$. Звідси.

$$\rho_k = L \cdot \Delta_k = 60 \cdot 0,5 = 30 \text{ мкм};$$

$$\rho_u = 0,25 \text{ мм} [17].$$

Підставимо отримані дані і визначимо відхилення ρ .

$$\rho = \sqrt{\rho_k^2 + \rho_u^2} = \sqrt{30^2 + 250^2} = 251 \text{ мкм};$$

Після виконання чорнового свердління

$$\rho_1 = 0,06 \cdot \rho = 0,06 \cdot 251 = 15,1 \text{ мкм};$$

Після виконання кінцевого розточування

$$\rho_1 = 0,04 \cdot \rho = 0,04 \cdot 251 = 10,1 \text{ мкм};$$

Похибка базування $\varepsilon = 0$ (самоцентруючий патрон) [17].

Розраховуємо величину мінімальних припусків.

Для розточування чорнового

$$2 \cdot z_{\min 1} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1}) = 2 \cdot (150 + 150 + 251) = 2 \times 551 \text{ мкм}.$$

Для розточування напівчистового

$$2 \cdot z_{\min 2} = 2 \cdot (80 + 80 + 15,1) = 2 \times 175,1 \text{ мкм}.$$

Для кінцевого розточування.

$$2 \cdot z_{\min 3} = 2 \cdot (50 + 30 + 10,1) = 2 \times 90,1 \text{ мкм}.$$

Розрахункові діаметри будуть рівні відповідно.

$$d_{p1} = 22,870 - 2 \cdot 0,090 = 32,69 \text{ мм};$$

$$d_{p2} = 22,68 + 2 \cdot 0,175 = 22,33 \text{ мм};$$

$$d_{p3} = 22,33 + 2 \cdot 0,551 = 21,228 \text{ мм}.$$

Найменші граничні розміри будуть рівні відповідно.

$$d_{\min 1} = 21,228 - 0,87 = 20,36 \text{ мм};$$

					КРБ 030.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Змн.	
Арк.	
№ докум.	
Підпис	
Дата	

КРБ 030.00.00.000 ПЗ

47

Арк.

Таблиця 3.7.

Припуски і допуски поверхні $\varnothing 22 H7$.

Технологічні переходи обр. поверхні.	Елементи припуску				Розрахунковий припуск $2z_{min}$ мкм	Розрахунковий розмір d_p мм	Допуск δ , мкм	Граничні розміри, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	Rz	T	ρ	Квалі - тет.				d_{min}	d_{max}	$2z_{max}$	$2z_{min}$
Розсвердлювання	150	150	251	14	–	21,228	870	20,86	21,23	–	–
Розточування чорнове	80	80	15,1	11	1324	22,33	220	22,11	22,33	1750	1100
Розточування напівчистове	50	30	10,1	9	231	22,69	87	22,60	22,69	490	360
Розточування тонке	15	15	–	7	131	22,87	35	22,83	22,87	230	180
Всього										2470	1640

$$d_{\min 2} = 22,33 + 0,22 = 22,11 \text{ мм};$$

$$d_{\min 3} = 22,69 + 0,087 = 22,60 \text{ мм};$$

$$d_{\min 4} = 22,87 + 0,035 = 22,83 \text{ мм}.$$

Граничні значення припусків будуть рівні відповідно.

$$2 \cdot z_{\max 1} = 22,11 - 20,36 = 1,75 \text{ мм};$$

$$2 \cdot z_{\max 2} = 22,60 - 22,11 = 0,49 \text{ мм};$$

$$2 \cdot z_{\max 3} = 22,83 - 22,60 = 0,23 \text{ мм};$$

$$2 \cdot z_{\min 1} = 22,33 - 21,23 = 1,1 \text{ мм};$$

$$2 \cdot z_{\min 2} = 22,69 - 22,33 = 0,36 \text{ мм};$$

$$2 \cdot z_{\min 3} = 22,87 - 22,69 = 0,18 \text{ мм}.$$

Номінальний припуск складає

$$z_{\text{ном}} = z_{\min} + ei_{i-1} + ei_i = 1640 + 35 + 87 + 220 = 1982 \text{ мкм};$$

Для решту поверхонь диска припуски і допуски приймаємо по таблицях ГОСТ 7505 – 89.

Таблиця 3.8.

Зведена таблиця припусків і допусків на обробку диска.

Поверхня	Розмір, мм	Припуск, мм		Допуск мкм
		табличний	розрахунковий	
А, И, Г	торці	2.2,5	—	970
	Ø22 H7	2.2,5	2.0,991	970
К	Ø120	2.0,5	—	1028
Е	Ø71h14	2.4,5	—	870
В	конус	0,5	—	65
З	Ø74h9	2.4,5	—	740
Д Й	6	4,5	—	

					КРБ 030.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

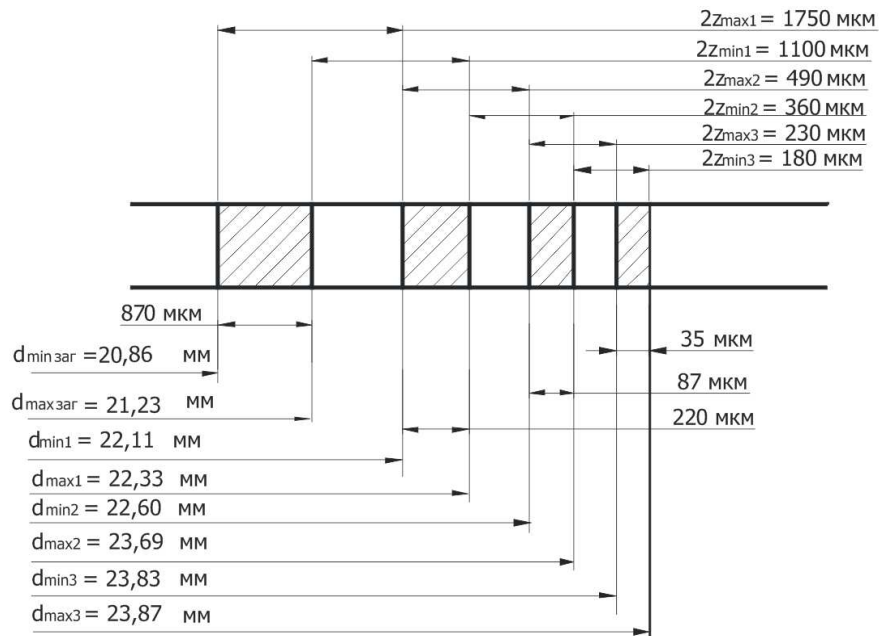


Рис. 3.4. – Схема графічного розміщення припусків і допусків напорного диска на поверхню $\varnothing 22 \text{ H7}$.

3.4.6. Вибір різального і допоміжного інструменту, методів та засобів технічного контролю.

Таблиця 3.9.

Вибір ріжучого і вимірювального інструменту для напорного диска.

№ операції	Назва операції	Інструмент	
		Ріжучий	Вимірювальний
1	2	3	4
005	Токарно-гвинторізна 1. Точити поверхню в розмір $\varnothing 75\text{h9}$ на довжину 15 мм 2. Точити поверхню в розмір $\varnothing 71\text{h12}$ на довжину 3.5 мм 3. Підрізати торець в розмір 15 мм	Різець прохідний упорний 2112 ГОСТ 184790 – 73	Штангенциркуль ШЦ – 1 – 400 ГОСТ 166 – 80 – // – – // – – // – – // – – // –
		Різець підрізний 2334 ГОСТ 18463 – 73	
		Різець прохідний 2113 ГОСТ 18878 – 73	

Продовження таблиці 3.9.

1	2	3	4
	<p>4. Розточити поверхню в розмір \varnothing 22Н7 на довжину 6 мм</p> <p>5. Точити поверхню в розмір \varnothing 120 мм</p> <p>6. Підрізати торець в розмір 10 мм</p> <p>7. Точити конус в розмір 19 мм кутом 56 град</p>	<p>Різець розточний 2318 ГОСТ 18870 – 73</p> <p>Різець прохідний упорний 2112 ГОСТ 184790 – 73</p> <p>– // – Різець прохідний 2113 ГОСТ 18878 – 73</p>	
010	Довбальна Довбати паз під шпонку в розмір 8x9x6	Довбляк шпоночний Шириною 10 мм по ГОСТ 5164 – 71.	Штангенциркуль ШЦ – 1 – 400 ГОСТ 166 – 80 Щуп
015	Фрезерна Нарізати пази z=12 шт,	Фреза дискова \varnothing 36 мм по ГОСТ 6210 – 69. матеріал Р6М5.	Штангенциркуль ШЦ – 1 – 400 ГОСТ 166 – 80 Шаблон

3.4.7. Розрахунок режимів різання по операціях

Визначимо режими мехобробки для поверхні \varnothing 60 $h12$. Для решти операцій і переходів встановлюємо за нормативними даними [17].

Вихідні дані:

Верстат 16К20.

Заготовка – штамповка Сталь 45ХН.

Задіяний інструмент:

а) для чорнового точіння – різець прохідний упорний Т5К10.

					КРБ 030.00.00.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Кріплення – трикулачковий патрон.

Для величини загального припуску на оброблення 2,9 мм з урахуванням потрібного припуску на напівчистове точіння 0,25 мм, вибираємо глибину різання при точінні.

а) для обдирочного точіння $t = 2,5 - 0,25 = 2,25$ мм;

б) для напівчистового точіння $t = 0,25$ мм.

Подача.

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

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

Коректуємо по паспорту верстату, $S = 0,8$ мм/об.

Параметри міцності пластинки твердого сплаву допускають подачу $S = 2,6$ мм/об [17].

Для досягнення параметра шорсткості $Rz 20$ при чистовому точінні допустима подача буде складати $S = 0,6$ мм/об; [17].

Остаточню коректуємо подачі по паспорту верстату.

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

б) для напівчистового точіння $S = 0,6$ мм/об.

Швидкість різання буде:

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

де C_v , x , y , m – коефіцієнти різання:

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

T – період стійкості різця. При одноінструментному обробленні $T = 30 - 60$ хв.

Приймаємо $T = 50$ хв.

K_v – комплексний коефіцієнт.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv};$$

$$K_{mv} = K_z \cdot \left(\frac{750}{\sigma_s} \right)^{n_v} \quad [17].$$

$K_z = 0,95$.

					КРБ 030.00.00.000 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n_v = 1 [17].$$

$$K_{nv} = 0,9 \text{ для прокату [17].}$$

$$K_{uv} = 0,65 [17].$$

$$K_{mv} = K_z \cdot \left(\frac{750}{\sigma_6} \right)^{n_v} = 0,95 \cdot \left(\frac{750}{700} \right)^1 = 1,07.$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} = 1,07 \cdot 0,9 \cdot 0,65 = 0,63.$$

Тоді швидкість різання буде

а) для обдирочного точіння

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{350}{50^{0,2} \cdot 2,1^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,63 = 99,7 \text{ м/с};$$

б) для напівчистового точіння

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{350}{50^{0,2} \cdot 0,25^{0,15} \cdot 0,86^{0,45}} \cdot 0,63 = 132,8 \text{ м/с}.$$

Частота обертів шпинделя

а) для обдирочного точіння

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 99,7}{3,14 \cdot 75} = 420 \text{ об/хв};$$

коректуємо по паспорту $n = 315 \text{ об/хв}$.

б) для напівчистового точіння

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 133}{3,14 \cdot 75} = 564 \text{ об/хв}.$$

по паспорту округлюємо $n = 630 \text{ об/хв}$.

Фактична швидкість різання.

а) для обдирочного точіння

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 75 \cdot 315}{1000} = 74,18 \text{ м/с};$$

б) для напівчистового точіння

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 75 \cdot 630}{1000} = 148,39 \text{ м/с}.$$

Потужність різання

					КРБ 030.00.00.000 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

де P_z – тангенціальна сила; $P_z = C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$;

$C_p = 300$; $x = 1$; $y = 0,75$, $n = -0,15$ [17].

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{z p};$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^n; n = 0,75 [17].$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^n = \left(\frac{700}{750} \right)^{0,75} = 0,79;$$

$K_{\varphi p} = 0,89$ - чорнове точіння, $K_{\varphi p} = 1$ - чистове точіння. $K_{\gamma p} = 1,1$;

$K_{\lambda p} = 1$; $K_{z p} = 1$ [17].

$$K_{p1} = 0,79 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,77; \quad K_{p2} = 0,79 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,87.$$

Тоді

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

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

Потужність різання

а) для чорнового точіння

$$N = \frac{P_{z1} \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{2197 \cdot 74,18}{1020 \cdot 60} = 2,65 \text{ кВт};$$

б) для чистового точіння

$$N = \frac{P_{z1} \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{217 \cdot 148,39}{1020 \cdot 60} = 0,52 \text{ кВт}.$$

Потужність на шпинделі

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

Верстат може виконувати ці операції, якщо потужність шпинделя перевищує необхідну. Режими різання для інших поверхонь визначені за посиланням [17] і зведені в таблицю.

					КРБ 030.00.00.000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.10. – Зведена таблиця режимів різання по операціях.

№ п/п	Назва операції, переходу, позиції	Перехід	L , мм	t , мм	S_p , мм/об	n , об/хв	V , м/хв, м/с	Час різання, T_0 , хв	По-дача, S_m , мм/хв
005	Токарно-гвинторізна								
	1. Точити поверхню в розмір $\varnothing 75h9$ на довжину 15 мм.	1	18	1	0,8	315	159,7	0,65	252
	2. Точити поверхню в розмір $\varnothing 71h12$ на довжину 3.5 мм	2	45	0,5	0,8	315	189,9	0,53	252
	3. Підрізати торець в розмір 15 мм	3	1,5	0,5	1	210	125,9	0,45	210
	4. Розточити поверхню в розмір $\varnothing 22H7$ на довжину 6 мм	4	45	0,6	0,6	315	169,1	0,34	189
	5. Точити поверхню в розмір $\varnothing 120$ мм	5	66	0,5	0,6	315	188,9	0,26	189
	6. Підрізати торець в розмір 10 мм	6	3	0,5	0,8	210	171,4	0,65	168
	7. Точити конус в розмір 19 мм кутом 56 град	7	63	1	0,6	210	131,9	0,72	126
010	Довбальна								
	Довбати паз під шпонку в розмір 8x9x6	1	42	5,5	0,32	-	4	4,2	-
015	Фрезерна								
	Нарізати пази $z=12$ шт	1	35	7,21	2	100	31,4	7,25	200

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ 030.00.00.000 ПЗ

Арк.

54

3.4.8. Технічне нормування розробленого технологічного процесу

Норми часу визначаються на основі технічних розрахунків і проводяться для операцій 005 розрахунково-аналітичними методами для середньосерійного виробництва, а для інших операцій вибираються згідно з нормативами [17].

Основний технологічний час: $T_0 = 3,6$ хв.

Використовуючи довідник [17] визначаємо:

$t_{уст.з} = 0,1$ хв – час на встановлення заготовки.

час на встановлення і зміну інструменту $t_{уст} = 0,14$ хв;

Час для керування верстатом $t_{ун} = 0,12$ хв ;

Час для вимірювання деталі $t_{вим} = 0,08$ хв ;

Загальний допоміжний час буде рівний

$$T_{дон} = t_{уст} + t_{уст.з} + t_{ун} + t_{вим} = 0,14 + 0,12 + 0,08 + 0,1 = 0,44$$
 хв

Оперативний час складає: $T_{он} = T_{дон} + T_0 = 0,44 + 3,6 = 4,04$ хв.

Час на обслуговування робочого місця буде

$$T_{обсл} = 4\%T_{он} = 0,04 \cdot 4,04 = 0,16$$
 хв

Час на відпочинок і природні потреби буде $T_{відп} = 4\%; T_{он} = 0,16$ хв

Штучний час на операцію $T_{шт} = 4,04 + 0,16 + 0,16 = 4,36$ хв .

Норми часу на інші операції визначаються згідно стандарту [17] і заносяться в таблицю..

					КРБ 030.00.00.000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.11. – Розрахунок штучного часу по операціях технологічного процесу

№ п/п	Назва операції	T_0 хв	$T_{доп. хв}$			$T_{оп. хв}$	Час обслугов.		$T_{відп. хв}$	T_{sum}
			$t_{уст}$	$t_{унр}$			$T_{обсл}$	$T_{уст}$		
005	Токарно-гвинторізна	3,6	0,18	0,24	0,08	4,04	0,03	0,04	0,07	4,36
	1. Точити поверхню в розмір $\varnothing 75h9$ на довжину 15 мм.	2,06	0,5	0,45	0,35	3,36	0,4	0,5	0,59	4,85
	2. Точити поверхню в розмір $\varnothing 71h12$ на довжину 3.5 мм	1,64	0,06	0,05	0,05	1,8	0,05	0,05	0,08	1,98
	3. Підрізати торець в розмір 15 мм	0,94	0,05	0,04	0,04	1,07	0,025	0,02	0,065	1,18
	4. Розточити поверхню в розмір $\varnothing 22H7$ на довжину 6 мм	0,94	0,06	0,05	0,05	1,1	0,04	0,03	0,68	1,85
	5. Точити поверхню в розмір $\varnothing 120$ мм	0,95	0,06	0,05	0,05	1,11	0,04	0,03	0,67	1,85
	6. Підрізати торець в розмір 10 мм	0,15	0,04	0,03	0,03	0,25	0,03	0,04	0,08	0,4
	7. Точити конус в розмір 19 мм кутом 56 град	0,14	0,02	0,015	0,015	0,19	0,02	0,01	0,02	0,24
010	Довбальна									
	Довбати паз під шпонку в розмір 8x9x6	4,2	0,24	0,12	0,08	4,88	0,02	0,01	0,03	5,6
015	Фрезерна									
	Нарізати пази z=12 шт	7,25	0,64	0,52	0,68	10,8	0,12	0,21	0,23	36

4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці.

4.1 Заходи з охорони праці

До основного технологічного обладнання по виробництву твердих сирів відносяться: зважуючі приймальні місткості, відцентрові насоси, сепаратори ОЦМ-10, вовчок К7-ФВП-82, плавитель сиру ПС-40, витримувач спеціальний ВС-120, фасувально-пакувальний автомат Л5-ОКА, камера термодимова КТД-500.

Перед пуском сепаратора необхідно перевіряти правильність збирання барабана, кріплення приймально-вивідного пристрою. При цьому сепаратора необхідно відвести гальма і стопори в неробоче положення.

Кнопка управління електродвигуном повинна бути змонтована поблизу сепаратора. Підходи до кнопки управління повинні бути вільні. Електродвигун повинен бути заземлений.

Категорично забороняється знімати, поправляти або встановлювати приймально-вивідний пристрій під час обертання барабана.

Забороняється працювати: при виявленні сторонніх шумів; при зачіпанні барабана за деталі приймально-вивідного пристрою; при підвищеній вібрації сепаратора; у разі попадання в масляну ванну станини рідини або води, що сепарується; при поломці і втраті пружності хоча б однієї з пружин вертикального валу; при зношенні шарикопідшипників; з розбалансованим барабаном. Забороняється гальмувати барабан сторонніми предметами або іншими способами, окрім передбачених інструкцією.

Забороняється розбирати сепаратор під час обертання барабана.

					<i>КРБ 030.00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Карпюк Т.О.</i>			<i>4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>					57	
<i>Консульт.</i>		<i>Окіпний І.Б.</i>				<i>гр. МО-41</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Ворощук В.Я.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>						

Забороняється працювати на сепараторі з барабаном, зібраних з деталей від іншого барабана. У разі заміни яких-небудь деталей необхідно провести балансування барабана наново.

Необхідно виконувати вимоги «Правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачем».

Плавитель сиру ПС-40 відноситься до високооборотного технологічного обладнання з електричним приводом. Всі рухомі елементи даної машин повинні бути закриті кожухами, а елементи електроприводу – заізольовані 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.

Перед вмиканням автомата для фасування ковбасного плавленого сиру марки Л5-ОКА 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.

Забороняється замикати контакти електричних блокувань при відкинутому в неробоче положення бункері і знятій конусній насадці.

Для зниження ступеня ураження електричним струмом передбачено окремий вимикач. На протязі всього терміну експлуатації автомата для фасування ковбасного плавленого сиру марки Л5-ОКА необхідно слідкувати за станом ізоляції на струмоведучих елементах мережі та використовуваного заземлення. Останнє діє можливість уникнути ураження електричним струмом при торканні корпусу неізольованих частин. Вибір заземлення вибирається згідно з ГОСТ 12.1.030-81.

Санобробку автомата для фасування ковбасного плавленого сиру марки Л5-ОКА проводити тільки при відключенні його від мережі.

					<i>КРБ 030.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		58

При проведенні робіт із заміни змінних частин (цівки, насадки, витіснювачі), пасів електроприводу і регулювання педалі керування, механізму переключення, датчика кута повороту, механізмів блокування бункера і конусної насадки, електроживлення фасувального автомата для ковбасного сиру повинне бути відключене за допомогою кнопки "МЕРЕЖА".

До роботи зі фасувальним автоматом допускаються особи, які мають практичні навички в експлуатації й обслуговуванні фасувального автомата для ковбасного сиру і знаючі відповідні правила мір безпеки.

У разі потреби негайно виключити фасувальний автомат, необхідно натиснути на червоний грибок, що знаходиться на передній панелі над педаллю керування.

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

Забороняється замикати контакти електричних блокувань при відкинутому в неробоче положення бункері і знятій конусній насадці.

Для зниження ступеня ураження електричним струмом передбачено окремий вимикач. На протязі всього терміну експлуатації термодимової камери необхідно слідкувати за станом ізоляції на струмоведучих елементах мережі та використововуваного заземлення. Останнє діє можливість уникнути ураження електричним струмом при торканні корпусу неізольованих частин. Вибір заземлення вибирається згідно з ГОСТ 12.1.030-81.

Санобробку термодимової камери слід проводити тільки при відключенні її від мережі.

Технологічні трубопроводи повинні забезпечувати герметичність. Підтікання є недопустимим фактором, оскільки створює додаткові небезпечності для обслуговуючого персоналу (слизька підлога, підвищена

					<i>КРБ 030.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вологість). Зростає імовірність падіння і отримання травм, а також ураження електричним струмом.

При експлуатації термодимової камери установки суттєву небезпеку становлять ситуації, пов'язані з тепловими опіками. Стандартами передбачається максимально допустима температура поверхонь, які є вільні для дотику, не більша від 50С. З метою забезпечення нормальних умов праці пропонується застосовувати теплоізоляцію, яка б забезпечували відсутність вільних умов дотику до нагрітих поверхонь. Для деяких випадків допускається застосування тканинних рукавиць (ГОСТ 12.4.020–82).

4.2. Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях

Будь-яке устаткування підвищеного тиску повинне бути укомплектовано системами вибухозахисту, що припускають:

- застосування устаткування, розрахованого на тиск вибуху;
- застосування гідрозатворів, вогнезагороджувачів, інертних чи парових завіс;
- захист апаратів від руйнування при вибуху за допомогою пристроїв аварійного скидання тиску (запобіжні мембрани і клапани, швидкодіючі засувки, зворотні клапани і т.д.).

Вибухозахист систем підвищеного тиску досягається також організаційно-технічними заходами; розробкою інструктивних матеріалів, регламентів, норм і правил ведення технологічних процесів; організацією навчання й інструктажу обслуговуючого персоналу; контролем і наглядом за дотриманням норм технологічного режиму, правил і норм техніки безпеки, промисловій санітарії і пожежній безпеці і т.п.

Трубопроводи. Для того щоб зовнішній вигляд трубопроводу вказував на властивості середовища, що транспортується, уведене їх пізнавальне (сигнальне)

					<i>КРБ 030.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						60
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

фарбування (ДСТ 1402-69). Наприклад: вода - зелений, повітря - синій, лугу - фіолетові і т.д.

Для позначення виду небезпеки речовини, що транспортується по трубопроводу, на його поверхню додатково наносять сигнальні кільця. Їхнє число визначається ступенем небезпеки. Кільця передбачені: червоного кольору - для вибухонебезпечних; зеленого кольору - для безпечних і нейтральних речовин; жовтого кольору - для токсичних речовин, а також глибокого вакууму, високого тиску.

Усі трубопроводи після монтажу і періодично в процесі експлуатації піддаються гідравлічним іспитам на міцність при спробному тиску на 25% перевищуючому робоче, але не менш 0,2 Мпа.

Запобіжні пристрої. Кожна судина чи ємність повинна додатково бути постачений пристроєм від підвищення тиску вище припустимого. Як запобіжні пристрої застосовуються:

1) запобіжні мембрани - гранична простота їхньої конструкції характеризує їх як самі надійні з всіх існуючих засобів вибухозахисту, крім того вони практично не мають обмежень по пропускну здатності. Хоча в них є свої істотні недоліки, що після спрацьовування устаткування, що захищається, залишається відкритим, що приводить до зупинки устаткування і викиду в атмосферу вмісту апарата;

2) вибухові клапани - використання їх на технологічному устаткуванні дає можливість усунення негативних наслідків, тому що після спрацьовування і скидання необхідної кількості газу через вибуховий клапан його отвір знову закривається, забезпечуючи тим самим тривалість роботи устаткування. До їхнього недоліку варто віднести велику інерційність у порівнянні з мембранами, значну складність конструкції, а також недостатню герметичність;

3) пружинні запобіжні клапани є самими розповсюдженими в даний час засобом захисту технологічного устаткування від вибуху. Однак і вони мають ряд істотних недоліків, в основному через велику інерційність як вантажних, так і пружинних конструкцій клапанів.

					<i>КРБ 030.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						61
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Автоматична пожежна сигналізація є важливою мірою запобігання великих пожеж, тому що час між виникнення пожежі і приїзду пожежної бригади проходить значно багато, що в більшості випадків приводить до повного охоплення полум'ям приміщення. Основна задача автоматичної пожежної сигналізації - виявлення початкової стадії пожежі, передача повідомлення про місце і час его виникнення і при необхідності включення автоматичних систем пожежегасіння і димовидалення.

Функціонально автоматична пожежна сигналізація складається з приймально-контрольної станції, що через сигнальні лінії з'єднана з пожежними сповіщувачами. Задача сигнальних сповіщувачів є перетворення різних проявів пожежі в електричні сигнали.

Швидкість спрацьовування автоматичної пожежної сигналізації в основному визначається швидкістю спрацьовування первинних сповіщувачів. В даний час найбільш часто використовуються теплові, димові, світлові і звукові пожежні сповіщувачі.

Запобігання розвитку пожежі залежить не тільки від швидкості его виявлення, але і від вибору засобів і способів пожежегасіння.

Вибір засобів і способів пожежегасіння. Для придушення процесу горіння можна знижувати вміст пального компонента, окислювача (кисню повітря), знижувати температуру чи процесу збільшити енергію активації реакції горіння. Відповідно до цього в даний час при гасінні пожеж використовують один з наступних основних способів:

- ізоляцію вогнища горіння від чи повітря зниження шляхом розведення повітря непальними газами, концентрації кисню в повітрі до значення, при якому не може відбуватися процес горіння;

- охолодження вогнища горіння нижче визначених температур (температур samozапалювання, запалення і спалахи палих речовин і матеріалів);

- інтенсивне інгібування (гальмування) швидкість хімічної реакції окислювання;

					<i>КРБ 030.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- механічний зрив полум'я в результаті впливу на нього сильного струменя чи газу рідини;

- створення умов вогнезагородження, при яких полум'я змушене поширюватися через вузькі канали.

Для реалізації перерахованих способів гасіння пожеж використовують різні вогнегасячі речовини. До них відносяться в першу чергу вода найдешевший і доступний матеріал, пісок, пожежні щити з устаткуванням, вогнегасники є одним з найбільш ефективних первинних засобів пожежегасіння, інертні розріджувачі застосовуються для об'ємного гасіння, останнім часом для гасіння пожеж усе більш широко застосовують вогнегасячі порошки.

Багато хто вогнегасячі речовини, застосовувані в автоматичних системах пожежегасіння, ушкоджують технологічні установки. Тому вибір типу вогнегасячої речовини повинний визначатися не тільки швидкістю і якістю гасіння пожежі, але і необхідністю забезпечити мінімальне сумарне ушкодження, що може бути заподіяно будинку й устаткуванню.

Висновки. Для уникнення і мінімізації важких наслідків надзвичайних ситуацій надзвичайно важливим є забезпечення заходів з інженерного захисту від можливих негативних чинників.

					<i>КРБ 030.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						63
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Висновки

Плавитель сиру ПС-40 - це промислова установка, призначена для плавлення та пастеризації сиру, а також для виготовлення різного роду соусів. В даній кваліфікаційній роботі було запропоновано конструктивне рішення для ротора плавителя сиру марки ПС-40, а також розроблено технічні заходи з ремонту вузла подрібнення.

При цьому було виконано наступні задачі:

- розроблено структурну та кінематичну схем плавителя сиру марки ПС-40;
- виконано енергетичний розрахунок плавителя сиру марки ПС-40;
- виконано розрахунок ротора плавителя сиру марки ПС-40;
- виконано розрахунок суміжних елементів плавителя сиру марки ПС-40;
- виконано розробку заходів з експлуатації, технічного обслуговування і ремонту плавителя сиру марки ПС-40;
- виконано розробку заходів із охорони праці, техніки безпеки та цивільної безпеки.

Запропоновані заходи дозволять зробити експлуатацію плавителя сиру марки ПС-40 більш стабільною та прогнозованішою.

					<i>КРБ 030.00.00.000 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>Картюк Т.О.</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>					64	
<i>Реценз.</i>						<i>гр. МО-41</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Ворощук В.Я.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>						

Перелік посилань

1. Єресько Г.О. Технологічне обладнання молочних виробництв: навч. посібник/ Єресько Г.О.,Шинкарик М.М.,Ворощук В.Я.-К.:ЦНЛ,2007.-337с
2. Закалов О.В. Технологічне обладнання харчових виробництв / Закалов О.В.,Закалов І.О.-Тернопіль:Видавництво ТДТУ, 2000.-406 с.
3. Закалов О.В., Ворощук В.Я. Дипломне проектування технологічного обладнання переробних і харчових виробництв. Навчальний посібник. – Тернопіль, ТНТУ ім. І. Пулюя, 2011. – 350 с.
4. Мирончук В.Г. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості; навчальний посібник / Мирончук В.Г., Орлов Р.О.,Українець А.І. та ін.-Вінниця: Нова книга, 2004.-288с.
5. Ковбашин В. І., Пік А. І. Інженерна графіка : навч. посіб. Тернопіль : Підруч. і посіб., 2023. 240 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. Черевко О.І., Михайлов В.М., Бабкіна І.В. та ін. Техніка харчових підприємств малого та середнього бізнесу. Лабораторний практикум. Навчальний посібник. — Харків: ХДУХТ, 2015. — 165 с.
9. Черевко О.І., Михайлов В.М., Бабкіна І.В., Ляшенко Б. В, Шевченко А.О., Михайлова С.В. Технологічне обладнання малих харчових та переробних виробництв. Частина 3. Технологічне обладнання малих хлібопекарських і макаронних виробництв. Навчальний посібник. У 3-х частинах. — Харків: Харківський дер. ун-т харчування та торгівлі, 2013. — 96 с.

					<i>КРБ 030.00.00.000 ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Карпюк Т.О.			<i>Перелік посилань</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Вітенько Т.М.					65	
Реценз.						<i>гр. МО-41</i>		
Н. Контр.		Ворощук В.Я.						
Затверд.		Вітенько Т.М.						

- 10.Малежик І.Ф. Процеси та апарати харчових виробництв / І. Ф. Малежик. – К.: НУХТ, 2003. – 400 с.
- 11.Процеси та апарати харчових виробництв /А.М. Поперечний , О.І. Черевко ,В.Б. Гаркуша, Н.В. Кирпиченко.– К.: ЦУЛ, 2007.– 304с.
- 12.Мирончук В.Г. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості: підручник / В.Г. Мирончук. – Вінниця: Нова книга, 2007.– 648 с.
- 13.Кіркач Н.Ф., Баласанян Р.А. Розрахунки і проектування деталей машини. - Харків. Основа, 1991.- 275с.
- 14.Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин.– К.: Вища школа, 1993.– 556с.
- 15.Григурко І.О., Брендюля М.Ф., Доценко С.М. Технологія машинобудування (дипломне проектування) Навчальний посібник. — Львів: Новий світ-2000, 2011. — 770 с.
- 16.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.
- 17.Одарченко М.С., Одарченко А.М., Степанов В.І., Черненко Я.М. Основи охорона праці. Харків: Стиль-Издат, 2017. — 334 с.
- 18.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 030.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		