

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра Обладнання харчових технологій
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Пилипець О.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« » 20__ р.

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування
(шифр і назва спеціальності)
студенту Прокопу Володимирі Зіновійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення заходів з технічного обслуговування та ремонту фасувально-закупорювального автомата марки МК-ОФМ.

Керівник роботи Вітенько Тетяна Миколаївна, д.т.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 02 » 02 2026 року № 4/9-93

2. Термін подання студентом завершеної роботи « 20 » 06 2026 року

3. Вихідні дані до роботи Паспорт автомата марки МК-ОФМ»

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

1. Аналітична частина
 - 1.1. Аналіз умов роботи і технічних характеристик
 - 1.2. Опис будови і принципу роботи насоса
 - 1.3. Огляд конструкцій
 - 1.4. Мета і задачі кваліфікаційної роботи
2. Конструкторська частина
 2. Конструкторська частина
 - 2.1. Технологічний розрахунок фасувально-закупорювального автомата марки МК-ОФМ
 - 2.2. Вибір кінематичної схеми фасувально-закупорювального автомата марки МК-ОФМ.
 - 2.3. Кінематичний розрахунок приводу фасувально-закупорювального автомата
 - 2.4. Вибір і обґрунтування конструкційних матеріалів основних елементів
 - 2.5. Розрахунок фасувального устрою фасувально-закупорювального автомата марки МК-ОФМ
 - 2.6. Розрахунок клинопасової передачі приводу фасувально-закупорювального автомата
 - 2.7. Розрахунок черв'ячної передачі приводу командоапарата фасувально-закупорювального автомата марки МК-ОФМ
3. Технологічна частина
 - 3.1. Заходи з монтажу фасувально-закупорювального автомата марки МК-ОФМ
 - 3.2. Розробка технології ремонту фасувально-закупорювального автомата марки МК-ОФМ
 - 3.3. Розробка технології виготовлення корпусу дозувального пристрою
4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
 1. Фасувально-пакувальний автомат марки МК-ОФМ. Вигляд загальний
 2. Фасувально-пакувальний автомат марки МК-ОФМ. Кінематична схема
 3. Дозувальний пристрій фасувально-пакувального автомата марки МК-ОФМ. Складальне креслення
 4. Деталювання
 5. Технологічна схема складання-розбирання дозувального пристрою фасувально-пакувального автомата марки МК-ОФМ
 6. Графічне представлення технологічного процесу механічної обробки корпусу дозувального пристрою фасувально-пакувального автомата марки МК-ОФМ

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи хорони праці	доц. Кравець О.І.		
Нормоконтроль	доц. Кравець О.І.		

7. Дата видачі завдання 03.02.2026

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	1. Аналітична частина	03.02. 2026-20.03.2026	
2	2. Конструкторська частина	01.03.2026-15.04.2026	
3	3. Технологічна частина	01.04.2026-10.05.2026	
4	4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці	01.06.2026-10.06.2026	
5	Висновки.	10.06.2026-15.06.2026	
6	Графічна частина		
7	Фасувально-пакувальний автомат марки МК-ОФМ. Вигляд загальний	03.02. 2026-10.03.2026	
8	Фасувально-пакувальний автомат марки МК-ОФМ. Кінематична схема	01.03.2026-15.04.2026	
9	Дозувальний пристрій фасувально-пакувального автомата марки МК-ОФМ. Складальне креслення	10.03.2026-10.04.2026	
10	Деталювання	10.04.2026-25.04.2026	
11	Технологічна схема складання-розбирання дозувального пристрою фасувально-пакувального автомата марки МК-ОФМ	15.04.2026-01.05.2026	
12	Графічне представлення технологічного процесу механічної обробки корпусу дозувального пристрою фасувально-пакувального автомата марки МК-ОФМ	01.05. 2026-25.05.2026	
13			
14			
15			
16			

Студент

(підпис)

Прокоп В.З.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Вітенько Т.М.

(прізвище та ініціали)

Анотація

Прокоп Володимир Зіновійович. Розроблення заходів з технічного обслуговування та ремонту фасувально-закупорювального автомата марки МК-ОФМ.

Кваліфікаційна робота присвячена розробленню заходів з технічного обслуговування та ремонту фасувально-закупорювального автомата марки МК-ОФМ, призначеного для фасування в'язких молочних продуктів (сметани, йогурту, кисломолочних паст) у полімерні стаканчики та їх герметичного закупорювання. У роботі виконано аналіз умов роботи і технічних характеристик автомата, опис його будови та принципу дії, огляд конструкцій аналогічного обладнання. Виконано технологічний розрахунок циклу роботи автомата, складено циклограму і визначено тривалість виконання технологічних операцій, розроблено кінематичну схему приводу, обґрунтовано вибір конструкційних матеріалів основних вузлів. Розроблено технологію монтажу автомата на фундаменті із вибором такелажного оснащення, методів вивірки, інструментів і пристосувань. Проаналізовано характерні причини відмов вузлів автомата, що контактують із молочним середовищем, розроблено графік планово-попереджувального ремонту, технологічну документацію на розбирання та складання дозувального пристрою, виконано дефектування і сортування деталей. Розроблено технологічний процес виготовлення корпусу дозувального пристрою. Розроблено заходи з охорони праці під час експлуатації молочно-технологічного обладнання та заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: фасувально-закупорювальний автомат, технічне обслуговування, ремонт, монтаж, технологічний процес.

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Прокоп В.З.			Анотація		
Перевір.		Вітенько Т.М.					
Реценз.							
Н. Контр.		Кравець О.І.					
Затверд.		Пилипець О.М.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						3	
					гр. МО-41		

Abstract

Prokop, Volodymyr Zinoviyovych – Development of measures for maintenance and repair of the MK-OFM filling and capping machine.

This thesis is devoted to the development of maintenance and repair procedures for the MK-OFM automatic filling and capping machine, designed for filling viscous dairy products (sour cream, yogurt, fermented milk spreads) into plastic cups and hermetically sealing them. The thesis analyzes the operating conditions and technical characteristics of the machine, describes its structure and operating principle, and reviews the designs of similar equipment. A technological calculation of the machine's operating cycle was performed, a cycle diagram was drawn up, and the duration of technological operations was determined; a kinematic diagram of the drive was developed, and the selection of structural materials for the main components was justified. A procedure for installing the machine on a foundation was developed, including the selection of lifting equipment, alignment methods, tools, and fixtures. The typical causes of failure for machine components in contact with the milk medium were analyzed; a schedule for preventive maintenance was developed, along with technical documentation for the disassembly and assembly of the dosing device; and a defect inspection and sorting of parts were performed. A manufacturing process for the dosing device housing has been developed. Occupational safety measures for the operation of dairy processing equipment and emergency safety procedures have been established.

Keywords: automatic filling and capping machine, maintenance, repair, installation, manufacturing process.

					<i>КРБ 960.00.00.000 ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Прокоп В.З.</i>			Abstract	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>					<i>Архивів</i>
<i>Реценз.</i>							3
<i>Н. Контр.</i>		<i>Кравець О.І.</i>				<i>зр. МО-41</i>	
<i>Затверд.</i>		<i>Пилипець О.М.</i>					

Зміст

Завдання	1
Анотація	3
Abstract	3
Зміст.....	4
Вступ	6
1. Аналітична частина.	8
1.1. Аналіз умов роботи і технічних характеристик.....	8
1.2. Опис будови і принципу роботи.....	8
1.3. Огляд конструкцій	11
1.4. Мета і задачі кваліфікаційної роботи	20
2. Конструкторська частина.....	22
2.1. Технологічний розрахунок фасувально-закупорювального автомата марки МК-ОФМ	22
2.2. Вибір кінематичної схеми фасувально-закупорювального автомата марки МК-ОФМ.	26
2.3. Кінематичний розрахунок приводу фасувально-закупорювального автомата марки МК-ОФМ.	28
2.4. Вибір і обґрунтування конструкційних матеріалів основних елементів	30
2.5. Розрахунок фасувального устрою фасувально-закупорювального автомата марки МК-ОФМ	31
2.6. Розрахунок клинопасової передачі приводу фасувально-закупорювального автомата.....	33
2.7. Розрахунок черв'ячної передачі приводу командоапарата фасувально-закупорювального автомата марки МК-ОФМ.....	36

					<i>КРБ 960.00.00.000 ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Зміст</i>		
<i>Розроб.</i>		<i>Прокоп В.З.</i>					
<i>Перевір.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>					
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>		<i>Кравець О.І.</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Пилипець О.М.</i>					
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
						4	
					<i>гр. МО-41</i>		

3. Технологічна частина	44
3.1. Заходи з монтажу фасувально-закупорювального автомата марки МК-ОФМ.....	44
3.1.1 Обґрунтування вибору такелажного оснащення та розробка схеми монтажу фасувально-закупорювального автомата марки МК-ОФМ.....	44
3.1.2 Обґрунтування методів вивірки фасувально-закупорювального автомата на фундаменті та вибір технологічного оснащення	46
3.2. Розробка технології ремонту фасувально-закупорювального автомата марки МК-ОФМ	49
3.2.1. Розробка графіка планово-попереджувального ремонту фасувально-закупорювального автомата.....	49
3.2.2. Розробка технологічної документації на проведення ремонту фасувально-закупорювального автомата.....	52
3.2.3. Дефектування і сортування деталей	56
3.3. Розробка технології виготовлення корпусу дозувального пристрою фасувально-пакувального автомата МК-ОФМ	60
3.3.1. Аналіз технічних умов корпусу дозувального пристрою фасувально-пакувального автомата МК-ОФМ	60
3.3.2 Вибір і обґрунтування способу отримання заготовки	62
3.3.3. Розрахунок припусків і міжопераційних розмірів	63
3.3.4. Розробка технологічного маршруту механічної обробки корпусу дозувального пристрою фасувально-пакувального автомата МК-ОФМ	66
3.3.5 Вибір ріжучого і вимірювального інструменту.....	67
3.3.6. Розрахунок режимів різання по операціях.....	68
3.3.7. Технічне нормування технологічного процесу.	70
4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці.	73
4.1 Охорона праці та виробнича безпека.....	73
4.2. Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях	77
Висновки	83
Перелік посилань	85
Додатки	

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Молочна промисловість посідає одне з ключових місць у структурі харчової індустрії України, забезпечуючи щоденні потреби населення у повноцінному харчуванні. Серед широкого асортименту молочної продукції особливу групу становлять в'язкі молокопродукти — сметана, йогурт, кисломолочні пасти та інші вироби з підвищеною консистенцією. Їх виробництво висуває специфічні вимоги до технологічного обладнання на етапі фасування та закупорювання: реологічні властивості таких продуктів — зокрема висока в'язкість, схильність до налипання на робочі поверхні та чутливість до надмірних механічних навантажень — суттєво ускладнюють процес дозування і потребують відповідних конструктивних рішень у будові фасувального обладнання.

Фасувально-закупорювальний автомат марки МК-ОФМ розроблений для роботи з в'язкими молочними продуктами — сметаною, йогуртом, кисломолочними пастами тощо. Конструктивні особливості машини забезпечують точне дозування продукту, герметичне закупорювання тари та дотримання санітарно-гігієнічних вимог, що висуваються до обладнання молочної галузі.

Водночас в'язке молочне середовище є одним із найагресивніших з точки зору експлуатації обладнання. Жири, білки та кислоти, що містяться у молокопродуктах, інтенсивно впливають на робочі органи машини — дозувальні пристрої, клапани, ущільнення та транспортувальні механізми, — прискорюючи їх знос і зумовлюючи специфічний характер несправностей. Це ставить підвищені вимоги до організації технічного обслуговування та ремонту обладнання порівняно із машинами, що працюють із менш агресивними середовищами.

					<i>КРБ 960.00.00.000 ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Прокоп В.З.</i>			<i>Вступ</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>					
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>		<i>Кравець О.І.</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Пилипець О.М.</i>					
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
						6	
					<i>гр. МО-41</i>		

Нерегулярне або неналежне технічне обслуговування фасувально-закупорювального автомата МК-ОФМ в умовах виробництва в'язких молокопродуктів призводить не лише до передчасного виходу з ладу вузлів машини, а й до ризику мікробіологічного забруднення продукції внаслідок накопичення молочних залишків у важкодоступних зонах. Таким чином, розроблення обґрунтованої системи ТОіР є питанням не лише економічної ефективності, а й безпеки харчової продукції.

Розроблення конкретних технічних рішень і регламентів, впровадження яких на молочних підприємствах дозволить знизити частоту відмов обладнання, забезпечити мікробіологічну безпеку процесу фасування та скоротити витрати на позапланові ремонти, що в підсумку сприятиме підвищенню якості готової молочної продукції та конкурентоспроможності підприємства.

Кваліфікаційна робота складається [1] із чотирьох розділів. У першому розділі проаналізовано умови роботи і технічні характеристики автомата МК-ОФМ, описано його будову та принцип дії, виконано огляд аналогічних конструкцій, сформульовано мету і завдання роботи. У другому розділі виконано конструкторські розрахунки автомата: технологічний і кінематичний розрахунки циклу роботи, обґрунтування вибору конструкційних матеріалів. У третьому розділі розроблено технологічну частину роботи: заходи з монтажу автомата на фундаменті, технологію його ремонту, включно з графіком планово-попереджувального ремонту, технологічною документацією та дефектуванням деталей, а також технологічний процес виготовлення корпусу дозувального пристрою. У четвертому розділі розглянуто питання безпеки життєдіяльності та охорони праці під час експлуатації обладнання молочного виробництва.

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Аналітична частина.

1.1. Аналіз умов роботи і технічних характеристик

Автомат МК-ОФМ є спеціалізованим технологічним обладнанням для підприємств молочної промисловості. Він забезпечує об'ємне дозування і фасування в'язких молочних продуктів у готові полімерні стаканчики з їх подальшим герметичним запечатуванням (закупорюванням) кришками з алюмінієвої фольги, що мають термозварювальний шар.

Усі функціональні параметри автомата повністю відповідають чинним галузевим вимогам, зокрема технологічним інструкціям, технічним умовам (ТУ), санітарно-гігієнічним нормам і правилам безпечної експлуатації та санітарної обробки обладнання.

Технічні характеристики

Метод вимірювання порції	Об'ємний
Робочий діапазон дозування, г	50 ... 500
Гранична похибка дози, %	±2
Продуктивність (для тари 0,5 кг), не менше:	
- технічна (шт./год)	1500
- масова (кг/год)	750
Споживана потужність, кВт (макс.)	1,4
Габарити (довжина × ширина × висота), мм	1000 × 850 × 1700
Конструктивна маса, кг	325

1.2. Опис будови і принципу роботи

Базовим елементом конструкції автомата є зварна рама 1 (рисунок 1.1), виконана зі сталевого кутового профілю.

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	1. Аналітична частина.		
Розроб.		Прокоп В.З.					
Перевір.		Вітенько Т.М.					
Реценз.							
Н. Контр.		Кравець О.І.					
Затверд.		Пилипець О.М.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						8	
					гр. МО-41		

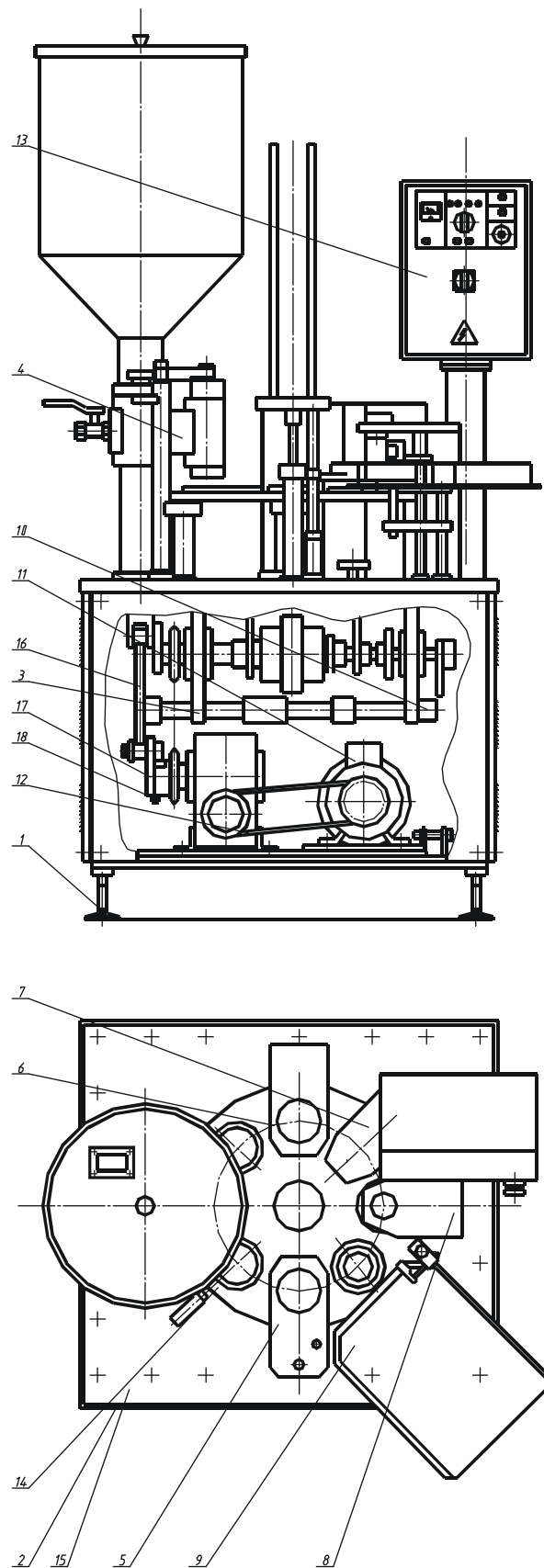


Рисунок 1.1 – Фасувально-закупорювальний автомат МК-ОФМ.

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Рама сполучена з плитою 2, на якій змонтовані основні виконавчі механізми та функціональні вузли: командоапарат 3, дозатор 4, вузол відокремлення стаканчиків 5, механізм накладання кришок 6, пристрій термозварювання кришок 7, вузол маркування (нанесення дати) 8 та приймальний стіл 9. Зверху плита закрита захисним столом 15, виготовленим із листової неіржавної сталі.

Нижня частина рами слугує для розміщення приводної системи, яка складається з редуктора 10 та електродвигуна 11, кінематично з'єднаних за допомогою клинопасової передачі 12. Елементи системи керування та електрообладнання зосереджені в пульті управління 13.

За принципом дії автомат належить до обладнання карусельного типу періодичної (циклічної) дії. Транспортування тари між технологічними позиціями здійснюється за допомогою поворотного столу 14. Робочий цикл автомата передбачає виконання таких послідовних операцій:

- подача та позиціонування порожніх стаканчиків;
- об'ємне дозування та заповнення тари продуктом;
- укладання фольгованої кришки;
- герметичне термозварювання кришки зі стаканчиком;
- проставлення дати (маркування) на кришці;
- вивантаження готової закупореної тари на приймальний стіл.

Усі виконавчі органи мають електромеханічний привід. Поворотний стіл має 8 фіксованих позицій (пунктів зупинки), дві з яких є резервними (неробочими). Отже, за один повний оберт транспортного органа автомат здійснює 8 кроків (тактовних циклів), забезпечуючи повне переміщення склянки від зони завантаження до зони вивантаження.

Для координації роботи виконавчих органів призначений командоапарат, який трансформує та перерозподіляє рух від головного приводу. Конструктивно він складається з двох кронштейнів із підшипниковими опорами, у яких обертається розподільний вал із приводною зірочкою та вісьмома профільними кулачками:

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. кулачок керування клапаном дозатора;
2. кулачок вакуумного модуля;
3. кулачок вузла накладання кришки;
4. кулачок крокового приводу поворотного столу;
5. кулачок вузла відокремлення стаканчиків;
6. кулачок підйомного столика;
7. кулачок пристрою термозварювання;
8. кулачок маркувального пристрою (нанесення дати).

Взаємодія кулачкового вала з виконавчими штовхачами забезпечується за допомогою важелів. Ролик на одному кінці важеля котиться по поверхні відповідного кулачка, тоді як інший кінець важеля передає зусилля на шток робочого механізму. Постійний контакт роликів із кулачками забезпечується силовими замикаючими пружинами. Обертний момент від приводу передається на зірочку розподільного вала ланцюговою передачею, натяг якої регулюється спеціальною натяжною зірочкою.

Під час робочого циклу механізм 5 відокремлює одиницю тари з касети, після чого поворотний стіл 14 переміщує її на наступну позицію. За допомогою дозатора 4 здійснюється порційне наповнення склянки продуктом. Після завершення фасування стіл 14 транспортує стаканчик у зону роботи механізму 6, де на нього накладається кришка. Накрита тара подається до вузла 7 для герметичного запаювання. На наступній позиції зупинки столу механізм 8 проставляє дату виготовлення. На завершальному етапі готовий герметичний стаканчик виштовхується на приймальний стіл 9, звідки оператор або автоматичний укладальник забирає його для пакування в транспортну тару.

1.3. Огляд конструкцій

Автомат [2-8] М6-ОРЕ для фасування молока є вертикальним, лінійним, однопотоковим обладнанням переривчастої дії і призначений для дозування та пакування молока в поліетиленові пакети.

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

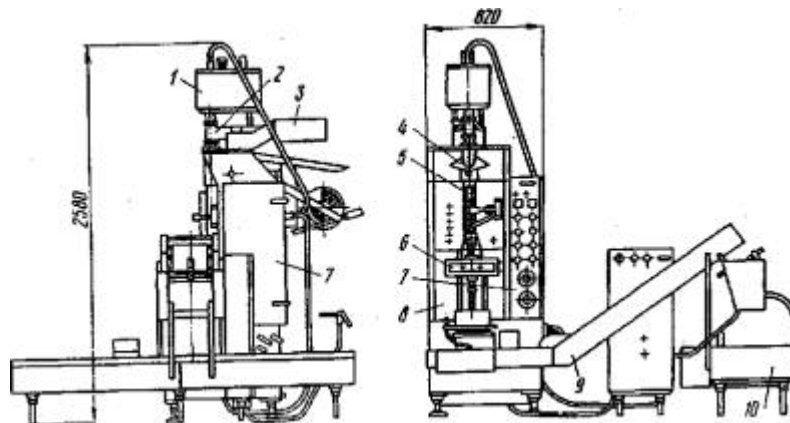


Рисунок 1.2 – Фасувально-пакувальний автомат М6-ОРЕ

До складу автомата (рисунок 1.2) входять: станина 8, поплавкова камера 1, поршневий дозатор 3 із пристроєм 2 для введення продукту, бактерицидна лампа, рукавоутворювач 4, механізм поздовжнього зварювання 5, вузол періодичного протягування рукава та формування поперечних швів 6, герметичний пульт керування 7, відвідний транспортер 9 та механізм укладання готових пакетів у транспортну тару 10.

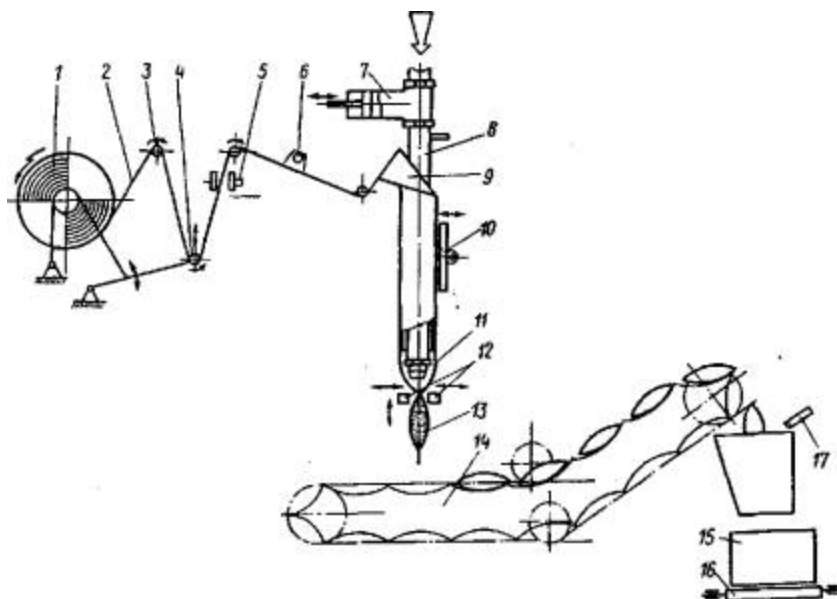


Рисунок 1.3 – Технологічна схема автомата М6-ОРЕ

Принцип роботи автомата (рисунок 1.3): Поліетиленова плівка 2 з рулону 1 через напрямні вали 3, 4, датувальник 5 і зону бактерицидного опромінення 6 надходить у рукавоутворювач 9, де згортається в рукав 11. Краї плівки зварюються внахлест пристроєм 10, утворюючи поздовжній шов. Протягування рукава здійснюється кліщеподібними притисками 12 під час їхнього руху вниз.

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Одночасно притиски зварюють поперечний шов і відрізають наповнений пакет 13.

Молоко з цехових комунікацій стабілізується в поплавковій камері, звідки поршневий дозатор 7 подає його через пристрій 8 всередину сформованого рукава. Зварювальні пристрої працюють циклічно: при русі притисків 12 вниз виконується герметизація та відсікання заповненого пакета, а під час їхнього холостого ходу вгору (у розімкнутому стані) пристрій 10 зварює поздовжній шов на нерухомому рукаві.

Готові пакети падають на транспортер 14, який переміщує їх повз фотоелемент 17 лічильника у поворотну тару 15, розташовану на суміжному транспортері 16. Привод виконавчих механізмів — пневматичний, від індивідуальної компресорної установки.

Автомат М1-АР13Ж для фасування молока. Модифікація базового автомата М1-АРЖ є вертикальним лінійним однопотоковим апаратом безперервної дії для пакування молока та інших рідких продуктів у поліетиленову тару.

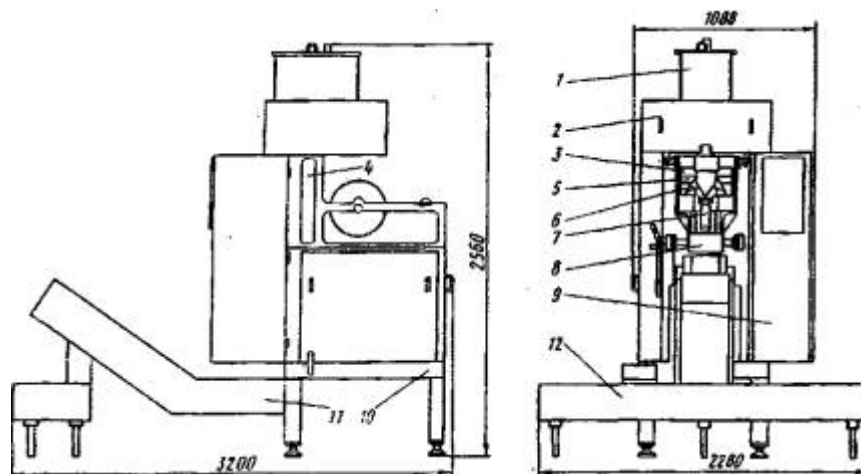


Рисунок 1.4 – Фасувально-пакувальний автомат М1-АР13Ж

Конструкція (рисунок 1.4) включає поплавкову камеру 1, поршневий дозатор 2, пристрій введення доз 3, датувальник 4, блок бактерицидної обробки 5, рукавоутворювач 6, механізм поздовжнього зварювання 7, вали безперервного протягування 8, механізм утворення поперечних швів 9, пульт керування 9, станину 10, відвідний транспортер 11 та укладач пакетів у тару 12.

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

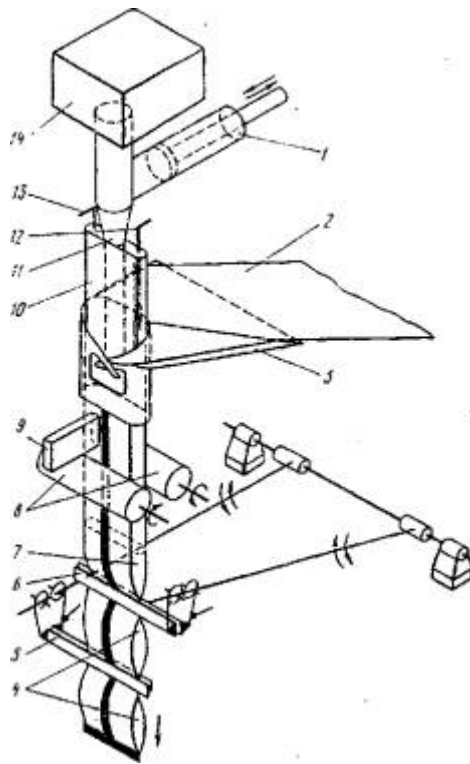


Рисунок 1.5 – Технологічна схема автомата М1-АР13Ж

Принцип роботи автомата (рисунок 1.5): Плівка 2 з рулону після бактерицидної обробки згортається рукавоутворювачем 3 у вертикальний рукав 7. Механізм 9 формує безперервний поздовжній шов, після чого пара валів 8 забезпечує постійне протягування матеріалу. Поперечне зварювання та відсікання пакетів 4 здійснюється двома парами кліщеподібних пристроїв 5 і 6, які по черзі рухаються синхронно з рукавом вниз і розмикаються при поверненні вгору.

Молоко з камери 14 поршневим дозатором 1 через циліндр 13 і трубу 11 подається в рукав плівки. Труба 11 розміщена всередині монтажної труби 10, де також встановлені опорні ролики валів 8, запірний клапан і пристрій вирівнювання рукава в зоні перетиску, які керуються кулачковими механізмами через штоки 12 і 13. Готові пакети падають на систему синхронізованих транспортерів для укладання в тару.

Автомат Д9-АП1НМ для фасування молока. Апарат безперервної дії вертикального типу призначений для формування, наповнення та герметизації тетраедричних пакетів із ламінованого крафт-паперу (із зовнішнім парафіновим та внутрішнім поліетиленовим шарами).

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

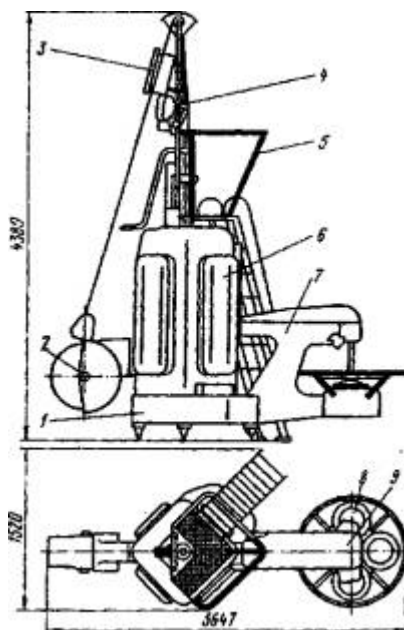


Рисунок 1.6 – Фасувально-пакувальний автомат Д9-АП1НМ

Склад автомата (рисунок 1.6): лита станина 1, рулонотримач з датувальником 2, бактерицидна лампа 3, рукавоутворювач 4, вузол поздовжнього зварювання, майданчик обслуговування 5, механізм протягування та поперечного зварювання 6, ковшовий елеватор 7, механізм укладання 8 та зона накопичення шестигранних транспортних кошиків 9.

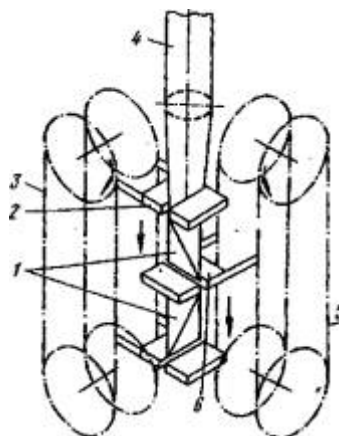


Рисунок 1.7 – Технологічна схема автомата Д9-АП1НМ

Принцип роботи автомата (рисунок 1.7): Пакувальна стрічка після нанесення дати та бактерицидної обробки формується в рукав 4 із замкнутим перерізом. Протягування та поперечне зварювання виконує механізм із двох пар ланцюгових конвеєрів 3 і 5 із закріпленими на них нагрівальними притисками 2 і 6.

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Притиски на суміжних конвеєрах зміщені на один крок довжини пакета, а їхні робочі площини взаємно перпендикулярні, що забезпечує отримання форми правильного тетраедра. Продукт подається в рукав безперервним потоком, а його рівень підтримується вище зони перетиску. Поділ гірлянди на окремі пакети 1 здійснюється ножами на нижніх валах конвеєрів, після чого елеватор направляє їх на фасування в кошики.

Автомат М6-ОРД для фасування та упаковки сметани і майонезу. Установка здійснює термоформування коробок із рулонного полімерного матеріалу (ПВХ або полістиролу), об'ємне порційне дозування (200 г) сметани або майонезу та запечатування тари алюмінієвою фольгою або ламінованим папером.

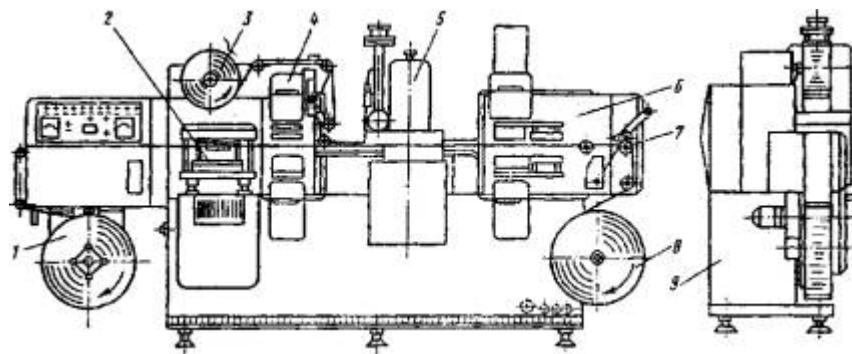


Рисунок 1.8 – Автомат М6-ОРД

Конструктивна схема (рисунок 1.8) складається із станини 9, рулонотримача плівки 8, механізму формування коробок 6, поршневого дозатора 5, рулонотримача фольги 3, механізму термозварювання 4, вузла протягування плівки 7, штампа вирубки готових коробок 2 та барабана намотування відходів 1.

Дозатор автомата обладнаний поршневим приводом від пневмоциліндра. При русі поршнів вгору за рахунок розрідження і тиску стовпа продукту сметана (майонез) заповнює робочу гільзу; при цьому еластична мембрана перекриває вихідні отвори. При русі поршнів вниз мембрана відкриває доступ до дозувальних сопел, і виконується об'ємне виштовхування дози. Рівномірність ходу поршнів забезпечується повітряними дроселями, а маса дози — регулювальним гвинтом.

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

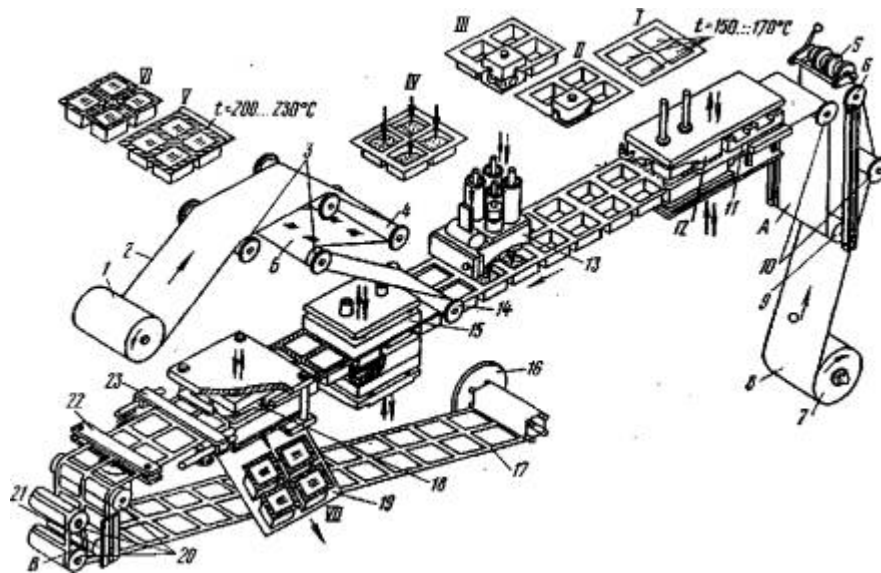


Рисунок 1.9 – Технологічна схема автомата М6-ОРД

Технологічний цикл роботи (рисунок 1.9) поділяється на дві фази: 1. Перша фаза (статична): Формувальний прес 12, штамп запечатування 15, штамп вирубки 18 та гальмо плівки 22 затиснуті. Плівка 8 прогрівається елементами 11 (поз. I), у пресі 12 формуються коробки (поз. II, III), дозатор 13 заповнює їх продуктом (поз. IV). Паралельно у штампі 15 відбувається приварювання фольги 2 (поз. V), а в штампі 18 — вирубання готових упаковок, які рухомий столик 19 скидає на вихід. Відходи 17 змотуються на барабан 16. 2. Друга фаза (динамічна): Усі штампи розімкнуті, гальмо 22 відпущене. Ролики 5, 6 і затискачі 23 протягують плівку 8, фольгу 2 та відходи 17 на один крок (236 мм). Натяжні ролики 9, 4 та 21 формують компенсаційні петлі (А, В, В) для безперервного змотування матеріалів із рулонів під час робочих зупинок пресів.

Автомат М6-АРД для фасування сметани. Карусельний автомат призначений для дозування сметани (порціями 100, 150, 200 г) у готові полімерні стаканчики з наступним запечатуванням кришками та наклеюванням етикеток.

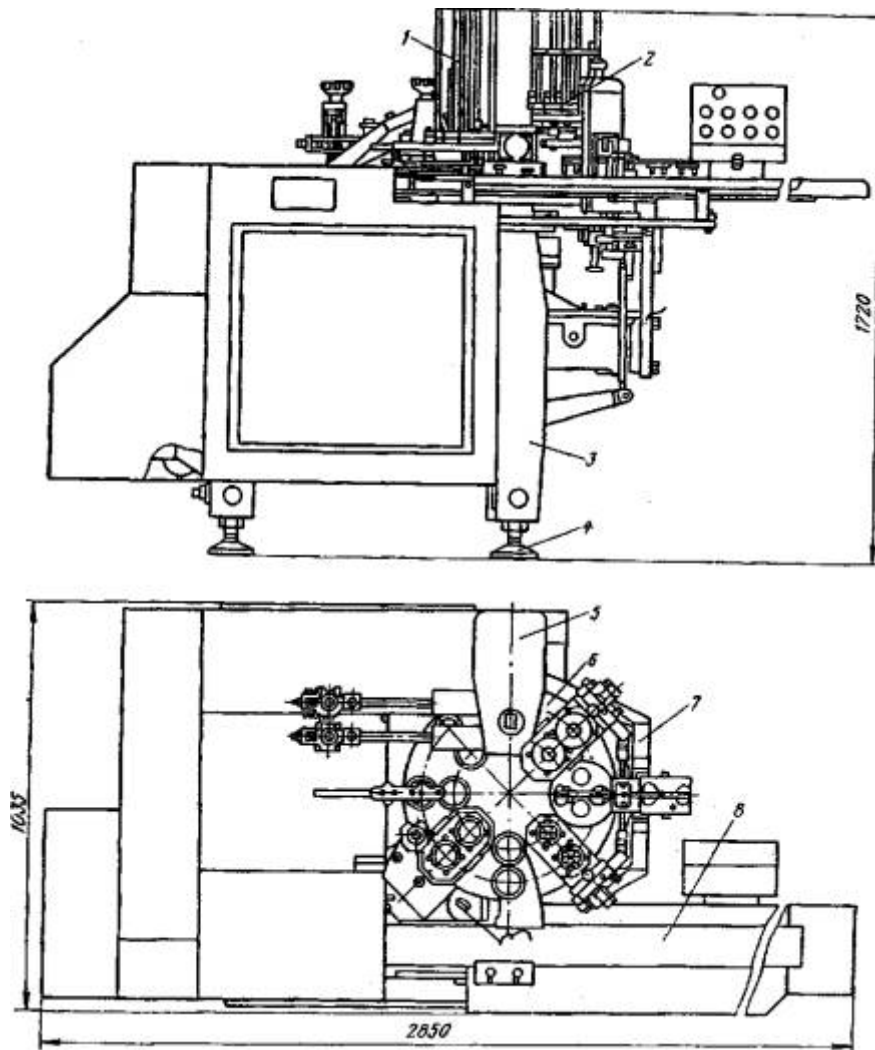


Рисунок 1.10 – Автомат М6-АРД

Апарат (рисунок 1.10) містить станину 3 з приводом, карусельний стіл 6 на вісім позицій, механізм видачі стаканчиків 1, стіл з опорою 7, поршневий дозатор 5, механізм закриття кришок 2 та вихідний транспортер 8. Привод оснащений варіатором для регулювання продуктивності та підпружиненою запобіжною муфтою перевантаження.

Вузли та системи автомата:

Карусельний стіл: Має 8 пар комірок (операції виконуються паралельно для двох стаканчиків). Повертається на 45° за допомогою просторового кулачка і диска з роликами.

Механізм видачі та віддільник: Включає касету зі стопкою тари, вакуумні захвати та механічні відсікачі (клин і повзуни), які поодинці відокремлюють

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

нижній стаканчик. Корпус оснащений сегментним пристроєм додаткового центрування.

Датувальник і виштовхувач: Змонтовані на центральній колоні. При русі вгору літери притискаються до дна стаканчика, фіксуючи дату. На наступних позиціях повзуни виштовхують готову тару з комірок.

Механізм закриття: Складається з касети кришок, вакуумного переносника (з рейково-шестерінчастим приводом повороту на 180°) та клейового вузла. Поворотна колона з диском занурює пальці в клейову ванну і наносить три краплі клею на кришку перед накладанням паперової етикетки.

Вакуумні вимикачі: Мембранні датчики контролюють рівень вакууму на захватах. При відсутності стаканчика чи кришки мембрана замикає мікроперемикач, зупиняючи автомат.

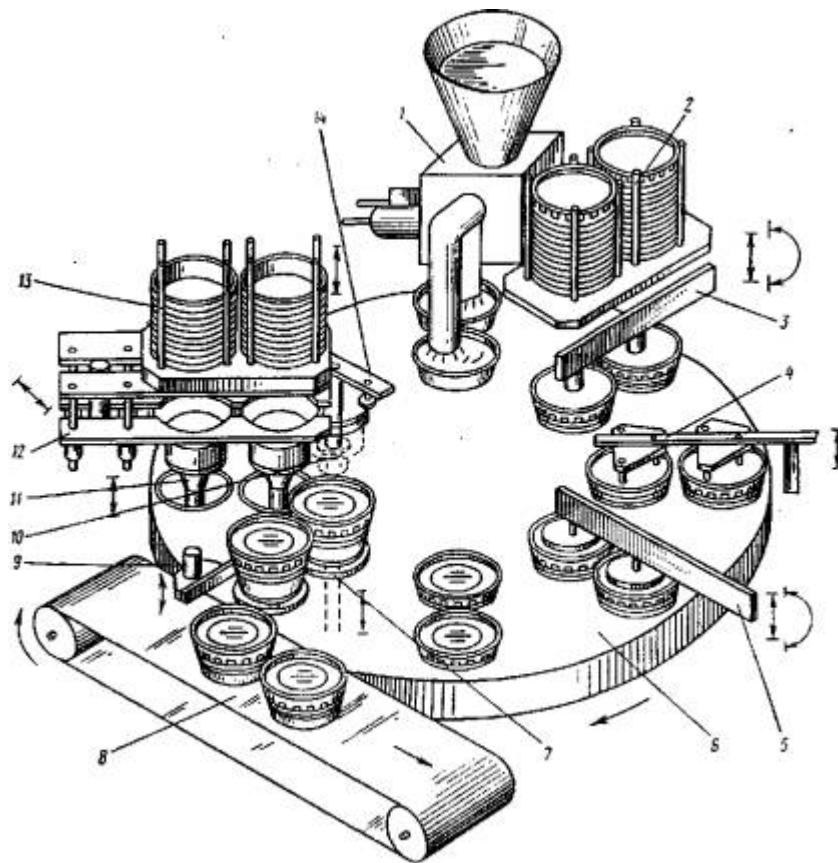


Рисунок 1.11 – Технологічна схема автомата М6-АРД

Циклограма роботи (рисунок 1.11): Віддільник 12 із касети 13 подає стаканчик на переносник 11, який встановлює його в комірку карусельного столу 6. На наступній позиції упор 14 і датувальник 10 маркують дно. Дозатор 1 подає

порцію сметани. Вузол 3 відокремлює кришку з касети 2, повертає її на 180° і напресовує на борт стаканчика. Механізм 4 наносить три краплі клею, а пристрій 5 фіксує паперову етикетку. Заповнені стаканчики піднімаються виштовхувачем 7, а секторний знімач 9 переміщує їх на стрічковий транспортер 8.

1.4. Мета і задачі кваліфікаційної роботи

Метою дипломної роботи є розроблення науково обґрунтованого комплексу технічних і організаційних заходів з технічного обслуговування та ремонту фасувально-закупорювального автомата марки МК-ОФМ, що враховує специфіку його експлуатації у в'язких молочних середовищах і спрямований на підвищення надійності обладнання та якості готової продукції.

Для досягнення поставленої мети у роботі вирішено такі завдання [9,10]:

- проаналізувати умови експлуатації, технічні характеристики, будову та принцип дії автомата МК-ОФМ, а також виконати огляд аналогічних конструкцій обладнання для фасування в'язких молокопродуктів;
- виконати технологічний розрахунок циклу роботи автомата та розробити його кінематичну схему, а також обґрунтувати вибір конструкційних матеріалів основних вузлів з урахуванням контакту з молочним продуктом;
- розробити технологію монтажу автомата на фундаменті, включно з вибором такелажного оснащення, методів вивірки та необхідних інструментів і пристосувань;
- визначити характерні причини відмов і види зносу вузлів, що контактують із молочним середовищем, та розробити графік планово-попереджувального технічного обслуговування і ремонту з урахуванням специфіки молочного виробництва;
- розробити технологічну документацію на розбирання та складання дозувального пристрою, виконати дефектування і сортування деталей з урахуванням специфіки санітарного оброблення вузлів машини;

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- розробити технологічний процес виготовлення корпусу дозувального пристрою автомата: обрати спосіб отримання заготовки, розрахувати припуски, технологічний маршрут механічної обробки, режими різання та норми часу на операції;

- розглянути питання охорони праці під час експлуатації обладнання на молочному підприємстві та розробити заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях.

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Конструкторська частина

2.1. Технологічний розрахунок фасувально-закупорювального автомата марки МК-ОФМ

Для комплексного визначення динамічних та конструктивних параметрів [11-13] проектного обладнання першочергово проведемо детальний технологічний розрахунок повного кінематичного циклу роботи фасувально-закупорювального автомата. Отримані результати та часові інтервали будуть слугувати базовою відправною точкою, а також фундаментальною основою для подальшого виконання кінематичних, силових та загальних конструкторських розрахунків елементів приводу і виконавчих механізмів. Головним критерієм для розрахунку є забезпечення заданої технічної продуктивності апарату, яка за вихідними даними становить $Q = 25$ упаковок/хв. Зважаючи на цю умову, визначимо загальну тривалість одного кроку (повного кінематичного циклу) фасувально-закупорювального автомата за формулою:

$$t = \frac{60}{25} = 2.4 \text{ с}$$

Упродовж цього розрахованого інтервалу часу ($T_{\text{ц}} = 2,4 \text{ с}$) у фасувально-закупорювальному автоматі здійснюється одночасне та синхронізоване виконання всіх передбачених технологічних операцій на відповідних робочих позиціях (рисунок 2.1).

З метою забезпечення плавності ходу механізмів, високої точності позиціонування та зручності подальшого проектування кулачкового розподільного вала, сформуємо робочу циклограму таким чином, щоб кутове положення всіх вузлових точок (моментів початку та завершення операцій) було строго кратним значенню 5° .

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Прокоп В.З.			2. Конструкторська частина	Літ.	Арк.
Перевір.		Вітенько Т.М.					22
Реценз.						гр. МО-41	
Н. Контр.		Кравець О.І.					
Затверд.		Пилипець О.М.					

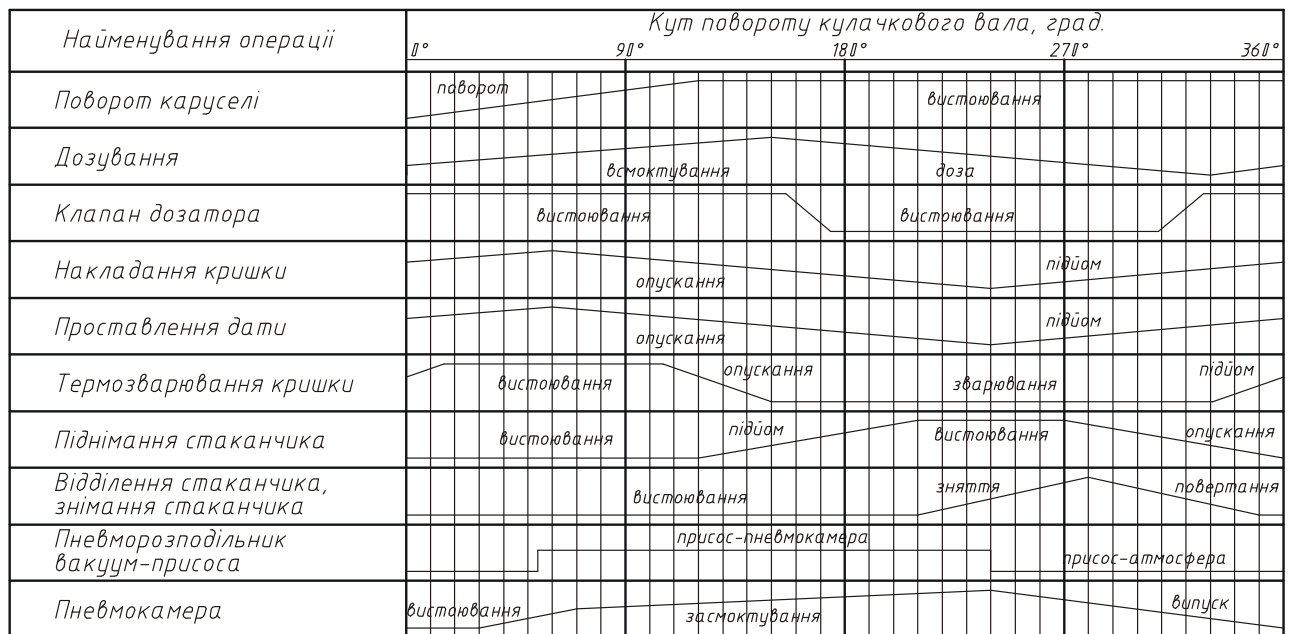


Рисунок 2.1 – Циклограма роботи виконавчих органів фасувально-закупорювального автомату МК-ОФМ

Враховуючи, що за один повний цикл головний кулачковий вал командоапарата здійснює один оберт (360°), визначимо дискретну тривалість повороту вала на цей базовий кутовий крок 5°:

$$t_5 = \frac{2,4}{72} = 0.333c$$

Для систематизації розрахункових даних, оптимізації кінематичної схеми та чіткого узгодження роботи окремих вузлів зведемо всі параметри в єдину структуру. Розрахуємо точні технологічні часи, необхідні для безперебійного виконання кожної окремої операції, та занесемо отримані аналітичні значення до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Розрахункові технологічні часи та кутові інтервали виконання операцій у фасувально-закупорювальному автоматі МК-ОФМ

Найменування етапу роботи виконавчих органів автомата	Загальна тривалість абсолютного повороту від початку циклу, с	Відносний кут повороту розподільного вала на етапі операції, °	Абсолютний (поточний кумулятивний) кут повороту вала, °	Тривалість виконання окремої відносної операції, с
1	2	3	4	5
Повертання каруселі				
обертальний переміщення	0,80	120	120	0,8
пауза	2,40	240	360	1,60
Дозування				
втягування	1,00	150	150	1,00
дозування	2,20	180	330	1,20
втягування	2,40	30	360	0,20
Клапан дозатора				
пауза	1,03	155	155	1,03
переміщення	1,17	20	175	0,13
пауза	2,03	130	305	0,87
переміщення	2,17	20	325	0,13
пауза	2,40	35	360	0,23
Накладування кришки				
піднімання	0,40	60	60	0,40
опускання	1,60	180	240	1,20
піднімання	2,40	120	360	0,80
Нанесення дати				
піднімання	0,40	60	60	0,40
нанесення	1,60	180	240	1,20
піднімання	2,40	120	360	0,80

Продовження таблиці 2.1.

1	2	3	4	5
Термозаварення кришки				
піднімання	0,10	15	15	0,10
пауза	0,70	90	105	0,60
притискання	1,00	45	150	0,30
заварення	2,20	180	330	1,20
піднімання	2,40	30	360	0,20
Піднімання стаканчика				
пауза	0,80	120	120	0,80
піднімання	1,40	90	210	0,60
пауза	1,80	60	270	0,40
опускання	2,40	90	360	0,60
Відділення стаканчика, знімання стаканчика				
пауза	1,40	210	210	1,40
знімання	1,87	70	280	0,47
поворот	2,33	70	350	0,47
опускання	2,40	10	360	0,07
Пневморозподільник вакуум- присмоктувача				
присмоктування-атмосфера	0,37	55	55	0,37
присмоктування - пневматична камера	1,60	185	240	1,23
присмоктування -атмосфера	2,40	120	360	0,80
Пневмокамера				
пауза	0,20	30	30	0,20
всмоктування	1,60	210	240	1,40
випускання	2,40	120	360	0,80

2.2. Вибір кінематичної схеми фасувально-закупорювального автомата марки МК-ОФМ.

Розробка принципової кінематичної схеми є невід'ємним етапом під час проектування нових технологічних систем, конструювання нестандартного обладнання або комплексної модернізації існуючих промислових машин. Вона дає повне і наочне уявлення про послідовність з'єднання елементів, їхній безпосередній структурний взаємозв'язок, особливості розподілення вхідних потоків механічної енергії, а також специфіку кінематичних зв'язків між окремими складальними одиницями машини. До складу розроблюваної схеми традиційно входять джерела механічної енергії (електричні двигуни), механічні передачі обертального руху (зокрема пасові, черв'ячні та ланцюгові), а також кінцеві виконавчі органи, якими у даному випадку є розподільний вал командоапарата з набором профільних кулачків для синхронізованого приводу основних технологічних вузлів. Кінематична схема досліджуваного фасувально-закупорювального автомата базується на використанні асинхронного електродвигуна потужністю $N = 1,0$ кВт із номінальною частотою обертання вала $n = 1000$ об/хв. Від вала двигуна обертовий момент за допомогою клинопасової передачі транслюється на ведучий вал черв'ячного редуктора. Після зниження кутової швидкості та відповідного підвищення крутного моменту, енергія з веденого вала редуктора через гнучку ланцюгову передачу передається безпосередньо на головний розподільний вал кулачкового командоапарата.

Від центрального вала командоапарата через систему жорстко зафіксованих на ньому профільних кулачків та суміжних важільних передач у чітко визначеній технологічній послідовності приводяться в рух такі робочі органи та блоки: запірно-розподільний клапан поршневого дозатора; автономний вакуум-модуль системи захоплення тари; виконавчий механізм укладання (накладання) фольгованих кришок; кроковий привод поворотного карусельного столу; пристрій поштучного відокремлення стаканчиків із касети; вертикальний підйомний столик робочої позиції; механізм герметичного термозварювання

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кришки з бортиком тари; маркувальний вузол (механізм нанесення дати виготовлення). Детальне взаємне розташування приводних елементів, передавальні відношення та напрямки руху ланок наведені на графічній схемі нижче (рисунок 2.2).

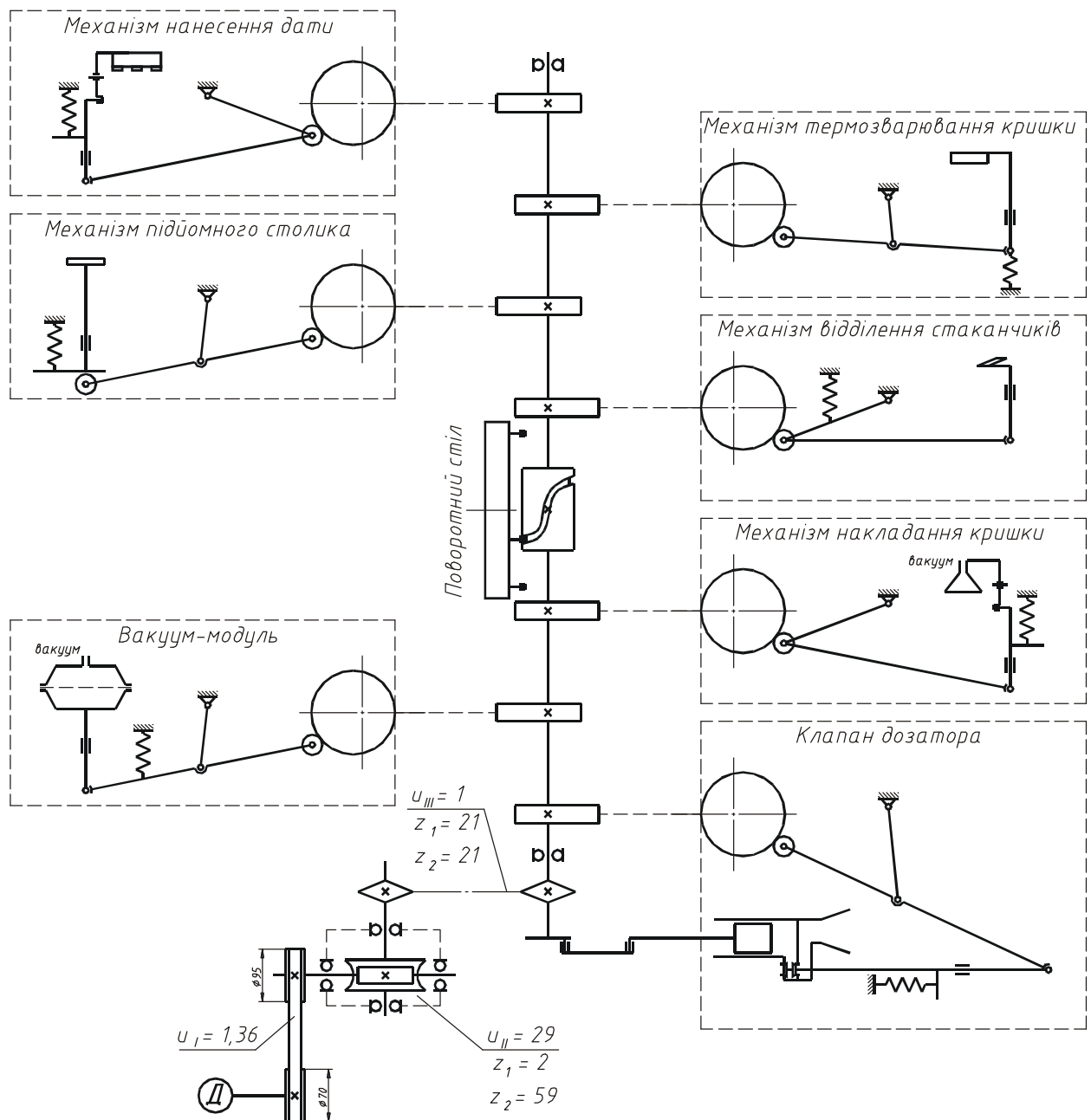


Рисунок 2.2 – Принципова кінематична схема фасувально-закупорювального автомата МК-ОФМ.

2.3. Кінематичний розрахунок приводу фасувально-закупорювального автомата марки МК-ОФМ.

Необхідну частоту обертання вала командоапарата визначимо із необхідності забезпечити паспортну продуктивність 22 уп/хв:

$$n_{\text{ка}} := 22 \quad \text{об/хв}$$

Привід будемо здійснювати через клинопасову передачу, черв'ячну передачу і ланцюгову передачу. Зміну частоти обертання здійснимо за допомогою клинопасової передачі і черв'ячної передачі. Передаточне число ланцюгової передачі приймем рівним 1.

Попередньо вибираємо робочу частоту електродвигуна рівною 1000 об/хв.

Необхідне передаточне число:

$$i := \frac{1000}{22} \quad i = 45.455$$

Вибираємо передаточне число черв'ячної передачі: $i_{\text{чр}} := 29.5$

Передаточне число ланцюгової передачі: $i_{\text{лп}} := 1$

Необхідне передаточне число пасової передачі:

$$i_{\text{пп}} := \frac{i}{i_{\text{чр}} \cdot i_{\text{лп}}} \quad i_{\text{пп}} = 1.541$$

Діаметр шківа на валу електродвигуна приймаємо рівним: $D_1 := 0.070 \quad \text{м}$

Тоді діаметр веденого шківа:

$$D_2 := D_1 \cdot i_{\text{пп}} \quad D_2 = 0.108 \quad \text{м}$$

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибираємо найближче стандартне $D_2 := 0.11$ м

Тоді дійсне передаточне число: $i := \frac{D_2}{D_1} \quad i = 1.571$

Частота обертання веденого вала: $n_p := \frac{1000}{i_{\text{ПП}}} \quad n_p = 649 \quad \text{об/хв}$

Кутові швидкості валів:

- ведучого: $\omega_{\text{вед}} := \frac{1000 \cdot \pi}{30} \quad \omega_{\text{вед}} = 104.72 \quad \text{рад/с}$

- веденого: $\omega_{\text{вдн}} := \frac{1000 \cdot \pi}{i_{\text{ПП}} \cdot 30} \quad \omega_{\text{вдн}} = 67.963 \quad \text{рад/с}$

Частота обертання веденого вала черв'ячної передачі:

$$n_{\text{вдн.ч}} := \frac{\omega_{\text{вдн}} \cdot 30}{i_{\text{чр}} \cdot \pi} \quad n_{\text{вдн.ч}} = 22 \quad \text{об/хв}$$

Кутова швидкість веденого вала черв'ячної передачі:

$$\omega_{\text{вдн.ч}} := \frac{\omega_{\text{вдн}}}{i_{\text{чр}}} \quad \omega_{\text{вдн.ч}} = 2.304 \quad \text{рад/с}$$

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4. Вибір і обґрунтування конструкційних матеріалів основних елементів

Оскільки фасувально-закупорювальний автомат МК-ОФМ належить до технологічного обладнання харчової промисловості, до його конструкційних матеріалів висуваються суворі вимоги щодо корозійної стійкості, гігієнічності та механічної міцності. Зважаючи на наявність постійних знакозмінних навантажень під час роботи виконавчих органів, застосування захисних покриттів є недоцільним через ризик їх відшарування.

Для виготовлення відповідальних деталей та основних робочих елементів, що безпосередньо контактують із продуктом або зазнають інтенсивного зносу, обрано високолеговану неіржавну сталь марки 12Х18Н10Т. Вона має високу хімічну стійкість та відмінні механічні властивості:

Межа міцності при розтягу: 590 МПа

Твердість за Брінеллем: 2190 МПа (219 НВ)

Ударна в'язкість: 2,8 Дж/мм²

Модуль поздовжньої пружності: $2,0 \cdot 10^5$ МПа

Коефіцієнт Пуассона: 0,3

Густина (питома вага): 7750 кг/м³

З міркувань економічної доцільності, доступності та відсутності контакту з агресивним середовищем, для несучої рами та допоміжних невідповідальних конструкцій автомата обрано конструкційну вуглецеву сталь звичайної якості марки Ст5. Її основні фізико-механічні характеристики:

Межа міцності при розтягу: 500...620 МПа

Твердість за Брінеллем: 1700 МПа (170 НВ)

Ударна в'язкість: 0,8 Дж/мм²

Модуль поздовжньої пружності: $1,9 \cdot 10^5$ МПа

Коефіцієнт Пуассона: 0,3

Густина (питома вага): 7825 кг/м³

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.5. Розрахунок фасувального устрою фасувально-закупорювального автомата марки МК-ОФМ

Розрахункова схема фасувального устрою представлена на рис. 2.3.

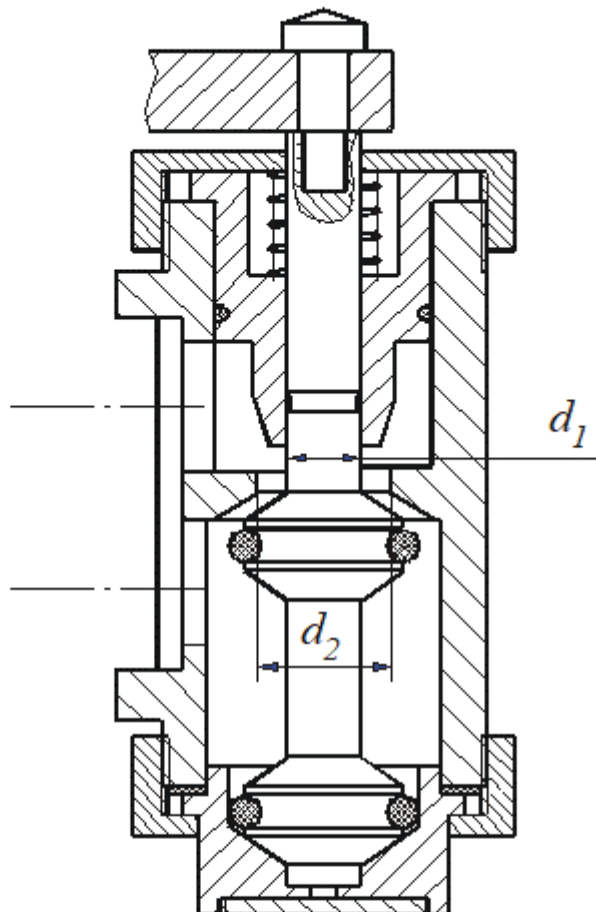


Рисунок 2.3.- Схема фасувального устрою

Тут : $d_1 := 0.01$ (м)

$d_2 := 0.02$ (м)

Значення напору в системі фасування:

$H := 0.8$ (м)

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Об'єм сметани: $V_c := 0.5$ (л)

Коефіцієнт витрати, що враховує фізико-механічні параметри фасувального каналу і рідини [6]:

$$\mu := 0.65 \quad g := 9.81 \quad (\text{м/с}^2)$$

Швидкість витікання рідини:

$$w := \mu \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} \quad w = 2.575 \quad (\text{м/с})$$

Площа каналу фасування сметани:

$$F := \frac{\pi}{4} \cdot (d_2^2 - d_1^2) \quad F = 0.0002356 \quad (\text{м}^2)$$

Секундна витрата рідини:

$$V' := w \cdot F \quad V' = 6.068 \times 10^{-4} \quad (\text{м}^3)$$

Тривалість наповнення :

$$\theta_{\Pi} := \frac{0.001 \cdot V_c}{V'} \quad \theta_{\Pi} = 0.824 \quad (\text{с})$$

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.6. Розрахунок клинопасової передачі приводу фасувально-закупорювального автомата

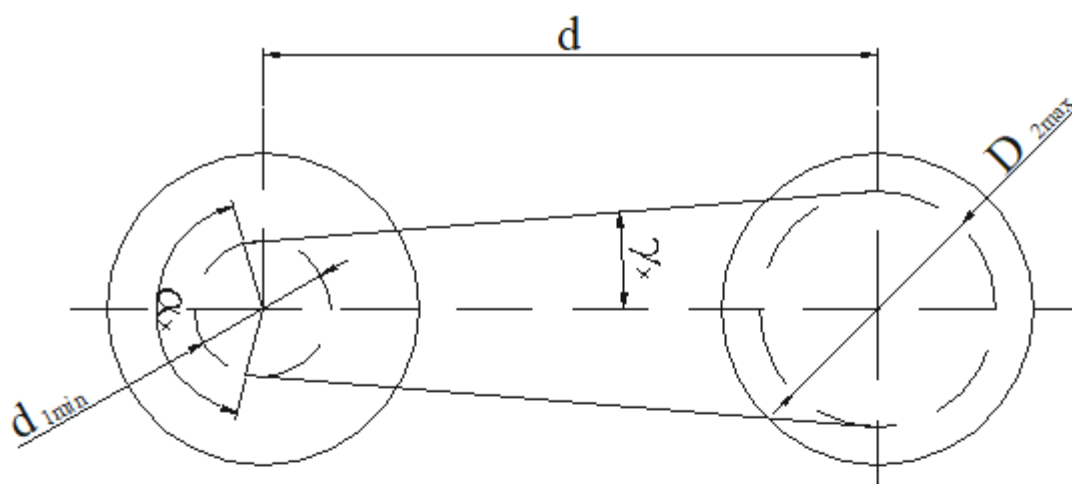


Рисунок 2.4- Розрахункова схема клинопасової передачі

Дано: потужність, яку передає передача $P_1 := 1$ (кВт) при кутовій швидкості ведучого шківa $\omega_1 := 104.72$ (рад/с); кутова швидкість веденого вала $\omega_2 := 67.963$ (рад/с); передача працює в одну зміну при постійному навантаженні.

Передаточне число передачі

$$u := \frac{\omega_1}{\omega_2} \quad u = 1.541$$

На ведучому шківі обертовий момент:

$$T_1 := \frac{P_1 \cdot 1000}{\omega_1} \quad T_1 = 9.549 \quad (\text{Н*м})$$

Відповідно до рекомендацій [8] будемо орієнтуватись на клинові паси нормального перерізу Б. Для таких пасів за [8] маємо площу поперечного перерізу $A := 138$ (мм²), базову довжину $l_0 := 2240$ (мм) і назначимо розрахунковий діаметр меншого шківa $d_1 := 70$ (мм)

Діаметр веденого шківa

$$d_2 := u \cdot d_1 \quad d_2 = 107.859 \quad (\text{мм})$$

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

За стандартом беремо розрахунковий діаметр веденого шківa рівним

$$d_2 := 110 \quad (\text{мм})$$

Фактичне передаточне число передачі:

$$u := \frac{d_2}{d_1} \quad u = 1.571$$

Швидкість паса

$$v := \omega_1 \cdot \frac{d_1 \cdot 0.001}{2} \quad v = 3.665 \quad (\text{м/с})$$

Орієнтовно беремо міжосьову віддаль:

$$a' := 1.5 \cdot (d_1 + d_2) \quad a' = 270 \quad (\text{мм})$$

Потрібна довжина паса:

$$l' := 2 \cdot a' + \pi \frac{(d_1 + d_2)}{2} + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4 \cdot a'} \quad l' = 824.225 \quad (\text{мм})$$

За стандартом вибираєм розрахункову довжину паса $l := 800 \quad (\text{мм})$

Дійсна міжосьова відстань, яка відповідає довжині паса:

$$a := \frac{\left[2 \cdot l - \pi(d_1 + d_2) + \sqrt{\left[2 \cdot l - \pi \cdot (d_1 + d_2) \right]^2 - 8 \cdot (d_2 - d_1)^2} \right]}{8}$$

$$a = 257.853 \quad (\text{мм})$$

Оцінка довговічності паса за числом його пробігів

$$i := \frac{v}{1} \quad i = 4.582 \times 10^{-3} \quad (\text{с}^{-1})$$

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

Кут обхвату меншого шківa

$$\alpha_1 := 180 - 57 \cdot \frac{(d_2 - d_1)}{a} \quad \alpha_1 = 171.158^\circ$$

Допустиму потужність $[P]$ для даного перерізу паса Б визначаємо за [8]. Для

з [8] вибираєм $P_0 := 2.7 \quad (\text{кВт})$

Коефіцієнт

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

$$C_{\alpha} := 1 - 0.003 \cdot (180 - \alpha_1) \quad C_{\alpha} = 0.973$$

$$C_1 := \sqrt[6]{\frac{1}{l_0}} \quad C_1 = 0.842$$

Коефіцієнт $C_p := 1$, а коефіцієнт $C_z := 0.95$ при орієнтовному $z := 3$

$$IPI := P_0 \cdot C_{\alpha} \cdot C_1 \cdot C_p \cdot C_z \quad IPI = 2.103 \quad (\text{кВт})$$

Необхідне число пасів, що працюють паралельно на шківів передачі:

$$z := \frac{P_1}{IPI} \quad z = 0.475$$

Приймаємо $z := 3$

Силу попереднього натягу віток комплекту клинових пасів визначаємо за формулою:

$$F_0 := \frac{0.85 \cdot P_1 \cdot 1000 \cdot C_1}{v \cdot C_{\alpha} \cdot C_p} \quad F_0 = 200.665 \quad (\text{Н})$$

Тоді навантаження на вали пасової передачі:

$$R := 2 \cdot F_0 \cdot \sin\left(\frac{\alpha_1 \cdot \pi}{2 \cdot 180}\right) \quad R = 400.135 \quad (\text{Н})$$

2.7. Розрахунок черв'ячної передачі приводу командоапарата фасувально-закупорювального автомата марки МК-ОФМ

Вихідні дані:

потужність на ведучому черв'яку $P_1 := 1$ (кВт)

кутова швидкість ведучого черв'яка $\omega_1 := 67.963$ (рад/с)

передаточне число передачі $u := 29.5$

передача нереверсивна;

режим навантаження легкий (Л);

можливі короточасні перевантаження до 150 % від номінального;

строк служби передачі $h := 10000$ год.

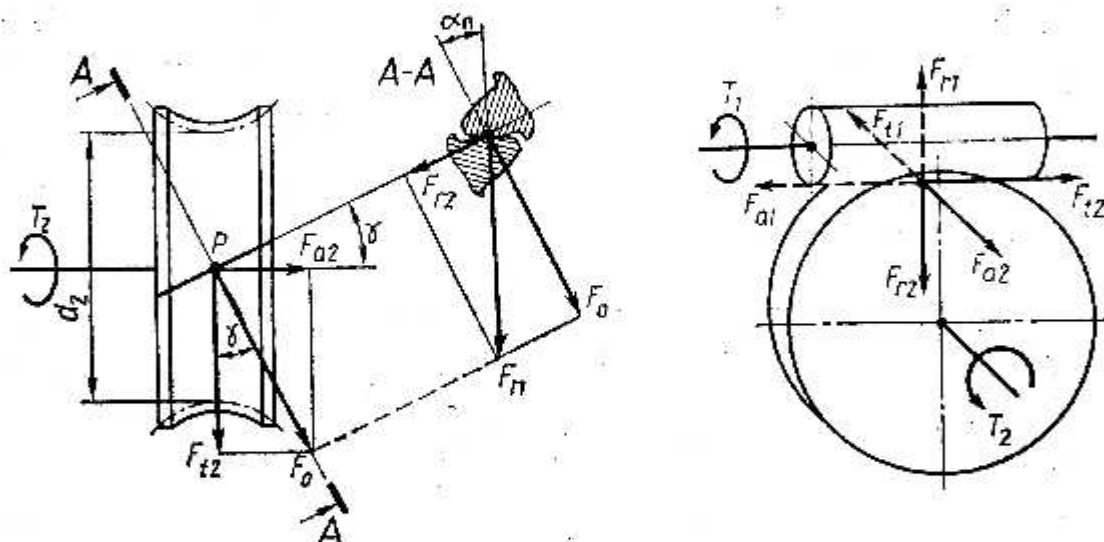


Рисунок 2.5- Розрахункова схема черв'яка

Параметри навантаження черв'ячної передачі. При орієнтовному значенні

ккд $\eta := 0.80$ потужність на веденому валу передачі

$$P_2 := P_1 \cdot \eta \quad P_2 = 0.8 \quad (\text{кВт})$$

Кутова швидкість веденого вала

$$\omega_2 := \frac{\omega_1}{u} \quad \omega_2 = 2.3 \quad (\text{рад/с})$$

Номінальний обертовий момент на ведучому валу

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

$$T_1 := \frac{P_1 \cdot 1000}{\omega_1} \quad T_1 = 14.71 \quad (\text{Н}^*\text{м})$$

$$T_2 := \frac{P_2 \cdot 1000}{\omega_2} \quad T_2 = 347.25 \quad (\text{Н}^*\text{м})$$

$$T_{2H} := T_2 \quad T_{2H} = 347.25 \quad (\text{Н}^*\text{м})$$

$$T_{2F} := T_2 \quad T_{2F} = 347.25 \quad (\text{Н}^*\text{м})$$

При короткочасовому перевантаженні до 150 % максимальний обертовий момент на веденому валу

$$T_{2\max} := 1.5 \cdot T_2 \quad T_{2\max} = 520.87 \quad (\text{Н}^*\text{м})$$

Орієнтовна швидкість ковзання зубів у зачепленні:

$$v_s := \left(\frac{4 \cdot \omega_1}{1000} \right) \cdot \sqrt[3]{T_2} \quad v_s = 1.91 \quad (\text{м/с})$$

Сумарне число циклів навантаження зубців колеса за строк служби:

$$N_{\Sigma 2} := 1800 \cdot \omega_2 \cdot \frac{h}{\pi} \quad N_{\Sigma 2} = 13199976.48$$

Для легкого режиму при коефіцієнті інтенсивності $K_{FE} := 0.01$

еквівалентне число циклів навантаження зубців

$$N_{FE2} := K_{FE} \cdot N_{\Sigma 2} \quad N_{FE2} = 131999.76$$

Матеріали для виготовлення черв'яка та черв'ячного колеса.

Для виготовлення черв'яка вибираємо відносно дешеву леговану сталь 40Х із термообробкою - гартування із відпусканням.

твердість $H_1 := 50 \quad (\text{HRC}),$

Робочі поверхні витків шліфовані.

Для вінця черв'ячного колеса із швидкістю ковзання $v_s = 1.91 \quad (\text{м/с})$

можна брати безолов'яну бронзу БрА9Ж3Л (відливання в кокіль) з такими характеристиками [8]: границя міцності

$$\sigma_B := 500 \quad (\text{МПа}),$$

$$\text{границя текучості} \quad \sigma_T := 230 \quad (\text{МПа})$$

Допустимі напруження для розрахунків черв'ячної передачі

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

а) допустимі контактні напруження.

Якщо вінець черв'ячного колеса виготовляти з безолов'яної бронзи, то згідно з [8] допустиме контактне напруження

$$\sigma_{H0} := 300 - 25 \cdot v_s \quad \sigma_{H0} = 252.23 \quad (\text{МПа})$$

$$\sigma_H := \sigma_{H0} \quad \sigma_H = 252.23 \quad (\text{МПа})$$

За [8] допустиме граничне контактне напруження

$$\sigma_{Hmax} := 2\sigma_T \quad \sigma_{Hmax} = 460 \quad (\text{МПа})$$

б) допустимі напруження на згин.

Для розрахунку зубців колеса на втому при згині допустиме напруження визначається за формулою [8]. Для бази випробувань 10^6 та нереверсивного навантаження допустиме напруження за

$$\sigma_{F0} := 0.08\sigma_B + 0.25\sigma_T \quad \sigma_{F0} = 97.5 \quad (\text{МПа})$$

За формулою [8] коефіцієнт довговічності

$$K_{FL} := \sqrt[9]{\frac{10^6}{N_{FE2}}} \quad K_{FL} = 1.25$$

Враховуючи обмеження $0.54 \leq K_{FL} \leq 1$ беремо $K_{FL} := 1$

Тоді для зубців черв'ячного колеса допустиме напруження на згин

$$\sigma_F := \sigma_{F0} \cdot K_{FL} \quad \sigma_F = 97.5 \quad (\text{МПа})$$

За [8] допустиме граничне напруження згину

$$\sigma_{Fmax} := 0.8\sigma_T \quad \sigma_{Fmax} = 184 \quad (\text{МПа})$$

Проектний розрахунок черв'ячної передачі. У проектному розрахунку визначаємо мінімальну міжосьову відстань передачі за формулою [8]:

Допоміжний коефіцієнт $K_a := 275 \quad (\text{МПа}^{1/3})$ - при сталевому черв'яку та бронзовому вінці колеса

Число витків черв'яка беремо $z_1 := 2$

Тоді число зубців черв'ячного колеса $z_2 := u \cdot z_1 \quad z_2 = 59$

Коефіцієнт діаметра черв'яка вибираємо за [8] $q := 10$

Коефіцієнт, що враховує розподіл навантаження по ширині вінця черв'ячного колеса, дістаємо з формули [8]:

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{H\beta} = 1 + \left(\frac{z_2}{\theta} \right)^3 (1 - x)$$

Тут $\theta := 86$ [8], а $x := 0.31$ для легкого режиму навантаження передачі [8]

$$K_{H\beta} := 1 + \left(\frac{z_2}{\theta} \right)^3 \cdot (1 - x) \quad K_{H\beta} = 1.22$$

Мінімальна міжосьова відстань черв'ячної передачі

$$a_{wmin} := K_a \cdot \left(\frac{z_2}{q} + 1 \right) \cdot \sqrt[3]{\frac{T_{2H} \cdot K_{H\beta} \cdot q^2}{(z_2 \cdot I_{\sigma} I_H)^2}} \quad a_{wmin} = 109.42 \quad (\text{мм})$$

За формулою [8] модуль черв'ячної передачі:

$$m' := \frac{2 \cdot a_{wmin}}{z_2 + a} \quad m' = 3.17 \quad (\text{мм})$$

За стандартом вибираємо $m := 3$ (мм), якому відповідає $q = 10$

Попередні значення деяких параметрів передачі.

Ділильні діаметри черв'яка та черв'ячного колеса

$$d_1 := m \cdot q \quad d_1 = 30 \quad (\text{мм}) \quad d_2 := m \cdot z_2 \quad d_2 = 177 \quad (\text{мм})$$

Діаметри вершин витків черв'яка та зубців колеса:

$$d_{a1} := d_1 + 2 \cdot m \quad d_{a1} = 36 \quad (\text{мм})$$

$$d_{a2} := d_2 + 2 \cdot m \quad d_{a2} = 183 \quad (\text{мм})$$

Міжосьова відстань передачі

$$a_w := \frac{(d_1 + d_2)}{2} \quad a_w = 103.5 \quad (\text{мм})$$

Ширина вінця черв'ячного колеса [8]

$$b_2 := 0.75 \cdot d_{a1} \quad b_2 = 27 \quad (\text{мм})$$

вибираємо $b_2 := 27$ (мм)

Ділильний кут підйому лінії витка черв'яка

$$\gamma := \text{atan} \left(\frac{z_1}{q} \right) \quad \gamma = 0.2 \quad \gamma \cdot \frac{180}{\pi} = 11.31^\circ$$

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Швидкість ковзання у зачепленні

$$v_s := 0.5 \cdot 10^{-3} \cdot \omega_1 \cdot \frac{d_1}{\cos(\gamma)} \quad v_s = 1.04 \quad (\text{м/с})$$

Уточнене значення допустимого контактного напруження

$$I\sigma I_H := 300 - 25 \cdot v_s \quad I\sigma I_H = 274.01 \quad (\text{МПа})$$

За рекомендаціями [8] ступінь точності передачі $n_{ст} := 8$

Еквівалентне число зубців черв'ячного колеса

$$F_{t2} := 2 \cdot 10^3 \cdot \frac{T_2}{d_2} \quad F_{t2} = 3923.7 \quad (\text{МПа})$$

$$F_{Ht2} := F_{t2} \quad F_{Ht2} = 3923.7 \quad (\text{МПа})$$

$$F_{Ft2} := F_{t2} \quad F_{Ft2} = 3923.7 \quad (\text{МПа})$$

Розрахунок зубців черв'ячного колеса на контактну втому [8].

Для розрахунку попередньо визначимо коефіцієнти:

$Z_M := 210$ МПа^{1/2} - коефіцієнт, що враховує механічні властивості матеріалів черв'яка та вінця колеса;

$Z_H := 1.8$ коефіцієнт форми спряжених поверхонь витків та зубців;

$Z_\epsilon := 0.75$ коефіцієнт сумарної довжини контактних ліній у зачепленні;

$$K_{H\beta} = 1.22$$

$K_{H\alpha} := 1.4$ коефіцієнт динамічного навантаження [8].

За формулою [8] питома розрахункова колова сила:

$$\omega_{Ht} := \left(\frac{F_{Ht2}}{b_2} \right) \cdot K_{H\beta} \cdot K_{H\alpha} \quad \omega_{Ht} = 248.78 \quad (\text{Н/мм})$$

Розрахункове контактне напруження:

$$\sigma_H := Z_M \cdot Z_\epsilon \cdot Z_H \cdot \sqrt{\frac{\omega_{Ht}}{d_2}} \quad \sigma_H = 336.1 \quad (\text{МПа})$$

$$\sigma_H \leq I\sigma I_H$$

Стійкість зубців проти заїдання і втомного викривування забезпечується.

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок активних поверхонь зубців черв'ячного колеса на контактну міцність при дії максимального навантаження виконаємо за формулою:

$$\sigma_{Hmax} := \sigma_H \cdot \sqrt{\frac{T_{2max}}{T_2}} \quad \sigma_{Hmax} = 411.64 \quad (\text{МПа})$$

$\sigma_{Hmax} \leq I\sigma_{Hmax}$ Контактна міцність зубців забезпечується.

Розрахунок зубців черв'ячного колеса на втому при згині.

Розрахункові коефіцієнти такі:

$Y_F := 1.45$ - коефіцієнт форми зубців [8];

$Y_\varepsilon := 0.75$ - коефіцієнт перекриття зубців [8];

$Y_\beta := 0.75$ - коефіцієнт нахилу зубців [8];

$K_{F\beta} := K_{H\beta}$ $K_{F\beta} = 1.22$ - коефіцієнт, що враховує розподіл навантаження по ширині вінця колеса;

$K_{Fu} := K_{Hu}$ $K_{Fu} = 1.4$ - коефіцієнт динамічного навантаження.

За формулою [8] питома розрахункова колова сила:

$$\omega_{Ft} := \left(\frac{F_{Ft2}}{b_2} \right) \cdot K_{F\beta} \cdot K_{Fu} \quad \omega_{Ft} = 248.78 \quad (\text{Н/мм})$$

Розрахункове напруження згину:

$$\sigma_F := Y_F \cdot Y_\varepsilon \cdot Y_\beta \cdot \frac{\omega_{Ft}}{m} \quad \sigma_F = 67.64 \quad (\text{МПа})$$

$$\sigma_F \leq I\sigma_F$$

Втомна міцність зубців при згині забезпечується.

Перевірка міцності зубців при згині максимальним навантаженням.
За формулою

$$\sigma_{Fmax} := \sigma_F \cdot \frac{T_{2max}}{T_{2F}} \quad \sigma_{Fmax} = 101.46 \quad (\text{МПа})$$

$$\sigma_{Fmax} \leq I\sigma_{Fmax}$$

Тут також міцність забезпечується.

10. Розрахунок параметрів черв'ячної передачі [8].

Розміри елементів витків черв'яка та зубців колеса: висота головки витка черв'яка та зубця колеса

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$h_a := m \quad h_a = 3 \quad (\text{мм})$$

висота ніжки витка та зубця

$$h_f := 1.2 \cdot m \quad h_f = 3.6 \quad (\text{мм})$$

висота витка та зубця

$$h := 2.2 \cdot m \quad h = 6.6 \quad (\text{мм})$$

розрахункова товщина витка

$$s := 0.5 \cdot \pi \cdot m \quad s = 4.71$$

Розміри вінців черв'яка та черв'ячного колеса:

$$\text{ділильні діаметри (визначені вище)} \quad d_1 = 30 \quad (\text{мм}) \quad d_2 = 177 \quad (\text{мм})$$

$$\text{діаметри вершин (визначені вище)} \quad d_{a1} = 36 \quad (\text{мм}) \quad d_{a2} = 183 \quad (\text{мм})$$

діаметри впадин

$$d_{f1} := d_1 - 2.4 \cdot m \quad d_{f1} = 22.8 \quad (\text{мм})$$

$$d_{f2} := d_2 - 2.4 \cdot m \quad d_{f2} = 169.8 \quad (\text{мм})$$

найбільший діаметр черв'ячного колеса

$$d_{am2} \leq d_{a2} + 1.5 \cdot m$$

$$d_{am2} := d_{a2} + 1.5 \cdot m \quad d_{am2} = 187.5 \quad (\text{мм})$$

довжина нарізаної частини черв'яка

$$b_1 \geq (11 + 0.06 \cdot z_2) \cdot m$$

$$b_1 := (11 + 0.06 \cdot z_2) \cdot m \quad b_1 = 43.62 \quad (\text{мм})$$

вибираємо $b_1 := 108 \quad (\text{мм})$ (для черв'яка, витки якого шліфують);

ширина вінця черв'ячного колеса (визначена вище) $b_2 = 27 \quad (\text{мм})$

Міжосьова відстань черв'ячної передачі

$$a_w := \frac{m \cdot (q + z_2)}{2} \quad a_w = 103.5 \quad (\text{мм})$$

11. Сили у зачепленні черв'ячної передачі.

За формулами [8] маємо: колова сила на колесі дорівнює осьовій силі на черв'яку (визначена вище):

$$F_{a1} := F_{t2} \quad F_{a1} = 3923.7 \quad (\text{Н})$$

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кут зачеплення у площині, перпендикулярній до осі колеса виберемо[8]:

$$\alpha := 0.349 \quad (\text{рад}) \quad (20^\circ)$$

радіальна сила на колесі дорівнює радіальній силі на черв'яку

$$F_{r1} := F_{t2} \cdot \tan(\alpha) \quad F_{r1} = 1427.82 \quad (\text{H})$$

$$F_{r2} := F_{r1} \quad F_{r2} = 1427.82 \quad (\text{H})$$

осьова сила на колесі дорівнює коловій силі на черв'яку

$$F_{a2} := F_{t2} \cdot \tan(\gamma) \quad F_{a2} = 784.74 \quad (\text{H})$$

$$F_{t1} := F_{a2} \quad F_{t1} = 784.74 \quad (\text{H})$$

12. ККД черв'ячної передачі.

Вибираємо за [8] приведений кут тертя $\phi' := 0.026 \quad (\text{рад}) \quad (1^\circ 30')$

За формулою [8]:

$$\eta := 0.955 \cdot \frac{\tan(\gamma)}{\tan(\gamma + \phi')} \quad \eta = 0.84$$

Значення ККД близьке до попередньо вибраного (0,8).

13. Перевірка черв'яка на жорсткість.

Рівнодійна колової та радіальної сил на черв'як:

$$F := \sqrt{F_{t1}^2 + F_{r1}^2} \quad F = 1629.26 \quad (\text{H})$$

Осьовий момент інерції перерізу черв'яка:

$$I_o := \frac{\pi \cdot d_{f1}^4}{64} \quad I_o = 13265.06 \quad (\text{H})$$

Беремо наближено відстань між опорами черв'яка

$$L := 0.8 \cdot d_2 \quad L = 141.6 \quad (\text{мм})$$

За формулою [8] при модулі пружності для сталі $E := 2.1 \cdot 10^5 \quad (\text{МПа})$

розрахункова стрілка прогину черв'яка

$$y := \frac{F \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I_o} \quad y = 0.034595 \quad (\text{мм})$$

Жорсткість черв'яка достатня, оскільки $y \leq |y| = 0.06 \quad (\text{мм})$

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

3. Технологічна частина

3.1. Заходи з монтажу фасувально-закупорювального автомата марки МК-ОФМ

3.1.1 Обґрунтування вибору такелажного оснащення та розробка схеми монтажу фасувально-закупорювального автомата марки МК-ОФМ

Монтаж та капітальний ремонт фасувально-закупорювального автомата МК-ОФМ виконують у строгій відповідності до затвердженого технологічного плану розміщення обладнання, загального компоновального плану виробничого цеху та вимог чинної нормативно-технічної документації. Під час проведення монтажних робіт необхідно чітко витримувати проектні габаритні розміри, міжверстатні інтервали, проходи для обслуговуючого персоналу та регламентовану прив'язку опорних елементів апарата до капітальних будівельних конструкцій будівлі (стін, колон, балок).

У загальній практиці промислового будівництва встановлення великовагового технологічного обладнання, допоміжних металоконструкцій і магістральних трубопроводів у проектне положення здійснюють із використанням засобів механізації: самохідних стрілових кранів, монтажних щогл, стаціонарних підйомників або поворотних укісних стріл, що закріплюються на тримальних елементах споруди.

Для проведення робіт із позиціонування автомата МК-ОФМ організовують спеціальний монтажний майданчик. Граничні розміри та просторова конфігурація цього майданчика визначаються проектно-конструкторською документацією, розробленою спеціалізованою проектно-монтажною організацією. Геометричні параметри робочої зони повинні повністю гарантувати безпеку праці монтажної бригади, виключати травматизм і забезпечувати безперешкодний доступ до будь-якого вузла машини під час її вивірки та фіксації.

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата									
Розроб.		Прокоп В.З.			3. Технологічна частина				Літ.	Арк.	Аркушів		
Перевір.		Вітенько Т.М.										44	
Реценз.									гр. МО-41				
Н. Контр.		Кравець О.І.											
Затверд.		Пилипець О.М.											

Транспортування фасувально-закупорювального автомата зі складського приміщення підприємства безпосередньо до монтажної зони виробничого цеху здійснюється повузловим методом за допомогою цехового або спеціалізованого автотранспорту. Для переміщення великовагових складальних одиниць у межах поверху застосовують жорсткі металеві санчата (салазки). З метою істотного зменшення коефіцієнта тертя ковзання, зниження тягового зусилля та захисту промислової підлоги, під санчата підкладають сталеві плити та циліндричні котки (ролики).

Безпосереднє піднімання та встановлення фасувально-закупорювального автомата на заздалегідь підготовлений фундамент реалізується за допомогою стаціонарного електричного тельфера, який переміщується по підвісній монорейковій колії.

Технологічний процес монтажу на фундаментну основу виконують у такій послідовності. Корпус фасувально-закупорювального автомата 2 надійно з'єднують із чалочним гаком електричного тельфера 1 за допомогою тримального двогілкового канатного стропа 3, оснащеного двома чалочними гаками із запобіжними замками. Зважаючи на масу обладнання та необхідний запас міцності, для даного технологічного випадку обираємо стандартизований канатний строп типу 2СК вантажопідйомністю 3,0 т із розрахунковим розривним зусиллям не менше 190 кН.

Апарат плавно опускають на опорні стійки (рамні опори), після чого виконують фінішну вивірку його просторового положення на фундаменті за допомогою геодезичних приладів та гідрорівнів. Після остаточного закріплення корпусу анкерними болтами і підливання фундаментного постаменту цементним розчином, здійснюють монтаж контрольно-вимірювальних приладів і автоматики (КВПіА), підключення технологічних трубопроводів, запірно-регульовальної арматури та комунікаційних ліній підприємства (стисненого повітря, вакууму, електромережі та водопроводу). На завершальному етапі проводять ретельну інспекцію та перевірку правильності всіх виконаних

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підключень, а також внутрішній огляд робочих камер і зон безпосереднього функціонування виконавчих органів автомата.

3.1.2 Обґрунтування методів вивірки фасувально-закупорювального автомата на фундаменті та вибір технологічного оснащення

Монтаж фасувально-закупорювального автомата марки МК-ОФМ здійснюють на заздалегідь підготовленому монолітному залізобетонному фундаменті, який здатний ефективно поглинати динамічні знакозмінні навантаження, що виникають під час циклічної роботи поршневих і кулачкових виконавчих органів. Перед безпосереднім позиціонуванням та фіксацією обладнання на цій залізобетонній основі в обов'язковому порядку виконують комплекс регламентних підготовчих робіт. Вони включають повне розконсервування вузлів апарата з видаленням захисних антикорозійних мастил із робочих поверхонь, ретельне очищення та дезінфекцію монтажної зони, а також інспекційну ревізію геометричного стану самого фундаменту. Під час ревізії перевіряють висотні відмітки, крок розміщення анкерних колодязів і здійснюють геометричне винесення на натурну основу допоміжних робочих осей та контрольних висотних орієнтирів відповідно до проектних креслень.

Процес встановлення фасувально-закупорювального автомата в проектне геометричне положення є багатоетапним і починається з попереднього розміщення машини на тримальних опорних елементах фундаменту. Після цього суміщають отвори рамної основи або суцільнолитої станини апарата з різьбовими хвостовиками фундаментних болтів. Далі виконують просторове вирівнювання обладнання в плані, по висоті, а також відносно горизонтальної та вертикальної площин за допомогою мікропереміщень регульовальними гвинтами або підкладками з безперервним інструментальним контролем фактичного положення.

Точність просторової орієнтації автомата контролюють за допомогою прецизійних вимірювальних приладів. При вивірці на горизонтальність визначають монтажну базу, якою слугує плоска шліфувана поверхня станини, і встановлюють на неї брусковий монтажний рівень із точністю нуль цілих і п'ять

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сотих міліметра на метр. Для виключення похибок вимірювання інструмент послідовно поміщають на монтажну базу у двох взаємно перпендикулярних напрямках — уздовж поздовжньої та поперечної осей симетрії машини. Під час проведення монтажних робіт особливу увагу приділяють точності взаємного розташування спряжених робочих поверхонь, геометричних осей обертання валів, зубчастих передач та карусельного столу. Після завершення попередньої вивірки корпус автомата рівномірно затягують анкерними кріпленнями, здійснюють фінішну інспекційну перевірку геометрії та виконують остаточне підливання опорної площини цементним розчином марки М300.

Для забезпечення високої якості будівельно-монтажних робіт, точної вивірки та подальшого технічного обслуговування автомата МК-ОФМ обґрунтовано сформовано комплект спеціалізованого оснащення та матеріалів. Технологічний набір включає чотири ущільнювальні манжети розміром 12х20 згідно з ГОСТ 6969-74, чотири монтажні рим-болти з різьбою М16 за ГОСТ 4751-73, п'ятдесят кілограмів цементно-піщаного розчину марки М300 для підливання основи, один комплект технічних маркувальних олівців та крейди для розмітки осей, а також два кілограми пластичного антифрикційного мастила Літол-24 для змащування рухомих частин. Допоміжне такелажне забезпечення складається з двох сталевих опорних плит та чотирьох циліндричних котків для переміщення великовагових вузлів, а також п'ятнадцяти метрів низьковуглецевого сталевого дроту діаметром два міліметри.

Для вимірювання та вивірки в комплекті передбачено одну п'ятиметрову рулетку, один гідравлічний підкатний домкрат вантажопідйомністю п'ять тонн для піднімання корпусу, один оптичний нівелір із геодезичною рейкою та один брусковий монтажний рівень. Слюсарно-складальні роботи виконують за допомогою одного трубного важільного ключа КТ-2 за ГОСТ 18981-73, одного комплекту двосторонніх гайкових ключів із робочим діапазоном від 10 до 32 міліметрів, одного універсального комплекту слюсарно-монтажного інструменту, що містить викрутки, плоскогубці та молоток, а також одного шнурового будівельного виска для контролю вертикальних площин.

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1.– Матеріали та інструменти для монтажу

№ п/п	Найменування матеріалів	Кіль кість, шт.	№ п/п	Найменування інструментів, пристроїв та приладів	Кіль кість , шт.
1	Манжети ущільнювальні 12х20 ГОСТ 6969-74	4	1	Рулетка вимірвальна (довжина 5 м)	1
2	Рим-болти монтажні М16 ГОСТ 4751-73	4	2	Домкрат гідравлічний підкатний (вантажопідйомність 5 т)	1
3	Розчин цементно-піщаний (марка М300), кг	50	3	Оптичний нівелір із геодезичною рейкою	1 комп лект
4	Набір технічних маркувальних олівців та крейди	1 комп лект	4	Брусковий монтажний рівень (точність 0,05 мм/м)	1
5	Мастило пластичне антифрикційне (Літол-24), кг	2	5	Ключ трубний важільний КТ-2 ГОСТ 18981-73	1
6	Плита сталева опорна під котки	2	6	Набір гайкових двосторонніх ключів (10–32 мм)	1 комп лект
7	Котки (ролики) сталеві циліндричні	4	7	Набір слюсарно-монтажного інструменту (викрутки, плоскогубці, молоток)	1 комп лект
8	Дріт сталевий низьковуглецевий (діаметр 2 мм), м	15	8	Висок будівельний шнуровий	1

3.2. Розробка технології ремонту фасувально-закупорювального автомата марки МК-ОФМ

3.2.1. Розробка графіка планово-попереджувального ремонту фасувально-закупорювального автомата

Технічні несправності фасувально-закупорювального автомата викликають порушення його нормального режиму роботи, тривалі простої, прискорене зношення виконавчих механізмів, а також погіршення якості пакування продукції. Головними деструктивними зовнішніми чинниками є промислові вібрації, висока вологість та агресивні мийні середовища цеху. Вони сприяють проникненню бруду в зазори спряжень вузла вивантаження та провокують корозійне руйнування корпусу. Безперервність виробництва забезпечується впровадженням системи планово-попереджувального ремонту (ППР), загальну організацію якої здійснює головний механік підприємства.

Система ППР включає такі регламентні етапи:

Міжремонтне обслуговування. Виконується щодня обслуговуючим персоналом під час перерв або між змінами. Передбачає очищення апарата, перевірку КВПіА, регулювання приводу й усунення дрібних дефектів.

Технічні огляди (ТО). Проводяться ремонтним персоналом у неробочі дні або технологічні паузи. Включають зовнішній огляд вузлів без розбирання, перевірку поверхонь тертя та систем змащення, контроль огорожень і складання попередньої відомості дефектів.

Малий ремонт (М). Здійснюється ремонтною службою із залученням операторів. Передбачає часткове розбирання найбільш зношених вузлів, їх промивання, складання дефектно-кошторисної відомості, заміну швидкозношуваних деталей (втулок, прокладок, пальців), ремонт арматури, регулювання захисних блокувань, оновлення мастила та внесення відмітки в паспорт обладнання.

Середній ремонт (С). Виконується заводським ремонтним персоналом. Охоплює обсяг малого ремонту, а також дефектовку всіх механізмів із частковим

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розбиранням, відновлення поверхонь тертя, ремонт приводів, заміну гідравлічних рідин, фарбування станини та оформлення акта приймання.

Капітальний ремонт (К). Проводиться силами ремонтно-механічних майстерень або спеціалізованих організацій на місці чи з демонтажем. Передбачас повне розбирання автомата, ревізію всіх вузлів із відновленням первинних заводських допусків і посадок спряжених деталей. Якість робіт фінішно перевіряє механік цеху.

На невеликих підприємствах без власної ремонтної бази середній та капітальний ремонти дозволяється об'єднувати, спрощуючи структуру планування.

Структура ремонтного циклу для фасувально-пакувального автомата має вигляд:

K-TO-M1-TO-M2-TO-M3-TO-M4-TO-M5-TO-C-TO-M6-TO-M7-TO-M8-TO-M9-TO-M10-TO-K

Нормативна тривалість періодів становить: до капітального ремонту (К) — 36 міс., середнього (С) — 18 міс., малого (М) — 3 міс., технічного огляду (ТО) — 1,5 міс.

Трудомісткість ремонтних робіт і технічного огляду механічної частини (Тм.ч, люд.-год) визначають за формулою:

$$T_{м.ч} = K_p * R_m$$

де k_p — коефіцієнт виду ремонту (ТО = 1; М = 7,0; С = 21; К = 35 люд.-год);

R_m — категорія складності ремонту механічної частини обладнання (для даного автомата $R_m = 1$).

Сумарна нормована трудомісткість технічного сервісу автомата за три роки (один повний ремонтний цикл, що включає 12 ТО, 10 малих, 1 середній та 1 капітальний ремонт) становить:

$$T_{заг} = 12 \times 1 + 10 \times 7 + 1 \times 21 + 1 \times 35 = 138 \text{ люд.-год.}$$

За видами технологічних операцій отриманий фонд часу розподіляється таким чином:

$$\text{слюсарні роботи (72\%): } 138 \times 0,72 = 99,36 \text{ люд.-год.};$$

$$\text{верстатні роботи (20\%): } 138 \times 0,20 = 27,60 \text{ люд.-год.};$$

$$\text{інші супутні операції (8\%): } 138 \times 0,08 = 11,04 \text{ люд.-год.}$$

Розраховані значення є базовими координатами для внесення у відповідні графі річного графіка ППР обладнання підприємства.

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.2 – Графік планово-попереджувального ремонту фасувально-пакувального автомата МК-ОФМ.

№ 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	Ремо нту	ТО	Ремонтного циклу	Періодів			
										Ремонтами	ТО		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	Фасувально- пакувальний автомат	МК-ОФМ	02246789648	2026	ТО	12	1400	350	12/4200	3/1050	1,5/525	Строк служби, міс/год	Планові очікуван ня
												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	138	22,6	27,6	3

3.2.2. Розробка технологічної документації на проведення ремонту фасувально-закупорювального автомата

Ремонту обладнання передуює розбирання технологічного вузла, деталі якого підлягають дефектовці чи заміні. Для цього розробляють схему розбирання (аркуш 5 графічної частини роботи) та відповідну технологічну карту.

Вузол розбирають у строгій послідовності, що запобігає пошкодженню спряжених поверхонь, а складають — у зворотному порядку. До процесу складання висувають підвищені вимоги щодо дотримання регламентованих зазорів, посадок, точності позиціонування та моментів затягування різьбових з'єднань.

Послідовність виконання складальних операцій наведена в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3.– Порядок складання вузла вузла дозувального пристрою фасувально-закупорювального автомата.

№ п/п	Операції і переходи	Інструмент, пристосування, матеріал	Технічні вимоги на складання	Профіль робітника, розряд робітника	Норма часу (хв)
1	2	3	4	5	6
1.	На плунжер 23 встановити кільце 22 і шток 25	Молоток, ручний прес	Встановити без перекосу	слюсар III розряду	
2.	Зафіксувати кільце і шток кришкою 24 болтом 53	Ключ гайковий	Перевірити надійність кріплення	- // -	

Продовження таблиці 3.3.

1	2	3	4	5	6
3.	У втулку 28 запресувати втулки 26 і 50	Молоток, оправка, гаряче мастило	Втулки нагріти, мастилі до 80...90°C	- // -	
4.	На шток 25 встановити втулку 28 із втулками 26 і 50	Молоток, ручний прес	Встановити без перекосу	- // -	
5.	Зафіксувати втулку 25 пальцем 27	Викрутка	Перевірити надійність кріплення	- // -	
6.	Встановити на шток 25 кришку 29, ущільнення 30, пластину 48 і плиту 49	Молоток, ручний прес	Встановити без перекосу	- // -	
7.	Зафіксувати плиту 49 за допомогою гайок спеціальних 31	Ключ гайковий спеціальний	Перевірити надійність кріплення	- // -	
8.	На шток 25 встановити кронштейн 32	Ключ гайковий спеціальний	Встановити без перекосу. Перевірити надійність кріплення	- // -	
9.	Встановити в кронштейн 32 гвинт 52	Викрутка	Перевірити надійність кріплення	- // -	
10.	Встановити в кронштейн 32 палець 33	Молоток, ручний прес	Встановити без перекосу	- // -	

Продовження таблиці 3.3.

1	2	3	4	5	6
11.	На кришку 29 встановити гільзу 19 з ущільненням 30	Ключ гайковий спеціальний	Встановити без перекосу. Перевірити надійність кріплення	- // -	
12.	На гільзу 19 встановити гільзу 10	Ключ гайковий спеціальний	Встановити без перекосу. Перевірити надійність кріплення	- // -	
13.	В гільзу 10 встановити ущільнення 17	—	Встановити без перекосу	- // -	
14.	В гільзу 10 встановити патрубок 16	Ключ гайковий спеціальний	Встановити без перекосу. Перевірити надійність кріплення	- // -	
15.	В гільзу 10 встановити ущільнення 14	—	Встановити без перекосу	- // -	
16.	В гільзу 10 встановити кронштейн 15	—	Встановити без перекосу	- // -	
17.	В гільзу 10 встановити ущільнення 8	—	Встановити без перекосу	- // -	
18.	На шток 4 встановити пластини 9 і 11	—	Встановити без перекосу	- // -	

Продовження таблиці 3.3.

1	2	3	4	5	6
19.	На шток 4 встановити гільзу 12 з ущільненням 8 і пружину 7	Молоток, ручний прес	Встановити без перекосу	- // -	
20.	На шток 4 встановити кронштейн 5	Молоток, ручний прес	Встановити без перекосу	- // -	
21.	Зафіксувати кронштейн 5 пальцем 6	Молоток, ручний прес	Встановити без перекосу	- // -	
22.	Встановити блок штока 4 в гільзу 10	Молоток, ручний прес	Встановити без перекосу	- // -	
23.	Закріпити блок штока фіксатором 13	Молоток, ручний прес	Перевірити надійність кріплення	- // -	
24.	На гільзу 10 встановити воронку 1	Молоток, ручний прес	Встановити без перекосу	- // -	
25.	В гільзу 10 встановити гільзу 21 з ущільненнями 18 і 20	Ключ гайковий спеціальний	Встановити без перекосу. Перевірити надійність кріплення	- // -	
26.	До гільзи 21 прикріпити гільзу 37	Ключ гайковий спеціальний	Встановити без перекосу. Перевірити надійність кріплення	- // -	
27.	В гільзу 37 встановити шток 46 з ущільненням 43	—	Встановити без перекосу	- // -	

Продовження таблиці 3.3.

1	2	3	4	5	6
28.	В гільзу 37 встановити ущільнення 44, кришку 39 і зафіксувати їх кришкою 38 з пластиною 45	Ключ гайковий спеціальний	Встановити без перекосу. Перевірити надійність кріплення	- // -	
29.	В гільзу 37 встановити гільзу 41 з ущільненням 42	Молоток, ручний прес	Встановити без перекосу	- // -	
30.	В гільзу 41 встановити пружину 40 і зафіксувати кришкою 36	Ключ гайковий спеціальний	Встановити без перекосу. Перевірити надійність кріплення	- // -	
31.	Встановити кронштейн 35 і зафіксувати пальцем 34	Ключ гайковий спеціальний	Встановити без перекосу. Перевірити надійність кріплення	- // -	
32.	Встановити шток 47 і стягнути конструкцію гайками 54	Ключ гайковий	Встановити без перекосу. Перевірити надійність кріплення	- // -	

3.2.3. Дефектування і сортування деталей

Під час підготовки технологічного обладнання до проведення ремонтних робіт необхідно суворо дотримуватися регламентованої послідовності операцій.

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Це забезпечує повну збереженість складальних одиниць і унеможливорює випадкове переплутування або заміну оригінальних компонентів деталями від інших машин і агрегатів цеху.

Безпосередній демонтаж та розбирання вузла гідроциліндра здійснюють у чітко визначеному технологічному порядку:

на початковому етапі знімають захисні кожухи, екрани та елементи зовнішнього огороження;

далі демонтують вузли приводу і пов'язані з ними передавальні механізми;

на завершальному етапі знімають безпосередньо виконавчі робочі органи.

Усі дрібні деталі, кріплення та елементи ущільнень демонтованих частин обов'язково розкладають на спеціалізованих верстатних щитах (піддонах), оснащених невеликими захисними буртиками для запобігання їх падінню чи втраті.

У процесі розбирання приводного вала виконують ретельну інспекцію для визначення фактичного ступеня зношення його робочих поверхонь. Перед початком контрольно-вимірювальних операцій усі деталі піддають ретельному очищенню від технологічних забруднень, промиванню та знежиренню органічними розчинниками. На взаємоспряжені деталі (для збереження їх первинного взаємного розташування під час наступного збирання) слюсарним кернером наносять ідентичні координаційні позначки.

Абсолютну величину зносу та геометричних відхилень визначають за допомогою стандартних інженерних методик із використанням прецизійного вимірювального інструменту. Поверхні деталей під спряження повинні бути ідеально чистими, без видимих задирів, глибоких подряпин, волосяних тріщин чи раковин. Шпонкові пази повинні мати чисті, строго паралельні бічні стінки без ознак пом'ятості, а точність їхніх геометричних розмірів контролюється спеціальними граничними шаблонами або калібрами.

При дефектовці нарізних (різьбових) з'єднань першочергову увагу звертають на стан профілю та чистоту обробки витків. Наявність механічних пошкоджень або повний зрив різьби обсягом більше ніж на 1,5 витка є

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

критичним дефектом, за якого деталь підлягає вибракуванню. Дрібні забоїни чи незначне зминання профілю виправлять шляхом калібрування за допомогою відповідних мітчиків або плашок. Поздовжнє витягування (деформація) різьби не повинно перевищувати величини 0,5 кроку на кожні 10 робочих ниток нарізки. Крім того, на робочих гранях кріпильних гайок чи головках болтів повністю виключається наявність серйозних вм'ятин, сколів або згладжування кутів під ключ.

За результатами комплексного інструментального контролю та встановлення технічного стану всі деталі сортують на три чіткі категорійні групи:

Повністю придатні до подальшої експлуатації без необхідності відновлення — їх відразу направляють безпосередньо на ділянку складання або передають на склад готових деталей.

Обмежено придатні, які можуть бути використані повторно лише після проведення ремонтних робіт — їх транспортують на ділянку механічної обробки або на склад деталей, що очікують відновлення.

Браковані (повністю зношені), подальше застосування яких є неможливим або економічно недоцільним через втрату міцності — їх остаточно списують та відправляють на склад брухту (утилізацію).

Для візуального розділення деталей за їхнім технічним станом застосовують кольорове маркування фарбою. Вузли, що підлягають відновленню, мітять зеленою або жовтою фарбою безпосередньо в зонах зносу. Забраковані деталі позначають червоним кольором, що виключає їхнє випадкове складання.

Отримані дані інструментального контролю заносять у дефектну відомість, яку оформлюють під час розбирання машини. Цей документ є базою для:

визначення характеру та обсягу ремонтних робіт;

формування переліку деталей, що підлягають заміні чи відновленню;

розрахунку потреби в матеріалах і запасних частинах;

калькуляції підсумкової вартості ремонту обладнання.

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВІДОМІСТЬ ДЕФЕКТІВ

на середній ремонт автомата марки МК-ОФМ
(середній, капітальний) (обладнання)

інв. № 02246789648 встановленого в цеху виробництва сметани

№ п/п	Деталі, які мають дефект	Дефект	Способи усунення	Необхідна кількість Запасних деталей і матеріалів		Трудомі ст- кість, люд.год	Оцінка стану обладнання при здачі в ремонт
				Наймену- вання	Кількість		
1	Гільза	Деформа- ція	правка				задовільний
2	Втулка	Зношення , деформац ії	заміна				незадовільний
3	Корпус	Поверхня має значні пошкодже ння	виготов- лення і заміна				незадовільний
4	Кронштей н	Деформа- ція	заміна				задовільний
5	Шток	Деформа- ція	правка				задовільний

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

3.3. Розробка технології виготовлення корпусу дозувального пристрою

фасувально-пакувального автомата МК-ОФМ

3.3.1. Аналіз технічних умов корпусу дозувального пристрою фасувально-пакувального автомата МК-ОФМ

Корпус дозувального пристрою фасувально-пакувального автомата МК-ОФМ є відповідальною деталлю, призначеною для точного спрямування поршня або клапана дозатора, забезпечення герметичності робочої камери під час циклічного нагнітання продукту (молока, сметани тощо) та виключення протікання робочого середовища в процесі фасування. За своєю геометричною формою і конструктивними ознаками деталь належить до тіл обертання класу «порожнисті вали» (або деталі трубчастої форми), у яких загальна довжина значно перевищує зовнішній діаметр, а торцеві поверхні є відносно малими. Конструкція корпусу є багатоступінчастою як із зовнішнього, так і з внутрішнього боку, що обумовлено специфікою монтажу суміжних деталей, ущільнювальних манжет та елементів кріплення. Аналіз технічних вимог креслення показує, що основними конструкторськими базами є внутрішні посадочні циліндричні поверхні $\varnothing 35H7$ та $\varnothing 36H7$. Заданий квалітет точності (7-й) та жорсткі вимоги до шорсткості поверхні ($Ra = 1,6$ мкм) визначають необхідність застосування фінішної операції чистового (або тонкого) розточування. Зовнішні поверхні — метрична різьба $M48 \times 2$ (клас точності 8g) та шийка $\varnothing 48r8$ із шорсткістю $Ra = 2,5$ мкм — потребують технологічного розподілу загального припуску на чорновий і напівчистовий переходи з подальшим використанням спеціалізованого різьбонарізного інструменту. Оскільки корпус дозувального пристрою безпосередньо контактує з харчовим продуктом та піддається регулярному хімічному миттю дезінфікувальними розчинами, як конструкційний матеріал обрано високолеговану корозійностійку та аустенітну сталь марки 12X18H10T (згідно з ГОСТ 5632-72). Хімічний склад та ключові механічні властивості обраного матеріалу наведені в таблицях 3.4 та 3.5.

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.4 – Хімічний склад сталі 1X18H10T

C	Si	Mn	Ni	Cr	S	P	Ti
0,086-0,12	0,17-0,31	0,5-0,8	10	18	0,04	0,04	0,9-1,2

Таблиця 3.5 - Механічні властивості сталі 1X18H10T.

Межа міцності σ_B , МПа	Межа текучості, σ_T , МПа	Межа витривалості при згині, σ_{-1} , МПа	Твердість за Бріннелем, МПа	Відносне видовження, %
580-870	410-540	370-420	1810	21-23

Схематичне взаємне розташування технологічних ступенів, канавок, нарізних ділянок та виконавчих поверхонь із відповідною нумерацією наведено на ескізі нижче (рисунок 3.1).

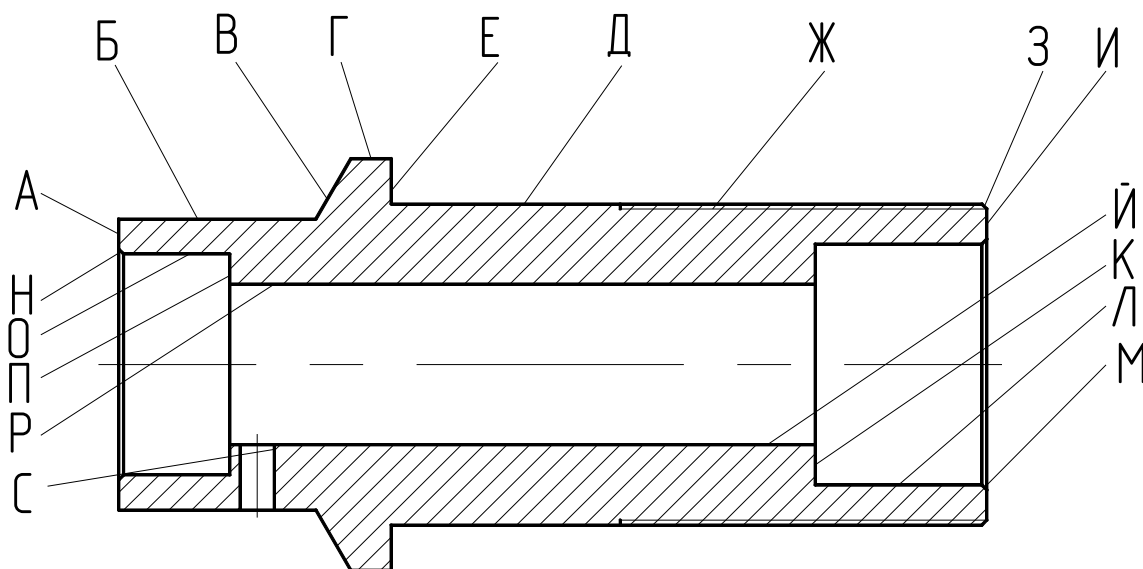


Рисунок 3.1 – Ескіз деталі з позначенням поверхонь.

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Для оптимізації проектування маршрутного технологічного процесу механічної обробки деталі, детальний аналіз технічних умов, точності та шорсткості для кожної поверхні занесено в таблицю 3.6.

Таблиця 3.6 – Аналіз технічних умов.

Позначення поверхні	Технічна умова або вимога	Метод виконання	Метод контролю
1	2	3	4
О, Л, М, Н	Забезпечити точність по 7-8 квалітету і шорсткість R_a 1,6 мкм	Розточування чистове	Розмір штан- генциркулем Шорстк. за зразками.

Продовження таблиці 3.6.

1	2	3	4
Б, А, И, В, З	Забезпечити точність по 12-14 квалітету і R_z 40 мкм	Точіння напівчистове та чистове	– // –
Й, С	Забезпечити точність по 12 квалітету і R_z 40 мкм	Свердління	– // –
Д, Ж	Точність по 8 квалітету і шорсткість R_a 2,5	Точіння чисто- ве. Нарізання різьби	– // –

3.3.2 Вибір і обґрунтування способу отримання заготовки

Метод одержання вихідної заготовки для деталей машин визначається їхнім службовим призначенням, конструктивними особливостями, маркою матеріалу, технічними вимогами до готового виробу, а також типом виробничої програми та загальною економічною доцільністю виготовлення.

Для корпусу дозувального пристрою, який має форму багатоступінчастого порожнистого вала, технологічно можливими є два базові варіанти одержання заготовки:

Гаряче об'ємне штампування на горизонтально-кувальних машинах (ГКМ).

Використання круглого гарячекатаного прокату (сталевий прутка) за ГОСТ 2590-88.

Для техніко-економічного аналізу порівняємо масові характеристики заготовки для обох методів при номінальній масі готової деталі $m_{\text{дет}} = 1,2$ кг:

Маса заготовки, одержаної з круглого прокату: $m_{\text{прок}} = 2,6$ кг

Маса заготовки, одержаної штампуванням на ГКМ: $m_{\text{шт}} = 1,5$ кг

З точки зору коефіцієнта використання матеріалу (Квм) та мінімізації обсягів механічної обробки, штампування на ГКМ є значно ефективнішим, оскільки дозволяє отримати заготовку з наближеними до готової деталі контурами та внутрішньою порожниною (наміченим отвором).

Проте, враховуючи специфіку типу виробництва (дрібносерійне або серійне) та високу початкову вартість проектування й виготовлення штампового оснащення (прес-форм), собівартість однієї штамповки є значно вищою, ніж ціна стандартного прокату. Заготівельні роботи з круглого прутка не потребують додаткових капіталовкладень в інструментальне забезпечення і реалізуються простим розрізанням на заготовки на стрічкопилкових верстатах.

Тому, на основі техніко-економічного зіставлення, з міркувань зниження початкової собівартості виробництва та загальної економічної доцільності, як метод одержання заготовки обираємо гарячекатаний круглий прокат.

3.3.3. Розрахунок припусків і міжопераційних розмірів

Для забезпечення заданої точності та виключення суб'єктивних похибок табличного методу, розрахунок міжопераційних припусків та граничних розмірів виконуємо аналітичним методом для найбільш відповідального та точного

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

внутрішнього базованого отвору корпусу Ø 36H7. Результати послідовного аналітичного розрахунку елементарних припусків, допусків та граничних розмірів для технологічних переходів (чорнового, напівчистового та чистового розточування) зведено в таблицю 3.7.

Графічне ув'язування розрахованих міжопераційних розмірів, операційних допусків, а також максимальних і мінімальних припусків для кожного етапу обробки внутрішнього отвору наведено на структурній схемі (рисунок 3.2).

Таблиця 3.7 - Розрахунок припусків і граничних розмірів на розмір Ø36H8

Технологічний перехід	Елементи припуску, мкм				$2Z_{min}$	δ ,	Гр.розмір		Гр. припуск	
	R_z	T	ρ	ε	мкм	мкм	l_{min}	l_{max}	Z_{min}	Z_{max}
Свердління	40	50	55	-	-	640	33.58	34.22	-	-
Розточування напівчистове	20	40	3	56 6	2·728.5	170	35.68	35.85	1627	2097
Розточування чистове	R_a 1.6	-	-	28	2·88	30	36	36.03	176	316

Для решти розмірів припуски визначаються табличним методом (таблиця 3.8).

Таблиця 3.8 - Зведена таблиця припусків і допусків на обробку корпуса дозувального пристрою фасувально-пакувального автомата МК-ОФМ.

Поверхня	Розмір, мм	Припуск, мм		Допуск мкм
		табличний	розрахунковий	
<i>A, И</i>	торці 130	1,5	-	760
<i>Б</i>	Ø46 h12	2·3,5	-	820
<i>М, З, Н</i>	1x45°	2·0,5	-	120
<i>Д</i>	Ø 48 h8	2·2,5	-	560
<i>Л</i>	Ø 36 H7	2·1,5	2·0,9	64
<i>О</i>	Ø 35H7	2·1,5	-	64
<i>П, К</i>	торці	1,5	-	620
<i>Р</i>	Ø 24 H12	2·3,0	-	620
<i>Ж</i>	M48-8p	2·1,0	-	36
<i>С</i>	Ø 6 H12	2·0,5	-	56

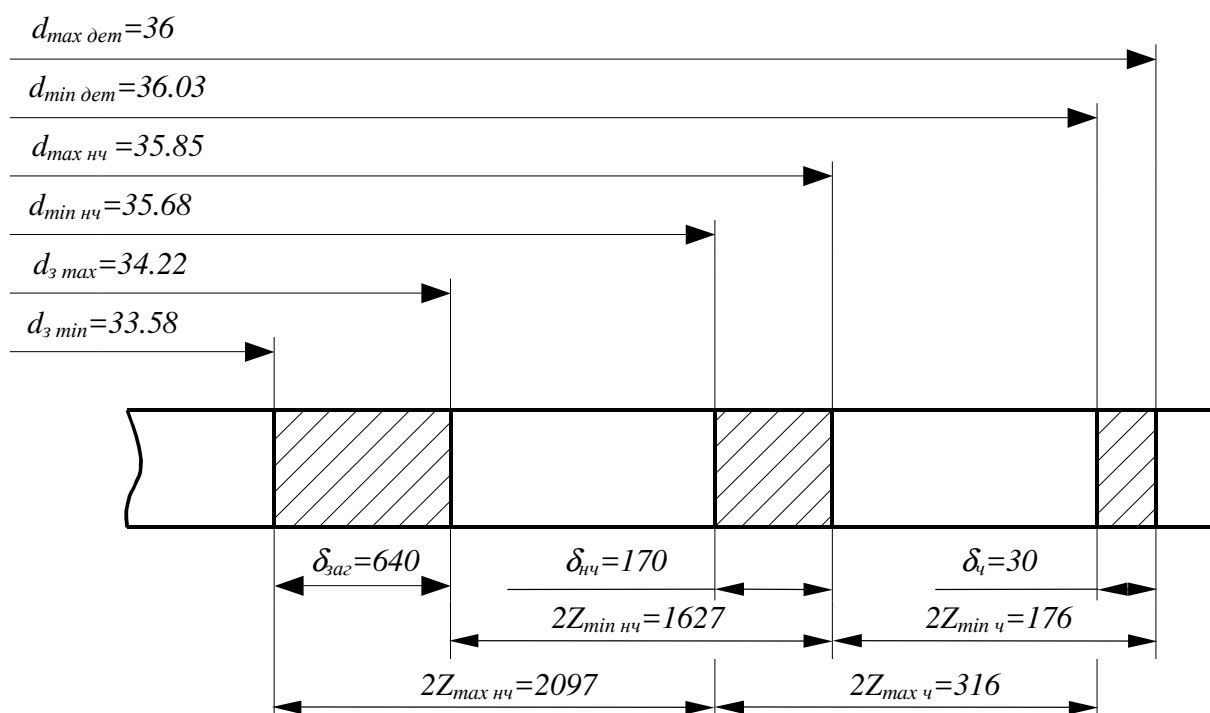


Рисунок 3.2 - Схема графічного розміщення міжопераційних припусків і допусків на обробку отвору Ø36H7.

3.3.4. Розробка технологічного маршруту механічної обробки корпусу дозувального пристрою фасувально-пакувального автомата МК-ОФМ

Проектування маршрутного технологічного процесу є ключовим етапом розробки технології виготовлення корпусу дозувального пристрою. Маршрут побудовано за принципом концентрації операцій на початкових етапах та послідовного переходу від чорнової обробки до фінішних (однотипових за точністю) операцій наприкінці процесу. Це дозволяє забезпечити виконання жорстких вимог щодо співвісності зовнішніх і внутрішніх поверхонь та перпендикулярності торців.

Технологічний маршрут виготовлення корпусу дозувального пристрою автомата МК-ОФМ у систематизованому вигляді представлено в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 — Технологічний маршрут механічної обробки корпусу дозувального пристрою фасувально-пакувального автомата МК-ОФМ.

№ операції	Назва операції (переходу)	Оброблюва- на поверхня	Базова поверхня	Обладнання
1	2	3	4	5
005 установ 1	Токарно-гвинто- різна	Е, Д, Ж, З, И, Й, К, Л, М	Поверхня заготовки	Токарно-гвинто- різний верстат 16K20
	-//-	А, Б, В, Н, О, П, Р	Д	-//-
010 установ 1	Вертикально- свердлильна	С	Д, А, И	Вертикально- свердлильний верстат 2Н125

3.3.5 Вибір ріжучого і вимірювального інструменту

Таблиця 3.10 – Вибір ріжучого і вимірювального інструменту.

№ операції	Назва операції (переходу)	Інструмент	
		Ріжучий	Вимірювальний
005	Токарно-гвинторізна установ 1, 2	Різець прохідний-упорний 2121 ВК8 ГОСТ 18870-73 Різець прохідний 2136 ГОСТ 18864-73	Штангенциркуль ШЦ-1-400 ГОСТ 166-80
	Нарізання різьби М48-8р	Різець різьбовий ГОСТ 18646-69	-//- Набір дротинок для контролю методом трьох дротинок
	Свердління отвору Ø 24Н12	Свердло Р6М5 Ø =24 мм ; L=140 мм ГОСТ 4010-77	-//-
	Точіння торців	Різець підрізний ГОСТ 18868-83	-//-
	Установ 1, 2 Розточування отворів Ø36Н7 і Ø35Н7	Різець розточний ВК8 ГОСТ 19977-73	-//-
010	Свердління отвору Ø 5Н12	Свердло Р6М5 Ø =6 мм ; L=43 мм ГОСТ 4010-77	-//- Пробки двосторонні
	Нарізання різьби М6-12Н	Мітчик М 8-8Н ГОСТ 9766 – 78	Пробка двостороння різьбова

3.3.6. Розрахунок режимів різання по операціях

Для забезпечення максимальної продуктивності обробки та досягнення заданої точності й шорсткості поверхонь виконуємо розрахунок режимів різання. Аналітичний розрахунок параметрів (глибини різання, подачі, швидкості різання та частоти обертання шпинделя) проведено для операції чистового точіння найбільш відповідальної зовнішньої поверхні Ø 48p8. Для всіх інших технологічних операцій, переходів та проходів параметри режимів різання прийняті за нормативно-довідковими даними відповідно до загальномашинобудівних нормативів.

Таблиця 3.11 – Зведена таблиця режимів різання по операціях.

№ п/п	Назва операції, переходу, позиції	<i>t</i> , мм	<i>L</i> , мм	<i>S_p</i> , мм/об	<i>n</i> , об/хв	<i>V</i> , м/хв, м/с	<i>S_m</i> , мм/хв м/хв	<i>N</i> , кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9
005 ус- та- нова	Токарно-гвинторізна							
	Точити поверхню Ø48p8	3	89	0,6	630	94,9	375	5,5
	Свердлити отвір Ø27H12	-	136	0,6	315	23,2	189	2,9
	Точити торець в розмір 89 на довжину 12 мм	1,5	12	0,6	315	34,5	189	3
	Точити фаску в розмір 1x 45 °	1	1	0,8	630	49,4	504	1,5
	Розточити отвір Ø7H63	2,5	26	0,8	630	59,3	504	3

Продовження таблиці 3.11.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Розточити фаску в розмір 1x 45 °	1	1	0,25	315	41,5	78,7	1,5
	Точити різьбу в розмір М48-8р	1	45	1	100	17,5	100	1,3
	Відрізати деталь в розмір 130	-	31	0,6	315	24.Кві	189	2,8
уст.	Розточити поверхню Ø35H7	2	18	0,6	800	64,3	480	5,5
Б	Точити поверхню Ø46h12	6	31	0,3	630	74,3	189	1,4
	Точити торець в розмір 31 мм	1	12	0,6	630	64,1	378	6,5
	Розточити фаску в розмір 1x45°	1	1	0,6	630	67,6	378	7
010	Вертикально- свердлильна							
	Свердлити отвір в розмір Ø5H12	-	15	0,25	400	11,9	100	0,27
	Нарізати різьбу в отворі в розмір М6- 12Н	1	15	1	100	4,8	100	0,38

Для решти конструктивних елементів і поверхонь корпусу дозувального пристрою, обробка яких не потребувала індивідуального аналітичного проектування, параметри режимів різання встановлено методом диференційованого підбору за загальномашинобудівними нормативами та спеціалізованими довідниками з нормування верстатних робіт.

3.3.7. Технічне нормування технологічного процесу.

Технічне нормування часу виконується з метою визначення тривалості виконання кожної технологічної операції, що є базою для розрахунку завантаження верстатного обладнання, визначення необхідної кількості робітників та калькулювання собівартості механічної обробки корпусу дозувального пристрою. Для операції 010 виконуємо розрахунково-аналітичним методом, інші—за нормативами.

Обчисленні дан заносимо в таблицю.

Таблиця 3.12. – Розрахунок штучного часу по операціях технологічного процесу

№ п/п	Назва операції	T_0 хв	$T_{доп. хв}$			$T_{оп. хв}$	Час обслугов.		$T_{відп. хв}$	$T_{шт}$	$T_{п.з.}$
			$t_{уст}$	$t_{упр}$	$t_{вим}$		$t_{обсл}$	$t_{уст}$			
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	2
005	Токарно-гвинторізна уст. А	5,36	0,4	0,24	0,16	6,16	0,14	0,14	0,07	6,51	16
	Точити поверхню Ø48p8	0,95	0,06	0,1	0,03	1,14	0,02	0,02	0,09	1,27	
	Свердлити отвір Ø27H12	1,14	0,1	0,11	0,05	1,4	0,1	0,09	0,15	1,74	

Продовження таблиці 3.12.

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	2
	Точити торець в розмір 89 на довжину 12 мм	0,32	0,11	0,12	0,08	0,63	0,11	0,07	0,03	0,84	
	Точити фаску в розмір 1х 45 °	0,2	0,12	0,11	0,09	0,52	0,12	0,07	0,04	0,75	
	Розточити отвір Ø36H7	0,46	0,09	0,05	0,06	0,66	0,08	0,05	0,13	0,92	
	Точити фаску в розмір 1х 45 °	0,15	0,06	0,08	0,05	0,34	0,05	0,07	0,24	0,7	
	Точити різьбу в розмір М48- 8р	1,62	0,03	0,02	0,03	1,7	0,06	0,02	0,12	1,9	
	Відрізати деталь в розмір 130	0,52	0,04	0,03	0,03	0,62	0,05	0,05	0,19	0,91	
	уст. Б	2,28	0,4	0,2	0,14	3,02	0,11	0,11	0,1	3,34	12

Продовження таблиці 3.12.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Розточити поверхню Ø35H7	0,62	0,04 4	0,02 5	0,03 5	0,72 4	0,04	0,032	0,11 4	0,91	
	Точити поверхню Ø46h12	0,96	0,04	0,03	0,02	1,05	0,02	0,02	0,03	1,12	
	Точити торець в розмір 31 мм	0,5	0,05 5	0,04 2	0,02 4	0,62 1	0,043	0,068	0,06 8	0,8	
	Розточити фаску в розмір 1x45°	0,2	0,04 1	0,03 3	0,03 2	0,30 6	0,04	0,026	0,12 8	0,5	
010	Вертикально свердлильна	1,58	0,14	0,12	0,08	2,02	0,06	0,03	0,06	2,18	12
	Свердлити отвір в розмір Ø5H12	0,88	0,06 2	0,05 4	0,04 2	1,03 8	0,044	0,035	0,30 3	1,42	
	Нарізати різьбу в отворі в розмір М6- 12Н	0,68	0,05	0,04 3	0,04 4	0,81 7	0,04	0,036	0,32 7	1,22	

4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці.

4.1 Охорона праці та виробнича безпека

Технологічна лінія з виробництва сметани комплектується серійним харчовим обладнанням, до якого належать: приймальні ванни ИПКС-053, відцентрові насоси Г2-ОПА, електромагнітний лічильник молока СМЗ-2, пластинчасті охолоджувальні установки А1-ООЛ-5, резервуари-дозрівачі В2-ОМВ-6,3, автоматизована пастеризаційно-охолоджувальна установка П8-ОПО-3-01, сепаратори-нормалізатори ОСЦП-3, плунжерний гомогенізатор Н3037, заквасочувальні установки Л5-ОЗ-40, вертикальні резервуари Я1-ОСВ-6 та автомат для розфасування готової продукції МК-ОФМ.

Безпечна експлуатація [18,19] зазначеного комплексу обладнання регламентується Законом України «Про охорону праці», вимогами Кодексу цивільного захисту України, а також чинними державними будівельними та санітарними нормами.

Електробезпека та мінімізація механічних ризиків насосного й ємнісного обладнання

Приймальні ванни ИПКС-053 є відкритими технологічними місткостями, до яких підведено електричні кабелі живлення та гідравлічні комунікації. Для запобігання випадковому падінню обслуговуючого персоналу у ванни, їх монтують на безпечній висоті або оснащують захисними знімними решітками чи бортовими огороженнями.

Основними небезпечними виробничими факторами під час експлуатації відцентрових насосів типу Г2-ОПА та ємнісного обладнання є ризик ураження електричним струмом (унаслідок підвищеної вологості у цеху) та загроза травмування на слизькій підлозі. Для забезпечення безпечних умов праці реалізують такі заходи:

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Прокоп В.З.			4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці.			Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Вітенько Т.М.								73	
Консульт.		Кравець О.І.						гр. МО-41			
Н. Контр.		Кравець О.І.									
Затверд.		Пилипець О.М.									

Усе електрообладнання підлягає захисному заземленню (зануленню) відповідно до вимог Правил улаштування електроустановок (ПУЕ) та НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів». Вона виконується за схемою, що унеможлиблює появу небезпечної напруги на металевих корпусах апаратів у разі пробою ізоляції.

Робочі місця операторів комплектуються діелектричними килимками та дерев'яними решітчастими підставками для ніг.

Під час складання насосів приділяють увагу якості монтажу ущільнювальних кілець, манжет і прокладкових матеріалів. Це мінімізує технологічні підтікання та перешкоджає поширенню вологи.

Для зниження шкідливого впливу динамічних навантажень насоси встановлюють на віброізолювальні опори (демпфери). Рівень шуму та вібрації на робочих місцях не повинен перевищувати граничних значень, установлених Санітарними нормами виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку (ДСН 3.3.6.037-99). Експлуатація обладнання з ознаками резонансу, підвищеного биття чи зачіпання робочим колесом корпусу суворо заборонена.

Заходи безпеки під час експлуатації сепараторів та теплообмінних установок

Молочні сепаратори ОСЦП-3 належать до високообертового обладнання з підвищеною кінетичною енергією оберткових мас (барабана), що вимагає дотримання особливих правил безпеки:

До обслуговування, пуску та зупинки сепараторів допускаються виключно особи, які пройшли спеціальне навчання, інструктаж з охорони праці та мають відповідне посвідчення.

Перед початком зміни обов'язково контролюють цілісність контуру заземлення, щільність прилягання затискних кришок та надійність нарізних з'єднань.

Демонтаж захисної кришки або будь-яке обслуговування рухомих частин дозволяється лише після повної зупинки барабана сепаратора.

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пакет тарілок після санітарної обробки збирають у послідовності, що суворо відповідає заводському маркуванню та нумерації, для виключення дисбалансу.

У разі виникнення аварійної вібрації (під час проходження зони резонансу або через розбалансування) оператор повинен негайно знеструмити апарат кнопкою аварійної зупинки та залишити зону можливого ураження до повної зупинки ротора.

Під час експлуатації пастеризаційно-охолоджувальних установок П8-ОПО-3-01 існує ризик отримання термічних опіків. Згідно з санітарними нормами, температура відкритих поверхонь обладнання, до яких можливий випадковий дотик персоналу, не повинна перевищувати 45°C. Для досягнення цього показника тепловипромінювальні контури, гарячі молокопроводи та парові магістралі покривають шаром теплоізоляції або закривають захисними кожухами. Обслуговування гарячих вузлів проводять із застосуванням засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) — термостійких рукавиць.

Санітарно-гігієнічні вимоги до обладнання та автомата фасування

Конструктивне виконання фасувального автомата МК-ОФМ має гарантувати повну герметичність систем нагнітання продукту. Усі відкриті елементи приводу, що рухаються або обертаються (зубчасті шестерні, пасові та ланцюгові передачі, муфти, вали, кулачкові механізми), закриваються суцільними або сітчастими захисними кожухами. Додатково секції автомата оснащують кінцевими вимикачами або фотоелектричним блокуванням, яке автоматично вимикає привід у разі відчинення захисних дверцят чи перетину оператором робочої зони.

Усі елементи обладнання, арматура, резервуари та пакувальна плівка, що безпосередньо контактують із харчовим продуктом, виготовляються з корозійностійких матеріалів (наприклад, сталі 12Х18Н10Т або харчових полімерів), дозволених для використання в харчовій промисловості.

Внутрішні поверхні ванн, жолобів та лотків виконують гладкими, без щілин, зазорів чи виступаючих болтових з'єднань, які могли б ускладнити миття

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

і стати осередками розвитку мікрофлори. Використання елементів із деревини повністю виключається. Зовнішні металеві поверхні (якщо вони не виконані з неіржавної сталі) фарбують стійкими емалями світлих тонів, які не містять шкідливих домішок сполук свинцю, хрому чи кадмію.

Резервуари В2-ОМВ-6,3 та Я1-ОСВ-6 для виготовлення й зберігання вершків та сметани обов'язково комплектуються кришками з герметичними ущільненнями. Підключення технологічних апаратів до каналізаційної мережі для зливу мийних розчинів виконується з розривом струменя через лійки з гідрозатвором (сифоном). Пряме з'єднання обладнання з каналізацією або злив відпрацьованих вод безпосередньо на підлогу цеху забороняється.

Ергономіка, планування цеху та виробниче освітлення

Розміщення обладнання на ділянці виробництва сметани здійснюється відповідно до вимог ДБН В.2.2-28:2010 «Будинки і споруди. Будинки промислових підприємств», що забезпечує потоковість процесу, мінімальну довжину молокопроводів та унеможливорює перетин потоків сировини й готової продукції. При плануванні дотримуються таких ергономічних параметрів проходів:

головні проходи в зонах постійного перебування працюючих та між автоматизованими лініями — не менше 2,4 м;

проходи вздовж віконних прорізів, доступних з рівня підлоги — не менше 1,0 м;

технологічні проходи для огляду, обслуговування та регулювання приладів — не менше 0,8 м;

проходи для контролю трубопроводів, що не потребують регулювання — не менше 0,7 м;

мінімальний технологічний розрив між окремими машинами або ємностями в одному ряду — не менше 0,35 м.

При розміщенні стрічкових чи роликкових транспортерів передбачають вільний прохід між стіною та поздовжньою стороною конвеєра шириною не менше 0,7 м, а між двома паралельними лініями — не менше 0,9 м. Якщо

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ширина стрічки транспортера перевищує 60 см і він встановлений біля стіни, мінімальний проміжок до будівельної конструкції повинен становити не менше 0,4 м.

Освітлення робочих зон проектується згідно з вимогами ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення». У виробничих цехах пріоритетним є використання природного світла із забезпеченням світлового коефіцієнта (СК) у межах 1:6–1:8 (для побутових приміщень — не менше 1:10). Коефіцієнт природного освітлення (КПО) розраховується відповідно до розрядів зорової роботи.

Штучне освітлення реалізується за комбінованою системою (загальне освітлення цеху + місцеве підсвічування робочих зон та шкал приладів). Як джерела світла застосовують енергоефективні світлодіодні (LED) світильники або люмінесцентні лампи у вологозахищеному та вибухобезпечному виконанні із захисними плафонами, що запобігають потраплянню уламків скла в продукцію в разі руйнування лампи. Використання скляних термометрів без захисної металевої оправы на робочих ділянках суворо заборонено.

4.2. Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях

Організація захисту персоналу [20,21] та матеріальних цінностей підприємства у разі виникнення загрози або розгортання небезпечних ситуацій здійснюється відповідно до вимог Кодексу цивільного захисту України. Заходи цивільного захисту на об'єктах харчової промисловості плануються та реалізуються за територіально-виробничим принципом, що передбачає завчасне розроблення комплексних планів реагування з урахуванням специфіки конкретного виробничого майданчика.

Відповідно до Національного класифікатора надзвичайних ситуацій ДК 019:2010, усі потенційні надзвичайні ситуації (НС) поділяються на чотири базові класи: техногенного характеру (транспортні аварії, пожежі, вибухи, аварії з викидом хімічно небезпечних речовин, руйнування споруд); природного

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

характеру (геофізичні, метеорологічні, гідрологічні явища, інфекційні захворювання); соціально-політичного характеру (протиправні дії, терористичні акти); воєнного характеру (зумовлені застосуванням зброї масового ураження або сучасних засобів ураження).

У промислових умовах фактори НС безпосередньо корелюють із небезпечними та шкідливими виробничими факторами, які регламентуються ДСТУ EN ISO 12100.

Фізико-хімічні аспекти та види техногенних вибухів і пожеж

Розвиток техногенних аварії найчастіше спричинений неконтрольованим, раптовим вивільненням енергії або небезпечних речовин у навколишнє середовище. Раптове вивільнення енергії генерує промислові вибухи, а витік речовин призводить до займань, об'ємних пожеж та локального хімічного забруднення робочих зон.

Вибух є процесом надшвидкого хімічного або фізичного перетворення термодинамічної системи, що супроводжується миттєвим переходом її потенційної енергії в кінетичну енергію та супроводжується утворенням ударної хвилі стиснутих газів чи пари.

Фізичний вибух на підприємствах молочної промисловості пов'язаний переважно з розгерметизацією та руйнуванням замкнутих об'ємів апаратів, що працюють під високим тиском (парові котли, компресори, ресивери). Руйнівна сила такого вибуху залежить від об'єму ємності та величини внутрішнього робочого тиску.

За локалізацією у виробничих умовах виділяють такі види вибухів: вільний повітряний, наземний, вибух у безпосередній близькості від споруди, а також внутрішній (у замкнутому просторі цеху).

Пожежа — це неконтрольований процес горіння поза спеціальним вогнищем, що завдає матеріальних збитків і створює безпосередню загрозу для здоров'я людей. Основними причинами виникнення пожеж на переробних підприємствах є або порушення встановленого протипожежного режиму

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(необережне поводження з вогнем, несправність електромереж), або помилки під час проектування та будівництва споруд.

З хімічного погляду горіння є екзотермічною реакцією окиснення між пальною речовиною та окисником (киснем повітря). Для ініціювання цього процесу необхідна одночасна наявність трьох складових («трикутника пожежі»): пального середовища, окисника та первинного джерела теплової енергії (іскри, дуги, полум'я) з потужністю, достатньою для активізації реакції. Формування відкритого полум'я можливе лише за умови переходу твердих або рідких речовин у газоподібну (пароподібну) фазу під впливом нагрівання.

Ключовими небезпечними факторами пожежі є:

екстремальні температури в зоні горіння, які викликають термічні опіки шкіри та дихальних шляхів персоналу, а також призводять до втрати тримальної здатності й руйнування будівельних металоконструкцій;

токсичні продукти згоряння (термічної деструкції), що інтенсивно виділяються в повітря робочої зони та призводять до гострих отруєнь або асфіксії через критичне зниження концентрації кисню.

Аналіз ризиків при використанні токсичних та криогенних речовин

На підприємствах харчової промисловості для забезпечення технологічних процесів (наприклад, у промислових холодильних установках) використовують значні обсяги небезпечних хімічних речовин, зокрема аміак, а також концентровані кислоти й луки для безрозбірного миття обладнання (CIP-станцій). Аварійна розгерметизація ємностей із токсичними речовинами створює ризик перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) і формування осередку хімічного ураження.

Динаміка розгортання хімічної аварії залежить від вихідного термодинамічного стану рідини в ємності:

Перегріта рідина під тиском: у разі руйнування резервуара миттєво переходить у парогазоподібний та зважений стан (аерозоль), утворюючи масштабну первинну хмару токсичної або вибухонебезпечної суміші.

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рідина з низькими енергетичними параметрами: відбувається спокійний пролив на підлогу або у піддон. Забруднення атмосфери (вторинна хмара) відбувається шляхом відносно повільного випаровування за рахунок підведення тепла від навколишнього середовища.

Проміжний режим: у початковий момент спостерігається бурхливе закипання рідини з викидом дрібнодисперсної фракції, що згодом переходить у режим стабільного вільного випаровування дзеркала проливу.

Застосування кріогенних рідин (рідкий азот, вуглекислота) у системах швидкого заморожування також супроводжується специфічними ризиками. Хоча ці гази не є токсичними, їх масовий викид призводить до витіснення кисню з повітря приміщення, викликаючи ядуху. Крім того, контакт із кріогенними речовинами викликає важкі кріогенні опіки тканин тіла, а потрапляння кріоагентів на силові металеві елементи машин та будівельних конструкцій викликає їх крихке руйнування внаслідок явища холодоламкості.

Інженерно-технічні системи вибухозахисту та захисту посудин під тиском

Комплексна система вибухозахисту обладнання підвищеного тиску та трубопроводних магістралей передбачає реалізацію технічних та організаційних рішень. До технічних засобів належать: проектування корпусів апаратів із розрахунком на максимальний тиск вибуху; встановлення вогнеперегороджувачів, рідинних гідрозатворів, організація інертних азотних або парових завіс; інтеграція пристроїв аварійного скидання тиску.

Трубопроводи промислових підприємств підлягають обов'язковому розпізнавальному (сигнальному) фарбуванню та маркуванню сигнальними кільцями відповідно до вимог національних стандартів. Так, трубопроводи для води фарбують у зелений колір, для стиснутого повітря — у синій, для кислот — у рожевий, для лугів — у фіолетовий, для хладонів чи аміаку — у сірий, а для горючих газів — у жовтий. Для додаткового позначення ступеня небезпеки наносять сигнальні кільця: червоні — для вибухонебезпечних середовищ, жовті — для токсичних або агресивних речовин, глибокого вакууму та високого тиску, а зелені — для нейтральних речовин.

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Усі трубопроводи після завершення монтажу, а також періодично в процесі експлуатації, піддаються обов'язковим гідравлічним або пневматичним випробуванням на міцність та щільність під тиском, який перевищує робочий щонайменше на 25% (але не менше ніж 0,2 МПа).

Для захисту ємнісного обладнання від перевищення тиску застосовують три типи запобіжних пристроїв:

Запобіжні мембрани (руйнівні пристрої): мають найпростішу конструкцію, миттєво спрацьовують і не обмежують пропускну здатність потоку. Головний недолік — після спрацьовування апарат залишається повністю відкритим, що призводить до повного викиду вмісту в атмосферу та зупинки лінії.

Вибухові клапани (відкидні): забезпечують скидання надлишкового об'єму газу з наступним автоматичним закриттям отвору під дією власної ваги або пружини, що зберігає працездатність проектуємої установки. Недоліками є підвищена конструктивна складність та ризик втрати герметичності після кількох спрацьовувань.

Пружинні запобіжні клапани: найбільш поширені багаторазові пристрої захисту. До їхніх вад належать механічна інерційність пружинного механізму та схильність до прикипання (приклинювання) золотника при роботі з харчовими або агресивними середовищами, що вимагає їх регулярного примусового підриву.

Системи пожежної сигналізації та сучасні методи пожежогасіння

Для мінімізації часу вільного розвитку пожежі виробничі приміщення обладнуються автоматичною пожежною сигналізацією (АПС). Її головною функцією є детектування початкової стадії загоряння, передача сигналу на пульт централізованого спостереження, активація систем оповіщення, а також запуск стаціонарних систем пожежогасіння, димовидалення та блокування загальнообмінної вентиляції.

АПС складається з приймально-контрольного приладу, ліній зв'язку (шлейфів) та первинних пожежних сповіщувачів. Ефективність системи визначається типом та інерційністю сповіщувачів. Димові сповіщувачі є

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

найефективнішими в закритих цехах, оскільки реагують на перші мікрочастинки диму. Теплові сповіщувачі застосовують у приміщеннях, де можлива природна поява пари чи пилу (варочні відділення). Сповіщувачі полум'я (світлові) реєструють оптичне випромінювання відкритого вогню в інфрачервоному або ультрафіолетовому спектрі, забезпечуючи високу швидкість спрацьовування у високих промислових будівлях.

Придушення процесу горіння стаціонарними або первинними засобами здійснюється такими методами:

ізоляція вогнища від доступу кисню (покриття піною, порошком, піском, кошмою);

розведення концентрації кисню в об'ємі приміщення шляхом подачі інертних газів (вуглекислота, азот, аргон) до рівня менше ніж 14%, за якого горіння припиняється;

охолодження зони реакції нижче температури займання речовини (подача тонкорозпиленої води чи водних розчинів);

хімічне інгібування — гальмування швидкості ланцюгової реакції окиснення за допомогою спеціальних вогнегасильних порошоків або хладонів.

Під час проектування автоматичних систем пожежегасіння для цеків із точним технологічним обладнанням (автоматами фасування, пультами ЧПК) перевагу віддають газовим або порошковим сумішам. Вони, на відміну від води або хімічної піни, не викликають коротких замикань та мінімізують вторинні пошкодження електронних і механічних вузлів машин.

Висновок. Забезпечення стійкості роботи підприємства в умовах надзвичайних ситуацій досягається шляхом інженерного захисту, підтримання в постійній готовності засобів колективного та індивідуального захисту, а також регулярного проведення тренувань персоналу з відпрацювання планів локалізації аварійних ситуацій.

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

У даній кваліфікаційній роботі розроблено комплекс заходів з технічного обслуговування та ремонту фасувально-закупорювального автомата марки МК-ОФМ, призначеного для фасування в'язких молочних продуктів, з урахуванням специфіки роботи обладнання у в'язких молочних середовищах.

У ході виконання роботи вирішено такі завдання:

проаналізовано умови роботи, технічні характеристики, будову та принцип дії фасувально-закупорювального автомата марки МК-ОФМ, виконано огляд аналогічних конструкцій обладнання для фасування в'язких молочних продуктів;

виконано технологічний розрахунок циклу роботи автомата, складено циклограму і визначено тривалість виконання технологічних операцій (поворот каруселі, дозування, накладання та термозварювання кришки, проставлення дати, відділення стаканчика тощо) при продуктивності 25 упаковок/хв;

розроблено кінематичну схему приводу автомата та обґрунтовано вибір конструкційних матеріалів його основних вузлів (сталь Х18Н9Т для відповідальних робочих елементів, Ст5 для рами і невідповідальних конструкцій);

розроблено технологію монтажу автомата на фундаменті, включно з вибором такелажного оснащення, схемою встановлення та методами вивірки обладнання, а також підібрано необхідні інструменти і пристосування;

визначено характерні причини виходу з ладу вузлів автомата, що контактують із в'язким молочним середовищем, та розроблено графік планово-попереджувального технічного обслуговування і ремонту;

					<i>КРБ 960.00.00.000 ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Прокоп В.З.</i>			<i>Висновки</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>					
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>		<i>Кравець О.І.</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Пилипець О.М.</i>					
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
						83	
					<i>гр. МО-41</i>		

розроблено технологічну документацію на проведення ремонту (схему та карту розбирання й порядок складання вузла дозувального пристрою) та виконано дефектування і сортування деталей із складанням відомості дефектів;

розроблено технологічний процес виготовлення корпусу дозувального пристрою фасувально-закупорювального автомата МК-ОФМ: обрано спосіб отримання заготовки (прокат), розраховано припуски і міжопераційні розміри, технологічний маршрут механічної обробки, підібрано різальний і вимірювальний інструмент, розраховано режими різання та норми часу на операції;

розроблено заходи з охорони праці під час експлуатації технологічного обладнання молочного виробництва (насосів, сепараторів, пастеризаційно-охолоджувальних установок, фасувального автомата), включно з вимогами електробезпеки, віброізоляції та санітарно-гігієнічними вимогами до обладнання, що контактує з харчовою продукцією;

розроблено заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях, зокрема щодо поводження із сильнодіючими отруйними речовинами, вибухозахисту обладнання підвищеного тиску та засобів і способів пожежогасіння на молочному підприємстві.

Виконані розрахунки та розроблені технічні рішення підтвердили доцільність запропонованого комплексу заходів з технічного обслуговування та ремонту фасувально-закупорювального автомата марки МК-ОФМ і можуть бути використані на молочних підприємствах для підвищення надійності обладнання та якості готової продукції.

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік посилань

1. Вітенько Т., Ворощук В. Навчально-методичний посібник до виконання кваліфікаційної роботи для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Галузеве машинобудування» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» галузі знань 13 – «Механічна інженерія». ФОП Паляниця, 2024. 48 с.
2. Єресько Г. О., Шинкарик М. М., Ворощук В. Я. Технологічне обладнання молочних виробництв : навчальний посібник. Київ : ЦНЛ, 2007. 337 с.
3. Бабанов І.Г. та ін. Інноваційне обладнання молокопереробних підприємств. Київ: ТОВ «ІНКОС», 2019. 718 с.
4. Гладушняк, О. К. Технологічне обладнання консервних заводів : підручник. Херсон : Грінь Д. С., 2015. 348 с. ISBN 978-617-7243-92-1.
5. Гончаренко, Г. М., Дуб, В. В., Гончаренко, В. В. Технологічне обладнання консервних та овочепереробних виробництв : довідник. Київ : Центр учбової літератури, 2007. 304 с.
6. Шинкарик, М. М., Ворощук, В. Я. Технологічне обладнання консервної промисловості : навч. посібник. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2023. 284 с.
7. Бендера, І. М., Стрельчук, О. Я., Семенов, О. М. Технологічне обладнання переробних та харчових виробництв : лабораторний практикум. Кам'янець-Подільський : Сисин О. В., 2007. 204 с.
8. Дацишин О. В. Машини та обладнання переробних підприємств. - К.: Вища освіта, 2005.
9. Ворощук, В. Я. Інжиніринг та 3D моделювання в середовищі SolidWorks: навч. посіб. / В. Я. Ворощук, Т. М. Вітенько. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2023. – 164 с.

					<i>КРБ 960.00.00.000 ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Перелік посилань</i>		
<i>Розроб.</i>		<i>Прокоп В.З.</i>					
<i>Перевір.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>					
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>		<i>Кравець О.І.</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Пилипець О.М.</i>					
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
						85	
					<i>гр. МО-41</i>		

10. Вітенько, Т. М. Сучасні підходи до конструювання і моделювання робочих органів технологічного обладнання харчових виробництв / Т. М. Вітенько, В. Я. Ворошук. Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності: третя міжнародна науково-практична конференція, 4–6 вересня 2019 р. / під ред. Дейниченко Г. В. – ХДУХТ, 2019. – С. 108–109.
11. Черевко, О. І. та ін. Розрахунок технологічного обладнання консервних виробництв : навч. посібник. Харків : ХДУХТ, 2014. 161 с.
12. Кіркач Н.Ф., Баласанян Р.А. Розрахунки і проектування деталей машини. - Харків. Основа, 1991.- 275с.
13. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин.– К.: Вища школа, 1993.– 556с.
14. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія машинобудування (дипломне проектування) Навчальний посібник. — Львів: Новий світ-2000, 2011. — 770 с.
15. Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів : навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль : ТДТУ, 2009. 108 с.
16. Дячун А. Є. «Технологія обробки типових деталей та складання машин» : методичний посібник з виконання курсового проекту / А. Є. Дячун, Ю. Б. Капаціла, Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко. — Тернопіль : ТНТУ , 2016. — 75 с.
17. Структура технологічного процесу ремонтного виробництва : методичні вказівки з дисципліни «Технологія ремонту та відновлення деталей машин» для практичних занять і самостійної роботи студентів всіх форм навчання та дистанційної освіти / Укладачі : Радик Д.Л., Ткаченко І.Г., Радик М.Д. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. – 56 с.
18. Одарченко М.С., Одарченко А.М., Степанов В.І., Черненко Я.М. Основи охорона праці. Харків: Стиль-Издат, 2017. — 334 с.

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

19. 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.

20. Стручок В.С. Безпека в надзвичайних ситуаціях: методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 156 с.

21. Стручок В.С. Техноекологія та цивільна безпека. Частина «Цивільна безпека». Тернопіль: ФОП Паляниця.

					КРБ 960.00.00.000 ПЗ	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		