

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра обладнання харчових технологій

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розрахунок та ремонт приводу транспортера пляшок
фасувальної машини марки ВС-40

Виконав (ла): здобувач (ка) освіти IV курсу, групи МО-41

спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

(шифр і назва спеціальності)

Клебанович О.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Ворощук В.Я.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Ворощук В.Я.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Вітенько Т.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2025

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

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

Кафедра Обладнання харчових технологій
(повна назва кафедри)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри

Вітенько Т.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« 27 » січня 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня **бакалавр**
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування
(шифр і назва спеціальності)

здобувачу (ці) освіти Клебановичу Олексію Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи **Розрахунок та ремонт приводу транспортера пляшок фасувальної машини марки ВС-40**

Керівник роботи Ворощук Віктор Ярославович, к.т.н.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 24 » січня 2025 р. № 4/7-49

2. Термін подання здобувачем (кою) освіти завершеної роботи « 20 » червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи Паспорт фасувальної машини марки ВС-40

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

1. Аналіз стану питання та визначення задач кваліфікаційної роботи

2. Обґрунтування конструкції і розрахунки

3. Технологічні процеси виготовлення, експлуатації та ремонту

4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

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

1. Фасувальна машина марки ВС-40. Вигляд загальний. (1 л.ф.А1)

2. Фасувальна машина марки ВС-40. Кінематична схема. (1 л.ф.А1)

3. Вузол приводу транспортера фасувальної машини марки ВС-40. (1 л.ф.А1)

4. Графік планово-попереджувальних ремонтних робіт фасувальної машини марки ВС-40. (1 л.ф.А1)

5. Технологічний маршрут розбирання- складання вузла приводу транспортера фасувальної машини марки ВС-40. (1 л.ф.А1)

6. Графічне представлення технологічного процесу механічної обробки колеса зубчастого. (1 л.ф.А1)

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання « 27 » січня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	1. Аналіз стану питання та визначення задач кваліфікаційної роботи	27.01. 2025-09.02.2025	
2	2. Обґрунтування конструкції і розрахунки	02.06.2025-10.06.2025	
3	3. Технологічні процеси виготовлення, експлуатації та ремонту	08.06.2025-18.06.2025	
4	4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	27.01. 2025-09.02.2025	
5	Висновки.	18.06.2025-19.06.2025	
	Графічна частина		
6	1. Фасувальна машина марки ВС-40. Вигляд загальний.	27.01. 2025-09.02.2025	
7	2. Фасувальна машина марки ВС-40. Кінематична схема.	27.01. 2025-09.02.2025	
8	3. Вузол приводу транспортера фасувальної машини марки ВС-40.	02.06.2025-10.06.2025	
9	4. Графік планово-попереджувальних ремонтних робіт фасувальної машини марки ВС-40.	02.06.2025-10.06.2025	
10	5. Технологічний маршрут розбирання- складання вузла приводу транспортера фасувальної машини марки ВС-40.	08.06.2025-18.06.2025	
11	6. Графічне представлення технологічного процесу механічної обробки колеса зубчастого.	08.06.2025-18.06.2025	

Здобувач освіти

(підпис)

Клебанович О.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Ворощук В.Я.

(прізвище та ініціали)

Анотація

Кваліфікаційна робота на тему: "Розрахунок та ремонт приводу транспортера пляшок фасувальної машини марки ВС-40" виконана Клебановичем Олексієм Володимировичем.

Робота складається з 79 сторінок, містить 12 ілюстрацій, 12 таблиць та 6 креслень.

Мета роботи: підвищення надійності та ефективності роботи приводу транспортера пляшок фасувальної машини марки ВС-40 шляхом оптимізації його конструкції, проведення необхідних розрахунків та розробки раціональних методів ремонту.

Основні задачі, що вирішуються: аналіз конструктивних особливостей приводу транспортера ВС-40 та виявлення типових несправностей; виконання інженерних розрахунків ключових елементів; розробка рекомендацій щодо підвищення експлуатаційної надійності; розробка технології ремонту та відновлення деталей приводу транспортера.

Практичне значення роботи: полягає у розробці конкретних інженерних рішень та технологічних рекомендацій, які дозволять збільшити міжремонтний інтервал роботи приводу, знизити витрати на його обслуговування та ремонт, а також підвищити стабільність та продуктивність фасувальної машини в цілому.

Рекомендації щодо використання результатів: результати роботи можуть бути використані на підприємствах харчової промисловості, що експлуатують фасувальні машини типу ВС-40 або аналогічне обладнання з конвеєрними системами, для модернізації обладнання, оптимізації ремонтних робіт та підвищення кваліфікації інженерно-технічного персоналу.

Ключові слова: фасувальна машина, транспортер пляшок, привід, ремонт, надійність, розрахунок, машинобудування, експлуатація.

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Анотація		
Розроб.		Клебанович О.В.					
Перевір.		Ворожук В.Я.					
Реценз.							
Н. Контр.		Ворожук В.Я.					
Затверд.		Вітенько Т.М.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						3	
					гр. МО-41		

Abstract

The qualification work on the topic: “Calculation and repair of the bottle conveyor drive of the bottling machine model VS-40” was performed by Oleksii Volodymyrovych Klebanovych.

The work consists of 79 pages, contains 12 illustrations, 12 tables and 6 drawings.

The purpose of the work is to improve the reliability and efficiency of the bottle conveyor drive of the VS-40 packaging machine by optimizing its design, performing the necessary calculations and developing rational repair methods.

The main tasks to be solved: analysis of the design features of the VS-40 conveyor drive and identification of typical malfunctions; performing engineering calculations of key elements; developing recommendations for improving operational reliability; developing a technology for repairing and restoring conveyor drive parts.

The practical significance of the work: the development of specific engineering solutions and technological recommendations that will increase the overhaul interval of the drive, reduce the cost of its maintenance and repair, and increase the stability and performance of the packaging machine as a whole.

Recommendations for the use of the results: the results of the work can be used at food industry enterprises operating VS-40 type filling machines or similar equipment with conveyor systems to modernize equipment, optimize repair work and improve the skills of engineering and technical personnel.

Keywords: packaging machine, bottle conveyor, drive, repair, reliability, calculation, mechanical engineering, operation.

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Клебанович О.В.			Abstract			Лім.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Ворожук В.Я.								3	
Реценз.								зр. МО-41			
Н. Контр.		Ворожук В.Я.									
Затверд.		Вітенько Т.М.									

Зміст

Завдання	1
Анотація	3
Abstract	3
Зміст.....	4
Вступ	6
1. Аналіз стану питання та визначення задач кваліфікаційної роботи	8
1.1. Характеристика та особливості об'єкта проєктування.....	8
1.2. Аналіз літературних джерел щодо об'єкта проєктування.....	10
1.3. Постановка завдань кваліфікаційної роботи	17
2. Обґрунтування конструкції і розрахунки	18
2.1. Загальний опис конструкції, принцип роботи фасувальної машини марки ВС-40	18
2.2. Аналіз структури фасувальної машини марки ВС-40	21
2.3. Розрахунок робочого циклу фасувальної машини марки ВС-40	23
2.4. Розрахунок потрібної потужності для фасувальної машини марки ВС-40	27
2.5. Кінематичний розрахунок фасувальної машини марки ВС-40	29
2.6. Розрахунок циліндричної передачі приводу каруселі фасування фасувальної машини марки ВС-40	35
3. Технологічні процеси виготовлення, експлуатації та ремонту.....	43
3.1. Розроблення технології ремонту фасувальної машини марки ВС-40.....	43

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Клебанович О.В.			Зміст			Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Ворожук В.Я.								4	
Реценз.								гр. МО-41			
Н. Контр.		Ворожук В.Я.									
Затверд.		Вітенько Т.М.									

3.1.1. Аналіз характерних причини виходу з ладу фасувальної машини марки ВС-40. Розроблення графіка ППР фасувальної машини марки ВС-40	43
3.1.2. Дефектування та сортування деталей.....	46
3.1.3. Розроблення технічної документації на проведення ремонту фасувальної машини марки ВС-40	48
3.2. Розробка технологічного процесу виготовлення зубчастого колеса фасувальної машини ВС-40	53
3.2.1. Опис призначення та конструкції деталі. аналіз технічних умов.....	53
3.2.2. Вибір варіанту технологічного маршруту механічної обробки зубчастого колеса	57
3.2.3. Визначення припусків та міжопераційних розмірів	58
3.2.4. Вибір різального і допоміжного інструменту, методів та засобів технічного контролю.....	61
3.2.5. Розрахунок режимів різання по операціях.....	62
3.2.6. Технічне нормування розробленого технологічного процесу.....	64
4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	67
Висновки	76
Перелік посилань	78

Вступ

Актуальність теми: Сучасна харчова та переробна промисловість, зокрема сектор розливу та фасування напоїв, характеризується високим ступенем автоматизації та постійним прагненням до оптимізації виробничих процесів. Основними тенденціями розвитку є збільшення швидкості виробничих ліній, підвищення точності та надійності обладнання, а також мінімізація втрат продукції та енергоресурсів. Актуальними викликами галузі є забезпечення безперебійної роботи конвеєрних систем, які є основою для транспортування продукції між етапами виробництва, а також зменшення часу простоїв, пов'язаних з ремонтом та обслуговуванням. Ефективна робота приводу транспортера безпосередньо впливає на продуктивність усієї фасувальної лінії.

Конкретна проблема, якій присвячена дана кваліфікаційна робота, стосується забезпечення надійної та стабільної роботи приводу транспортера пляшок фасувальної машини марки ВС-40. Сутність проблеми полягає у тому, що в процесі інтенсивної експлуатації елементи приводу піддаються значним навантаженням та зносу, що може призводити до збоїв у русі транспортерної стрічки, нерівномірності подачі пляшок, їх пошкодження або зупинок лінії. Причини виникнення таких проблем можуть бути пов'язані з втомою матеріалів, неправильним розрахунком навантажень, недостатнім змащенням або відсутністю своєчасного технічного обслуговування. Можливі наслідки включають зниження продуктивності фасувальної машини, збільшення відсотка браку продукції (розбиті пляшки), зростання експлуатаційних витрат та, як наслідок, значні економічні втрати для підприємства. Обґрунтування значущості її вирішення полягає у підвищенні загальної ефективності виробництва, забезпеченні безперебійного та синхронізованого руху пляшок, що веде до економічних переваг через зменшення відходів та простоїв, а також технічних переваг у подовженні терміну служби обладнання.

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Клебанович О.В.			Вступ	Літ.		Арк.	Аркушів
Перевір.		Ворощук В.Я.						6	
Реценз.						гр. МО-41			
Н. Контр.		Ворощук В.Я.							
Затверд.		Вітенько Т.М.							

Об'єкт розробки: Об'єктом розробки є привід транспортера пляшок фасувальної машини марки ВС-40. Цей привід є критично важливим вузлом, що забезпечує рух конвеєрної стрічки, по якій переміщуються пляшки між різними етапами фасування. Його місце в загальній структурі обладнання центральне, оскільки він синхронізує роботу всієї лінії та забезпечує безперервність технологічного процесу.

Функціональне призначення приводу полягає у передачі крутного моменту та регулюванні швидкості руху транспортера для оптимальної та безперебійної подачі тари.

Предмет розробки: Предметом розробки є сукупність проектно-конструкторських рішень, інженерних розрахунків та технологічних заходів, спрямованих на забезпечення надійної та ефективної роботи приводу транспортера пляшок. Це включає аналіз існуючих конструкцій приводу, виконання детальних розрахунків на міцність, зносостійкість, кінематичний та силовий аналіз, а також розробку рекомендацій щодо його модернізації або ремонту. Крім того, предмет розробки охоплює технології експлуатації, технічного обслуговування та ремонту приводу, спрямовані на подовження його терміну служби, підвищення енергоефективності та зменшення експлуатаційних витрат.

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Аналіз стану питання та визначення задач кваліфікаційної роботи

1.1. Характеристика та особливості об'єкта проєктування

Машина призначена для обполіскування ПЕТ-пляшок об'ємом від 250 до 2000 см³, розливу безалкогольних напоїв і мінеральної води. Обладнання оснащено системою піногасіння, що дозволяє розливати сильнопінячі напої.

Машина виконує повний технологічний цикл обробки пляшок. На підготовчому етапі відбувається обполіскування порожніх пляшок, їх завантаження на ротор розливу та захоплення під горловину. Процес розливу включає наповнення вуглекислим газом, дозування продукту, витримку продукту в пляшці та скидання надлишкового тиску. Конструктивно машина складається з двох основних модулів: каруселі обполіскування з турнікетом та каруселі розливу з турнікетом. Усі елементи корпусу, огороження та шафа управління виготовлені з нержавіючої сталі. Конструкція забезпечує якісне миття та дезінфекцію всіх вузлів. Транспортування пляшок здійснюється шнековими конвеєрами та зірочками, обладнаними захисними муфтами та аварійними вимикачами.

Карусель обполіскування працює за принципом переміщення пляшок системою шнеків і зірочок. Особливість процесу полягає в тому, що зовнішня поверхня пляшок залишається сухою, що забезпечує якісне наклеювання етикеток.

Пляшка подається на зірочку завантаження, захоплюється за горловину гумовими підушками, перевертається догори дном для промивання через форсунку, повертається в нормальне положення та передається на карусель розливу.

Карусель розливу обладнана резервуаром для продукту, виготовленим з нержавіючої сталі з системою автоматичного миття.

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Клебанович О.В.			1. Аналіз стану питання та визначення задач кваліфікаційної роботи				Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Ворощук В.Я.									8	
Реценз.									гр. МО-41			
Н. Контр.		Ворощук В.Я.										
Затверд.		Вітенько Т.М.										

Рівень рідини контролюється електричними датчиками. Система розливу забезпечує підйом і притискання пляшки до дозатора без використання стисненого повітря. Дозатори керуються кулачковим механізмом та забезпечують точне дозування за рівнем. Рівень продукту в пляшці регулюється довжиною газової трубки. Система оснащена електронним блокуванням "немає пляшки – немає розливу".

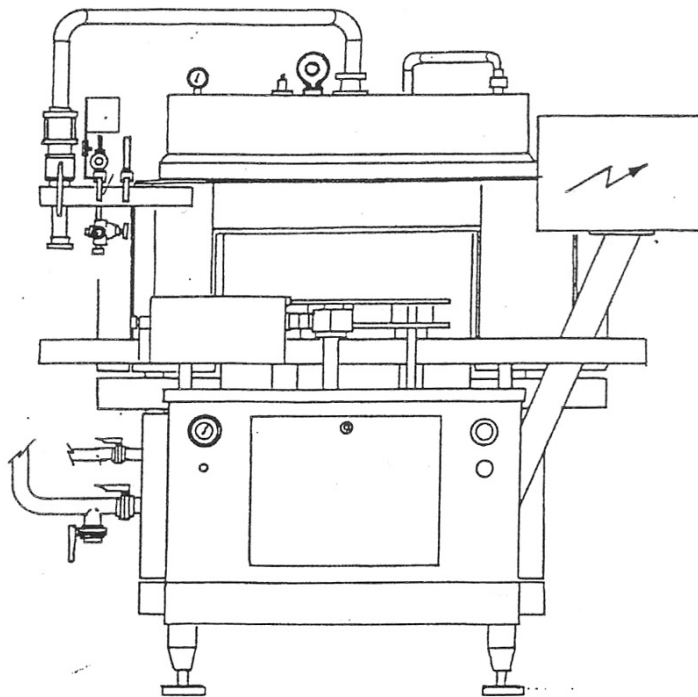


Рисунок 1.1 – Фасувальна машина марки ВС-40

Технологічний цикл роботи машини відбувається наступним чином: пляшка надходить з транспортера на шнеки, переміщується на зірочку та карусель обполіскування, де проходить промивання та передається на карусель розливу. На каруселі розливу пляшка піднімається і притискається до дозатора, відбувається подача вуглекислоти та розлив продукту, після чого скидається тиск та пляшка опускається. Далі пляшка передається на карусель закупорювання, де відбувається закупорювання та видача готової продукції на транспортер.

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічні переваги машини включають високу гігієнічність завдяки використанню ущільнень з харчової гуми, стійкої до гарячих миючих розчинів, точність дозування з мінімальними втратами продукту, збереження якості продукту через запобігання піноутворенню при дотриманні температурного режиму та надійність роботи завдяки захисним системам і блокуванням.

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ:

Технічна продуктивність, пл/год	6000	
Встановлена потужність, кВт	3,25	
Витрата двоокису вуглецю, кг/ч	5	
Витрата води при внутрішньому обполіскуванні, м³/год	0,3	
Витрата води при внутрішньому і зовнішньому обполіскуванні, м³/год	0,9	
Витрата повітря, м³/год	0,1	
Габаритні розміри, мм, не більше	Довжина	4400
	Ширина	7600
	Висота	2300
Маса, кг, не більше	6750	

1.2. Аналіз літературних джерел щодо об'єкта проєктування.

Сучасні розливочні машини мають велике значення у харчовій промисловості. Зростаючий попит на мінеральну воду вимагає нарощування виробничих потужностей. Сучасне обладнання забезпечує вищу продуктивність, безпеку та надійність роботи.

Розливочна машина РГМ-3 призначена для розливу газованої води за рівнем в ізобаричних умовах. Конструкція включає виносний привід на окремій рамі, з'єднаний карданним валом. Приводний механізм складається з електродвигуна та пневмофрикційної муфти.

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Машина оснащена ротором з пневматичним механізмом підйому пляшок та резервуаром з розливочними кранами. Турнікетний пристрій забезпечує відділення пляшок та їх перенесення між транспортером і ротором.

Резервуар та трубопровід подачі рідини обладнані оглядовим склом та манометрами для контролю рівня та тиску. Трубопровід стиснутого повітря забезпечує роботу пневмомуфти та циліндрів. Він містить блокувальний пристрій для автоматичного зупинення при збоях, пускову штангу та манометр.

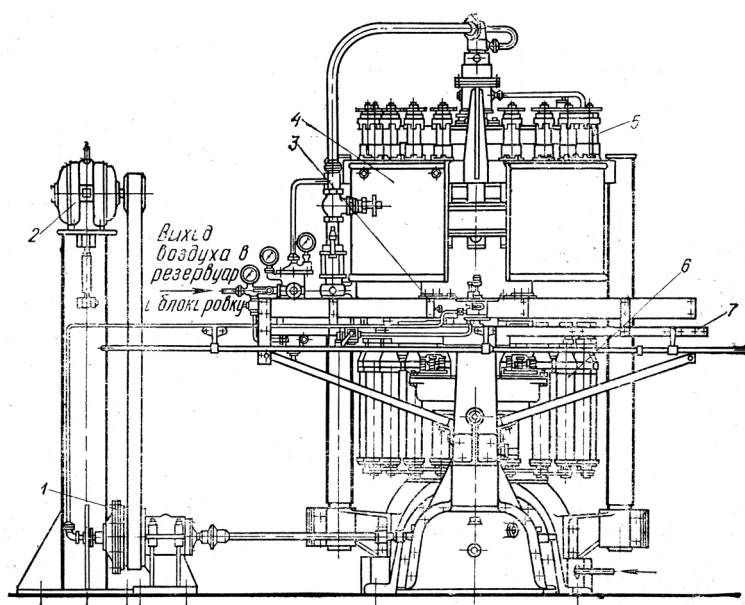


Рисунок 1.2.- Розливочна машина марки РГМ-3:

1 – пневматична фрикційна муфта; 2- основний електричний двигун; 3- турнікетний елемент; 4-карусель; 5-дозатори; 6-піднімальні елементи; 7- транспортер.

Технічна характеристика розливочної машини марки РГМ-3

Продуктивність, пляшок за годину	3100
Число розливочних устроїв	20
Припустиме відхилення рівня наповнення, від номінального значення, мм	±10
Тиск у резервуарі, МПа	0,18-0,25
Тиск стерильного повітря чи диоксиду вуглецю, МПа	0,18-0,4
Тиск стиснутого повітря в піднімальних циліндрах, МПа	0,25-0,5

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Витрата стиснутого повітря, м ³ /год	12,5
Потужність електродвигуна, кВт	1,5
Габаритні розміри, мм	
довжина	2100
ширина	1500
висота	2200
Маса, кг	1800

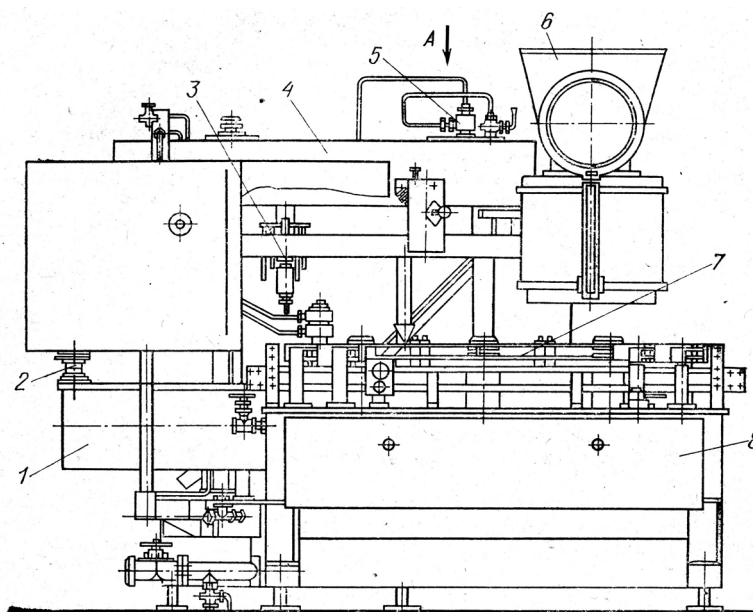


Рисунок 1.3.- Розливочно-закупорювальний блок марки РЗ-ВМБ-40/6:
1-головна карусель розливу; 2-піднімальний елемент; 3- дозатор; 4-головний резервуар; 5 - кнтроль тиску та рівня; 6- закупорювальний блок; 7-турнікет; 8- основа.

Розливочно-закупорювальний блок марки РЗ-ВМБ-40/6 призначений для розливу мінеральної води в пляшки та їх подальшого закупорювання. Агрегат являє собою єдину конструкцію, що складається з розливочної машини та закупорювального автомата, які змонтовані на спільній станині та працюють від одного приводу.

На станині блоку встановлені розливна частина з каруселлю, закупорювальний автомат, привідний механізм та турнікетна група. Розливна

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

карусель приводиться в рух за допомогою шестерного приводу та оснащена пневмомеханічними підймальними пристроями для пляшок. Передача пляшок між автоматами здійснюється через турнікетну зірочку, що забезпечує плавний та безперервний технологічний процес. Закупорювальна частина блоку має головку, конструктивно схожу на закупорювальний автомат У-6, що забезпечує надійне закупорювання пляшок після розливу. Спільний привід обох компонентів гарантує синхронну роботу всього обладнання та високу продуктивність технологічного процесу.

Технічна характеристика блоку марки РЗ-ВМБ-40/6

Продуктивність технічна, пляшок за годину	6000
Число робочих органів блоку	
розливочних пристроїв	40
закупорювальних патронів	6
Робочий тиск у резервуарі блока, МПа	0,18—0,25
Тиск повітря в пневматичних піднімальних циліндрах, МПа	0,25—0,35
Витрата очищеного повітря чи СО ₂ для створення протитиску, м ³ /год	2
Витрата повітря в пневматичних піднімальних циліндрах і для подачі гвинтових коппачків в закупорювальні патрони, м ³ /год	6
Потужність електродвигуна, кВт	2,2
Частота обертання вала, об/хв	1440
Відстань від підлоги до рівня транспортеру, мм	960—1200
Габаритні розміри, мм	
довжина	2680
ширина	2240
висота	2480
Маса, кг	3100

Автоматична розливна машина АРМ-1.0.01.02 розроблена для точного та ефективного розливу як газованих, так і негазованих напоїв. Вона може фасувати рідини у скляні або пластикові пляшки об'ємом від 0,25 до 3 літрів.

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Ця машина пропонує гнучкість у методах дозування: продукт може наливатися за рівнем або за об'ємом. Тип і форма пляшок повністю залежать від ваших потреб — ви визначаєте їх на етапі замовлення обладнання.

Особливістю конструкції АРМ-1.0.01.02 є система, яка гарантує розлив продукту лише за наявності пляшки під фасувальним патроном. Це запобігає розливу рідини "в повітря" і значно зменшує втрати. Крім того, якщо під час процесу буде виявлено пошкоджену або нестандартну пляшку, система автоматично припинить наповнення. Це допомагає уникнути марних витрат продукту та підтримує чистоту обладнання.

Машина оснащена двокамерною системою, яка забезпечує мікробіологічно чисте фасування з мінімальним вмістом кисню. Це дозволяє зберегти якість продукту та продовжити термін його придатності. Усі елементи машини, що контактують з продуктом, виготовлені з корозійностійких сталей, які є нейтральними до харчових продуктів та миючих розчинів і не впливають на якість та збереженість фасованого продукту.



Рисунок 1.4.- Автоматична розливочна машина марки АРМ-1.0.01.02

Технічна характеристика

Технічна продуктивність, літрів / год : до 5000

Кількість дозувальних пристроїв, шт. 24

Встановлена потужність, кВт, не більше 2,2

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрата електроенергії за 1 годину, кВт 2,1

Витрата води, м³ / ч, не більше 1,0

Витрата стисненого повітря, м³ / ч, не більше 3,0

Протитиск при Р = 5 кг/см²

- СО₂, кг / год 7

- стиснене повітря, м³ / ч 9

Габаритні розміри, мм, не більше:

довжина 2000

ширина 1700

висота 2200

Маса, кг 2800

Коефіцієнт автоматизації, не менш 0,92

Середній ресурс до капітального ремонту, год, не менше 10000



Рисунок 1.5.- Моноблок розливу та закупорювання газованої води LDG-40.12

Моноблок розливу та закупорювання газованої води марки LDG-40.12 являє собою високопродуктивне автоматичне обладнання, що поєднує в собі дві основні технологічні операції: розлив газованих рідин та закупорювання пляшок. Це обладнання спеціально розроблене для роботи з ПЕТ-пляшками різного

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

об'єму від 0,25 до 2,0 літрів, що дозволяє використовувати його для виробництва широкого асортименту газованих напоїв.

Основною перевагою моноблоку є його компактна конструкція, яка об'єднує два технологічні процеси в одному агрегаті. Це значно економить виробничу площу, спрощує обслуговування обладнання та забезпечує більш стабільний технологічний процес завдяки мінімізації переміщення пляшок між окремими машинами.

Продуктивність моноблоку становить 6000 пляшок на годину, що робить його оптимальним рішенням для середніх та великих підприємств з виробництва газованих напоїв. Висока швидкість роботи досягається завдяки точно налагодженій синхронізації всіх робочих вузлів та автоматизації технологічного процесу.

Обладнання забезпечує якісний розлив газованих рідин із збереженням їх властивостей та надійне закупорювання пляшок, що гарантує герметичність упаковки та тривалий термін зберігання готової продукції.

Технічна характеристика

Продуктивність (1,5 л), мінеральна вода 6000 пл / год

Продуктивність (1,5 л) солодка вода до 6000 пл / год (залежить від складу сиропу)

Продуктивність (1л) мінеральна вода пл/ год 8000

Продуктивність (0,5 л) мінеральна вода пл / год 12000

Кількість розливних головок 40 шт.

Кількість закупорювальних головок 12 шт.

Висота пляшки 150-320 мм

Діаметр пляшки 50-120 мм

Тиск CO₂ 2-3 бар

Робочий тиск повітря 6 бар

Витрата повітря 60 м³/год

Встановлена потужність, кВт 8

Напруга мережі та частота 380/50 В

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Габаритні розміри (Д х Ш х В) мм 3050x2800x2700

Маса, кг 5000

1.3. Постановка завдань кваліфікаційної роботи

Метою кваліфікаційної роботи є підвищення надійності та ефективності роботи приводу транспортера пляшок фасувальної машини марки ВС-40 шляхом оптимізації його конструкції, проведення необхідних розрахунків та розробки раціональних методів ремонту. Актуальність обраної теми обумовлена високими вимогами до безперебійності та продуктивності фасувальних ліній, де привід транспортера є одним з найбільш навантажених і відповідальних вузлів. Проблеми, пов'язані з його експлуатацією, такі як знос підшипників, зубчастих передач, ланцюгів або стрічок, викликані постійними динамічними навантаженнями, абразивним впливом та недостатнім змащуванням, призводять до частих простоїв обладнання, зниження продуктивності та значних витрат на ремонт.

Для досягнення поставленої мети в роботі необхідно вирішити наступні технічні задачі.

Провести детальний аналіз конструктивних особливостей приводу транспортера пляшок фасувальної машини марки ВС-40, виявити типові несправності, їх причини та наслідки для роботи машини.

Виконати інженерні розрахунки ключових елементів з урахуванням діючих навантажень та умов експлуатації.

Розробити технологію ремонту та відновлення зношених деталей приводу транспортера, що включає методи діагностики, демонтажу, відновлення поверхонь, збирання та налагодження, з урахуванням сучасних методів ремонту та відновлення деталей машин.

Запропонувати заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Обґрунтування конструкції і розрахунки

2.1. Загальний опис конструкції, принцип роботи фасувальної машини марки BC-40

Машина призначена для розливу газованих напоїв та мінеральної води в поліетилентерефталатові (ПЕТ) пляшки об'ємом від 250 до 2000 см³. Обладнання оснащено спеціальним пристроєм піногасіння, що дозволяє ефективно працювати з сильнопінистими напоями без втрати якості продукту.

Машина виконує повний цикл технологічних операцій: завантаження порожніх пляшок на карусель розливу, надійне захоплення пляшок під горловину, точний розлив продукту з дозуванням за рівнем, витримку продукту для стабілізації, контрольований скид тиску та передачу наповнених пляшок на транспортер для подальшої обробки.

Корпус машини, огороження та панель управління виготовлені з нержавіючої сталі, що забезпечує високі санітарно-гігієнічні стандарти. Всі вузли та деталі виконані з матеріалів, що дозволяють якісне миття та дезінфекцію обладнання. Пляшки переміщуються за допомогою зірочок, оснащених захисними муфтами та аварійними вимикачами для забезпечення безпечної роботи.

Карусель розливу є основним робочим вузлом машини. Резервуар для напою виготовлений з нержавіючої сталі з можливістю автоматичного миття та дезінфекції через систему трубопроводів. Рівень рідини в резервуарі контролюється автоматично за допомогою електричних датчиків, що забезпечує стабільність технологічного процесу.

Пляшки піднімаються та притискаються до дозувально-наповнювальних вузлів спеціальним безповітряним механізмом. Дозувально-наповнювальні вузли керуються кулачковим механізмом та забезпечують точне дозування продукту за рівнем.

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Клебанович О.В.			2. Обґрунтування конструкції і розрахунки			Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Ворожук В.Я.								18	
Реценз.								гр. МО-41			
Н. Контр.		Ворожук В.Я.									
Затверд.		Вітенько Т.М.									

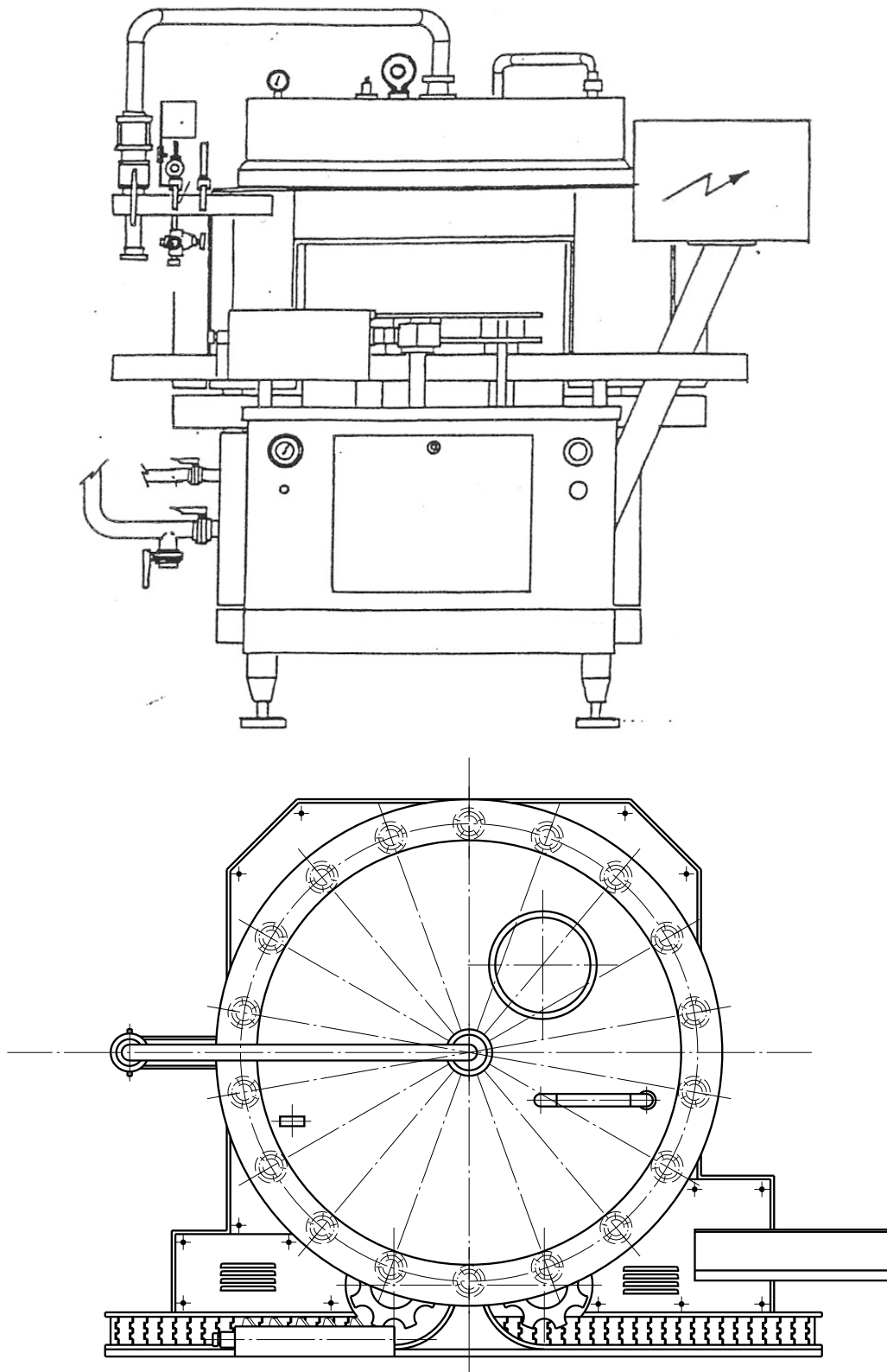


Рисунок 2.1.- Машина розливу марки ВС-40

Рівень наповнення легко регулюється зміною довжини газової трубки. Система розливу оснащена електронним блокуванням "немає пляшки - немає розливу", що запобігає втратам продукту.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ 057.00.00.000 ПЗ

Арк.

19

Процес розливу напоїв на машині відбувається автоматично і включає декілька ключових етапів, від подачі порожніх пляшок до їхнього наповнення та підготовки до закупорювання.

Все починається з того, що чисті пляшки подаються по конвеєру до спеціальної зірочки. Ця зірочка захоплює пляшки та встановлює їх у потрібне положення під підйомними циліндрами каруселі. Далі циліндри піднімають пляшки до дозаторів, де вони щільно приєднуються до них за допомогою спеціальних ущільнювачів, забезпечуючи герметичність.

Спочатку машина відкриває газовий клапан. Це дозволяє газовій суміші з резервуара надійти в пляшку, вирівнюючи тиск всередині пляшки з тиском у резервуарі. Як тільки тиск стає однаковим, автоматично відкривається клапан наповнювача. Напій починає текти в пляшку через простір між горловиною пляшки та газовою трубкою.

Завдяки особливій конусній формі газової трубки, напій подається по стінці пляшки тонкою плівкою. Це запобігає утворенню піни під час наповнення. При цьому суміш повітря та вуглекислого газу, що була в пляшці, витісняється назад у резервуар через газову трубку.

Коли рівень напою досягає отвору на кінці газової трубки, розлив автоматично припиняється. Після цього газовий клапан закривається, і тиск з пляшки поступово та контрольовано скидається в атмосферу. Наповнені пляшки опускаються, вивільняються з-під дозаторів і за допомогою зірочки передаються на конвеєр, який доставляє їх до машини для закупорювання.

Машина оснащена системою контролю, яка включає датчик розриву пляшки. Цей датчик постійно перевіряє наявність рідини в пляшці. Якщо виявляється пошкоджена або нестандартна пляшка, система автоматично припиняє подачу газу, що запобігає втратам продукту та підтримує стабільний тиск у резервуарі.

Всі частини, що контактують з напоєм, виготовлені з харчової гуми. Цей матеріал стійкий до миття та дезінфекції гарячими розчинами, що забезпечує гігієнічність процесу. Фасувальні пристрої розроблені так, щоб мінімізувати втрати продукту та гарантувати точне дотримання рівня наливання. Якщо

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підтримується правильна температура продукту, піноутворення під час подачі та розливу практично відсутнє.

2.2. Аналіз структури фасувальної машини марки ВС-40

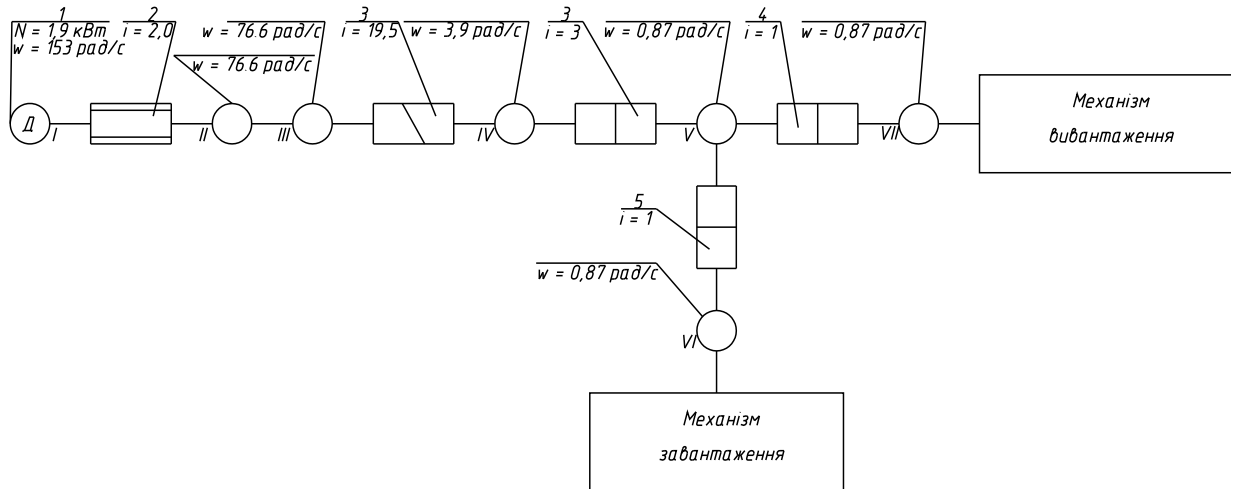


Рисунок 2.2. - Структурна схема фасувальної машини марки ВС-40.

Основним технологічним процесом, який виконує розливна машина, є точне дозування та наповнення ПЕТ-пляшок мінеральною водою. Цей процес забезпечує якісне фасування продукту з дотриманням заданих параметрів об'єму та рівня наповнення.

Технологічний цикл починається з подачі попередньо вимитих пляшок, які проходять через контрольну зірочку для перевірки їх придатності до наповнення. Після контролю пляшки захоплюються входною турнікетною зірочкою та встановлюються на спеціальні столики піднімальних циліндрів фасувальної каруселі.

Під час обертання каруселі відбувається основний робочий цикл: ПЕТ-пляшки піднімаються піднімальними циліндрами у верхнє робоче положення, де здійснюється їх герметичне з'єднання з дозувально-наповнювальними пристроями. У цьому положенні відбувається контрольоване наповнення пляшки заданою дозою мінеральної води згідно з встановленими технологічними параметрами.

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після завершення процесу наповнення та витримки, необхідної для стабілізації продукту, пляшки під дією копірного механізму опускаються у нижнє положення. При цьому вони виходять з-під центруючого пристрою дозувально-наповнювальних вузлів, звільняючись від герметичного з'єднання з системою розливу.

Наповнені пляшки за допомогою вихідної транспортної зірочки знімаються з фасувальної каруселі та передаються на пластинчастий транспортер, який транспортує їх до наступної технологічної операції - машини закупорювання. Така організація технологічного процесу забезпечує безперервність виробничого циклу та високу продуктивність обладнання.

Привідна система машини має складну багатоступеневу структуру, яка забезпечує точну синхронізацію всіх робочих вузлів. Схема приводу включає електричний двигун як джерело енергії, пасову передачу для первинного зниження обертів та плавності роботи, ланцюгову передачу для надійної передачі крутного моменту, систему зубчастих прямозубих циліндричних та конічних передач для розподілу руху між різними вузлами, червячні передачі для точного позиціювання, а також безпосередньо робочі органи - карусель з дозувально-наповнювальними пристроями.

Така кінематична схема забезпечує оптимальне співвідношення швидкості, точності та надійності роботи всього технологічного комплексу, дозволяючи досягти високої якості фасування продукції при мінімальних втратах та максимальній продуктивності обладнання.

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3. Розрахунок робочого циклу фасувальної машини марки ВС-40

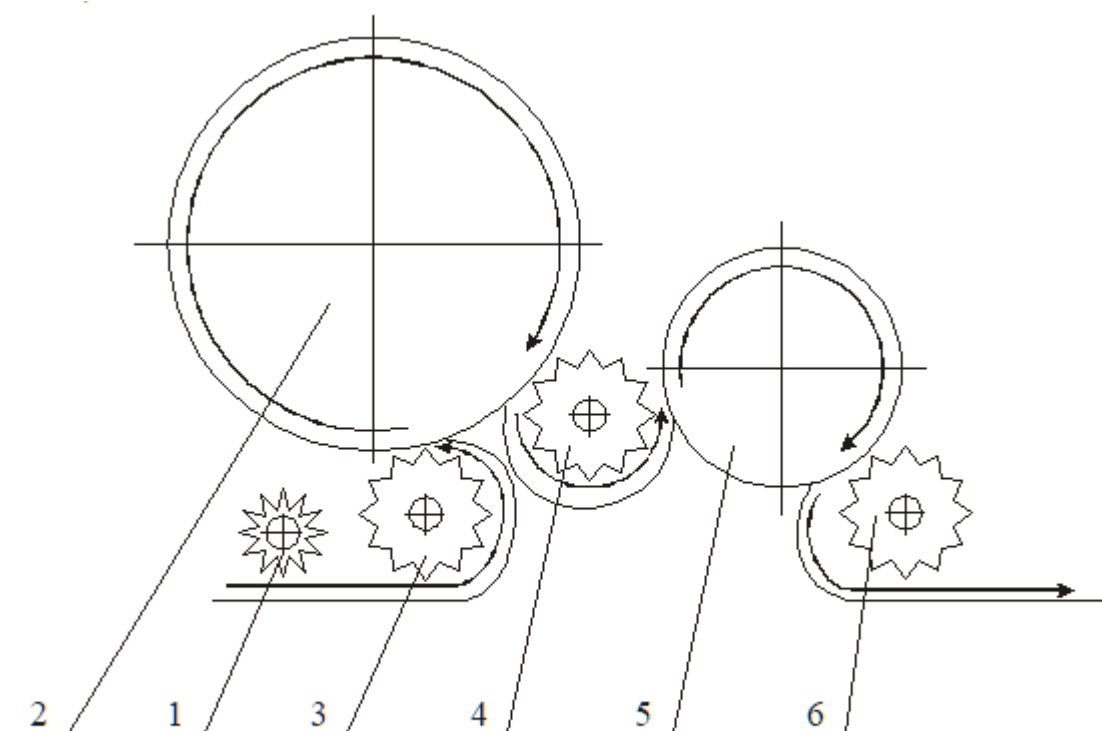


Рисунок 2.3.- Схема розміщення століків і каруселей фасувальної і закупорювальної машини:

1 - розділююча зірочка; 2 - карусель фасування; 3 - подаюча зірочка; 4 - проміжна зірочка; 5 - карусель закупорення; 6 - вивантажувальна зірочка.

Структуру циклу роботи машини утворюють наступні операції: встановлення пляшки на столик, піднімання пляшки зі столиком, наповнення пляшки, опускання столика, передача на блок укупорювання, там: опускання закупорювального патрона, закупорення, піднімання патрона, виведення пляшки із закупорювальної машини. Дані дві групи операцій доцільно зробити паралельними, а привід-спільним.

При формуванні структури циклу доцільно визначальною вибрати роботу каруселі закупорення, де в свою чергу основною є операція наповнення. Розрахуємо необхідний час на наповнення:

Середня висота напору з дозатора до кінця наповнювальної трубки:

$$H := 0.23 \quad (\text{м})$$

Об'єм пляшки: $V := 0.5 \quad (\text{л})$

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

$$\phi := 0.98 \quad g := 9.81 \quad (\text{м/с}^2)$$

Швидкість витікання рідини: $w := \phi \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} \quad w = 2.082 \quad (\text{м/с})$

Геометричні параметри трубки:

діаметр отвору: $d_{tr} := 0.015 \quad (\text{м})$

діаметр трубки: $\delta_{tr} := 0.012 \quad (\text{м})$

Площа поперечного перерізу каналу для рідини:

$$F := \frac{\pi}{4} \cdot (d_{tr}^2 - \delta_{tr}^2) \quad F = 6.362 \times 10^{-5} \quad (\text{м}^2)$$

Секундна витрата рідини: $V' := w \cdot F \quad V' = 1.324 \times 10^{-4} \quad (\text{м}^3)$

Тривалість наповнення однієї пляшки: $\tau := \frac{0.001 \cdot V}{V'} \quad \tau = 3.775 \quad (\text{с})$

Частота обертання каруселі із 12 фасувальними патронами при продуктивності 6000 пл/год складає:

$$n := \frac{6000}{12 \cdot 3600} \quad n = 0.139 \quad \left(\frac{1}{\text{с}} \right)$$

Кутова швидкість обертання: $\omega_{\Phi} := 2 \cdot (\pi \cdot n) \quad \omega_{\Phi} = 0.873 \quad (\text{рад/с})$

Тривалість одного повного оберта каруселі:

$$t := \frac{1}{n} \quad t = 7.2 \quad (\text{с})$$

Тривалість перебування пляшки на каруселі фасування:

$$t_{\Phi} := t \cdot \frac{360 - 40}{360} \quad t_{\Phi} = 6.4 \quad (\text{с})$$

Необхідний кут каруселі для наповнення пляшки:

$$\alpha_H := \frac{\tau}{t} \cdot 360 \quad \alpha_H = 188.767$$

Тривалість наповнення пляшки CO₂ згідно технологічних норм [6] складає:

$$\tau_T := 0.25 \quad (\text{с})$$

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Відповідно необхідний кут повороту каруселі на наповнення газом:

$$\alpha_{\Gamma} := \frac{\tau_{\Gamma}}{t} \cdot 360 \quad \alpha_{\Gamma} = 12.5$$

Загальний кут повороту на наповнення:

$$\alpha_{\text{заг}} := \frac{\tau + \tau_{\Gamma}}{t} \cdot 360 \quad \alpha_{\text{заг}} = 201.267$$

Приймаємо кут наповнення $\alpha_{\text{заг}} := 147$

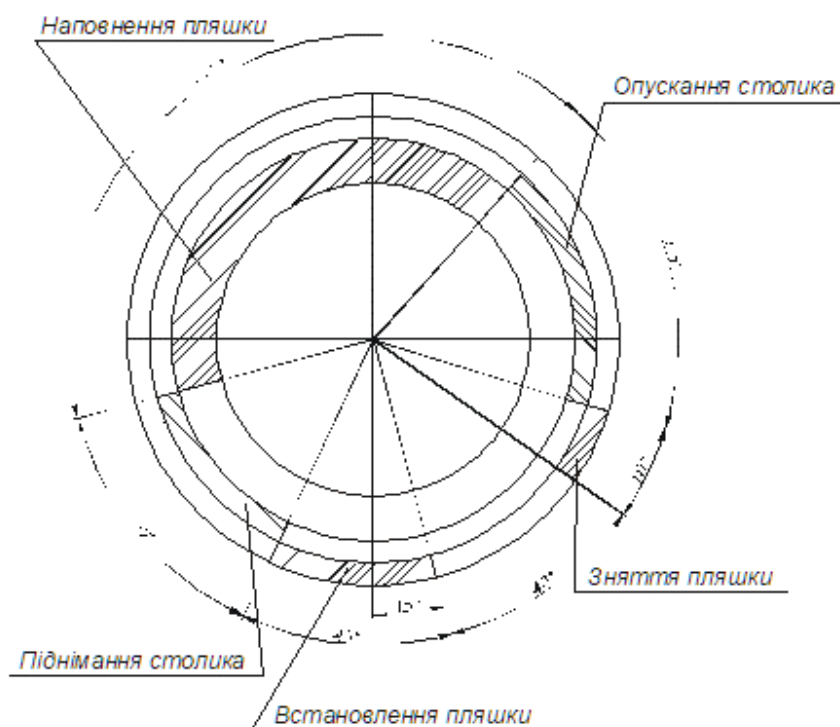


Рисунок 2.4.- Циклограма роботи фасувального агрегату.

Сумарна тривалість наповнення:

$$\tau_{\text{заг}} := \frac{\alpha_{\text{заг}}}{360} \cdot t \quad \tau_{\text{заг}} = 2.94 \quad (\text{с})$$

Подольша поопераційна розбивка циклу роботи фасувального агрегату представлена на на рисунку 2.4.

Тривалість встановлення пляшки на столик:

$$t_1 := t \cdot \frac{40}{360} \quad t_1 = 0.8 \quad (\text{с})$$

Тривалість піднімання столика:

$$t_2 := t \cdot \frac{50}{360} \quad t_2 = 1 \quad (c)$$

Тривалість вистоювання

$$t_3 := \tau_{\text{заг}} \quad t_3 = 2.94 \quad (c)$$

Тривалість опускання столика:

$$t_4 := t \cdot \frac{65}{360} \quad t_4 = 1.3 \quad (c)$$

Тривалість зняття пляшки зі столика:

$$t_5 := t \cdot \frac{18}{360} \quad t_5 = 0.36 \quad (c)$$

Холостий пробіг:

$$t_6 := t \cdot \frac{40}{360} \quad t_6 = 0.8 \quad (c)$$

Перевірка.

$$t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 = 7.2 \quad (c)$$

$$t = 7.2 \quad (c)$$

Лінійна швидкість пляшки:

$$v = \frac{\pi \cdot D}{t}$$

ââ D := 1 м - діаметр розміщення центра пляшки.

$$v := \frac{\pi \cdot D}{t} \quad v = 0.436 \quad \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

2.4. Розрахунок потрібної потужності для фасувальної машини марки ВС-40

Для приведення в рух каруселі фасування необхідно подолати момент тертя в опорі.

Також необхідно затратити енергію на роботу подаючих зірочок і роботу знімаючих зірочок.

Карусель фасування масою $m_{\Phi} := 895$ кг опирається на упорний підшипник 8132 ГОСТ 7872-89 із діаметром розміщення кульок

$d := 0.165$ (м). Коефіцієнт тертя 0.1.

Коефіцієнт витрат потужності на піднімання столиків приймають 7,4

Необхідний момент на приведення в рух каруселі:

$$T_{\Phi} := 7.4 \cdot 0.1 \cdot m_{\Phi} \cdot 9.81 \cdot \frac{d}{2} \quad T_{\Phi} = 536.016 \quad (\text{Н*м})$$

Необхідна потужність:

$$N_{\Phi} := \frac{T_{\Phi} \cdot \omega_{\Phi}}{1000} \quad N_{\Phi} = 0.468 \quad (\text{кВт})$$

Робота подаючої зірочки заключається у транспортуванні порожніх пляшок масою $m_{\text{пл}} := 0.350$ (кг). Діаметр кола транспортування:

$d_{3.\text{пл}} := 0.34$ (м). Коефіцієнт тертя пластику по сталі рівний 0,5.

Одночасно транспортуються 4 пляшки.

Частота обертання зірочки із 12-ма секціями при продуктивності 6000 пл/год складає:

$$n_{\text{зв}} := \frac{6000}{12 \cdot 3600} \quad n = 0.139 \quad \left(\frac{1}{\text{с}} \right)$$

Кутова швидкість обертання: $\omega_{3.\text{пл}} := 2 \cdot (\pi \cdot n) \quad \omega_{3.\text{пл}} = 0.873$ (рад/с)

Необхідний момент на приведення в рух зірочки

$$T_{3.\text{пл}} := 4 \cdot \left(0.5 \cdot m_{\text{пл}} \cdot 9.81 \cdot \frac{d_{3.\text{пл}}}{2} \right) \quad T_{3.\text{пл}} = 1.167 \quad (\text{Н*м})$$

Необхідна потужність:

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

$$N_{з.пл} := \frac{T_{з.пл} \cdot \omega_{з.пл}}{1000} \quad N_{з.пл} = 1.019 \times 10^{-3} \quad (\text{кВт})$$

Розподіляючу зірочку та вивантажуючу зірочку розраховуємо так же із врахуванням того, що маса пляшки більша на 0,5 кг.

$$m_{пл} := 0.850 \quad (\text{кг}).$$

Необхідний момент на приведення в рух зірочки

$$T_{рв.пл} := 4 \cdot \left(0.5 \cdot m_{пл} \cdot 9.81 \cdot \frac{d_{з.пл}}{2} \right) \quad T_{рв.пл} = 2.835 \quad (\text{Н*м})$$

Необхідна потужність:

$$N_{рв.пл} := \frac{T_{рв.пл} \cdot \omega_{з.пл}}{1000} \quad N_{рв.пл} = 2.474 \times 10^{-3} \quad (\text{кВт})$$

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.5. Кінематичний розрахунок фасувальної машини марки ВС-40

Кінематична схема розливної машини побудована за принципом послідовної передачі крутного моменту від одного джерела енергії до всіх робочих вузлів обладнання. Така організація приводу забезпечує синхронну роботу всіх механізмів та точне дозування продукту.

Рух у системі починається від електродвигуна 1, який є основним джерелом механічної енергії для всього обладнання. Крутний момент від електродвигуна 1 передається через клинопасовий варіатор, що складається з ведучого шківa 2 та веденого шківa 3. Використання клинопасового варіатора дозволяє плавно регулювати швидкість обертання та забезпечує м'який пуск обладнання, що важливо для роботи з крихкими ПЕТ-пляшками.

Від клинопасового варіатора 2-3 крутний момент надходить до черв'ячного редуктора, який складається з червяка 4 та черв'ячного колеса 5. Черв'ячний редуктор виконує функцію значного зниження частоти обертання та одночасного збільшення крутного моменту, що необхідно для забезпечення потужності, достатньої для приводу всіх робочих механізмів машини.

З вихідного валу черв'ячного редуктора 4-5 крутний момент передається на центральну розподільну шестерню 6, яка виконує роль головного розподільчого вузла кінематичної схеми. Ця шестерня забезпечує одночасну передачу руху до всіх основних робочих механізмів машини.

Від центральної шестерні 6 приводиться в рух шестерня приводу каруселі фасування 7, яка забезпечує обертання основного робочого органу машини - фасувальної каруселі з дозувально-наповнювальними пристроями. Швидкість обертання каруселі визначає продуктивність всього обладнання та час, відведений на наповнення кожної пляшки.

Одночасно від тієї ж центральної шестерні 6 отримують рух транспортні зірочки 10, 11 та 13, які забезпечують подачу порожніх пляшок на карусель фасування, їх переміщення між робочими позиціями та видачу наповнених пляшок на подальшу обробку. Синхронізація роботи транспортних зірочок з

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

каруселлю фасування є критично важливою для безперебійного функціонування всього технологічного процесу.

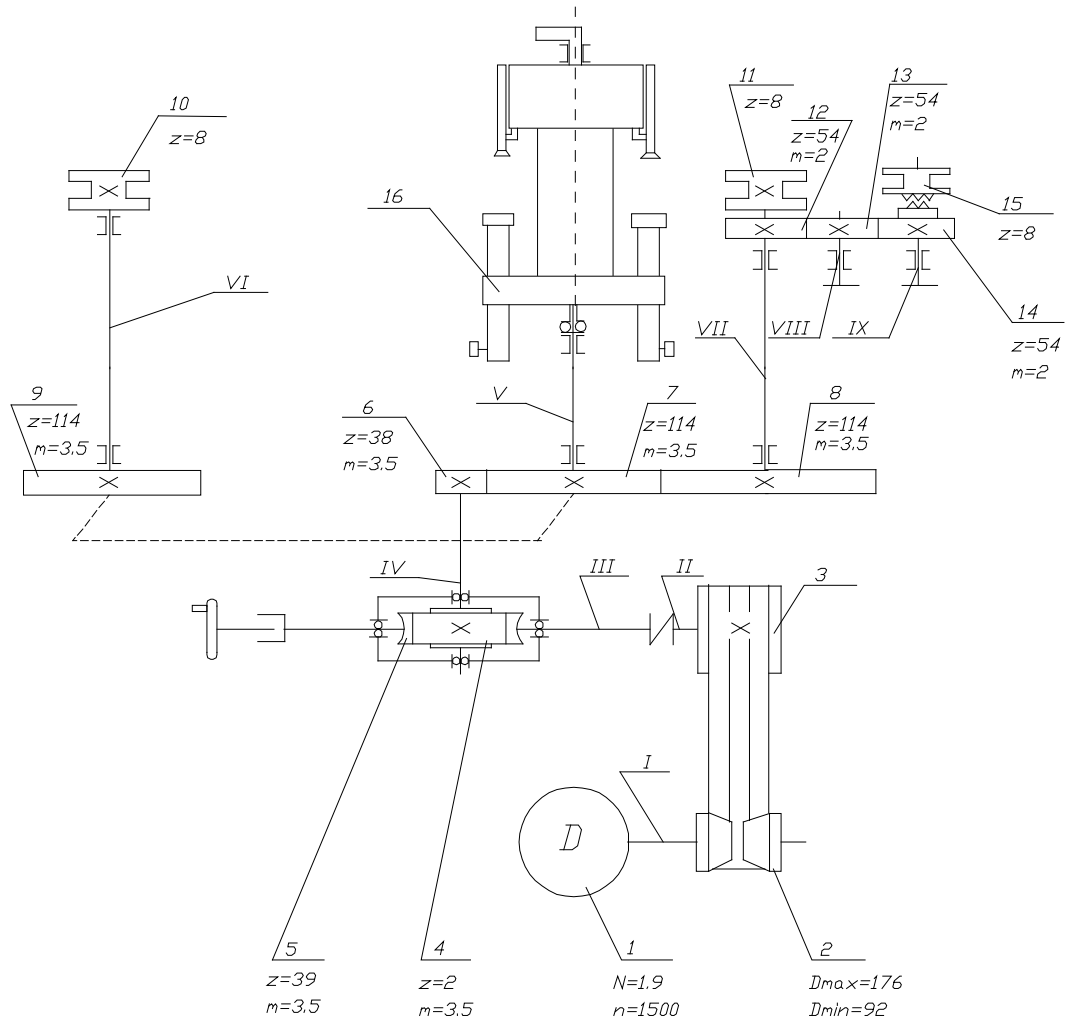


Рисунок 2.5. - Кінематична схема фасувальної машини марки ВС-40.

Розрахуємо основні параметри кінематичної схеми машини.
Вихідні дані:

Частота обертання двигуна $\omega_{\text{ДВ}} := \frac{1463 \cdot \pi}{30}$ $\omega_{\text{ДВ}} = 153.205$ (рад/с)

Передаточне число варіатора $u_{\text{I...II}} := 2$

Передаточне число редуктора $u_{\text{III...IV}} := 19.5$

Необхідне передаточне число пари привідне колесо-наповнюючий стіл:

$$u_{\text{IV...V}} := \frac{\omega_{\text{ДВ}}}{u_{\text{I...II}} \cdot u_{\text{III...IV}} \cdot \omega_{\text{ф}}} \quad u_{\text{IV...V}} = 4.502$$

Необхідне передаточне число пари наповнючий стіл-подаюча зірочка:

$$u_{V...VI} := \frac{\omega_{дв}}{u_{I...II} \cdot u_{III...IV} \cdot u_{IV...V} \cdot \omega_{з.пл}} \quad u_{V...VI} = 1$$

$$u_{V...VII} := \frac{\omega_{дв}}{u_{I...II} \cdot u_{III...IV} \cdot u_{IV...V} \cdot \omega_{з.пл}} \quad u_{V...VII} = 1$$

Приведення в рух вивантажувальної зірочки здійснюється від проміжної зірочки через допоміжне зубчасте колесо 13. Оскільки їх частоти обертання повинні бути однаковими, то відповідно передаточні числа по валах:

$$u_{VII...VIII} := 1$$

$$u_{VIII...IX} := 1$$

Розрахуємо необхідну для приведення в рух машини потужність.

К.к.д. підшипника: $\eta_{підш} := 0.98$ [3]

К.к.д. циліндричної передачі $\eta_{ц.пер} := 0.85$ [3]

К.к.д. черв'ячного редуктора $\eta_{ч.ред} := 0.7$ [3]

К.к.д. варіатора $\eta_{вар} := 0.67$ [3]

Передана передачею на валу IX потужність:

$$N_{IX} := \frac{N_{рв.пл}}{\eta_{підш}^2} \quad N_{IX} = 2.576 \times 10^{-3} \text{ (кВт)}$$

Частота обертання вала IX:

$$\omega_{IX} := \omega_{з.пл} \quad \omega_{IX} = 0.873 \text{ (рад/с)}$$

Крутний момент:

$$T_{IX} := \frac{N_{IX} \cdot 1000}{\omega_{IX}} \quad T_{IX} = 2.952 \text{ (Н*м)}$$

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Передана передачею на валу VIII потужність:

$$N_{VIII} := \frac{N_{IX}}{\eta_{підш}^2 \cdot \eta_{ц.пер}} \quad N_{VIII} = 3.156 \times 10^{-3} \quad (\text{кВт})$$

Частота обертання вала VIII:

$$\omega_{VIII} := \omega_{IX} \quad \omega_{VIII} = 0.873 \quad (\text{рад/с})$$

Крутний момент:

$$T_{VIII} := \frac{N_{VIII} \cdot 1000}{\omega_{VIII}} \quad T_{VIII} = 3.616 \quad (\text{Н*м})$$

Передана передачею на валу VII потужність:

$$N_{VII} := \frac{\frac{N_{рв.пл}}{\eta_{підш}^2} + \frac{N_{VIII}}{\eta_{ц.пер}}}{\eta_{підш}} \quad N_{VII} = 6.417 \times 10^{-3} \quad (\text{кВт})$$

Частота обертання вала VII:

$$\omega_{VII} := \omega_{VIII} \quad \omega_{VII} = 0.873 \quad (\text{рад/с})$$

Крутний момент:

$$T_{VII} := \frac{N_{VII} \cdot 1000}{\omega_{VII}} \quad T_{VII} = 7.353 \quad (\text{Н*м})$$

Передана передачею на валу VI потужність:

$$N_{VI} := \frac{N_{з.пл}}{\eta_{підш}^3} \quad N_{VI} = 1.082 \times 10^{-3} \quad (\text{кВт})$$

Частота обертання вала VI:

$$\omega_{VI} := \omega_{з.пл} \quad \omega_{VI} = 0.873 \quad (\text{рад/с})$$

Крутний момент:

$$T_{IX} := \frac{N_{IX} \cdot 1000}{\omega_{IX}} \quad T_{IX} = 2.952 \quad (H^*_{\text{м}})$$

Передана передачею на валу VIII потужність:

$$N_{VIII} := \frac{N_{IX}}{\eta_{\text{підш}}^2 \cdot \eta_{\text{ц.пер}}} \quad N_{VIII} = 3.156 \times 10^{-3} \quad (\text{кВт})$$

Частота обертання вала VIII:

$$\omega_{VIII} := \omega_{IX} \quad \omega_{VIII} = 0.873 \quad (\text{рад/с})$$

Крутний момент:

$$T_{VIII} := \frac{N_{VIII} \cdot 1000}{\omega_{VIII}} \quad T_{VIII} = 3.616 \quad (H^*_{\text{м}})$$

Передана передачею на валу VII потужність:

$$N_{VII} := \frac{\frac{N_{\text{рв.пл}}}{\eta_{\text{підш}}^2} + \frac{N_{VIII}}{\eta_{\text{ц.пер}}}}{\eta_{\text{підш}}} \quad N_{VII} = 6.417 \times 10^{-3} \quad (\text{кВт})$$

Передана передачею на валу IV потужність:

$$N_{IV} := \frac{N_V}{\eta_{\text{ц.пер}}} \quad N_{IV} = 0.595 \quad (\text{кВт})$$

Частота обертання вала IV:

$$\omega_{IV} := \omega_V \cdot u_{IV...V} \quad \omega_{IV} = 3.928 \quad (\text{рад/с})$$

Крутний момент:

$$T_{IV} := \frac{N_{IV} \cdot 1000}{\omega_{IV}} \quad T_{IV} = 151.482 \quad (H^*_{\text{м}})$$

Передана передачею на валу III потужність:

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_{III} := \frac{N_{IV}}{\eta_{ч.ред}} \quad N_{III} = 0.85 \quad (\text{кВт})$$

Частота обертання вала III:

$$\omega_{III} := \omega_{IV} \cdot u_{III...IV} \quad \omega_{III} = 76.603 \quad (\text{рад/с})$$

Крутний момент:

$$T_{III} := \frac{N_{III} \cdot 1000}{\omega_{III}} \quad T_{III} = 11.098 \quad (\text{Н*м})$$

На валу II потужність:

$$N_{II} := N_{III} \quad N_{II} = 0.85 \quad (\text{кВт})$$

Частота обертання вала II:

$$\omega_{II} := \omega_{III} \quad \omega_{II} = 76.603 \quad (\text{рад/с})$$

Крутний момент:

$$T_{II} := \frac{N_{II} \cdot 1000}{\omega_{II}} \quad T_{II} = 11.098 \quad (\text{Н*м})$$

На валу I потужність:

$$N_I := \frac{N_{II}}{\eta_{вар}} \quad N_I = 1.269 \quad (\text{кВт})$$

Частота обертання вала I:

$$\omega_I := \omega_{дв} \quad \omega_I = 153.205 \quad (\text{рад/с})$$

Крутний момент:

$$T_I := \frac{N_I \cdot 1000}{\omega_I} \quad T_I = 8.282 \quad (\text{Н*м})$$

Із врахуванням можливих динамічних перевантажень вибираємо двигун 4A75L4Y3 із наступними параметрами:

Потужність електродвигуна: $N_{е.дв} := 1.5 \quad (\text{кВт})$

Частота обертання $n_{е.дв} := 1463 \quad (\text{об/хв})$

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

2.6. Розрахунок циліндричної передачі приводу каруселі фасування фасувальної машини марки ВС-40

Потужність на ведучому валу $P_1 := 0.595$ кВт при його кутовій швидкості $\omega_{31} := 0.506$ $\omega_{31} = 0.506$ рад/с; передаточне число передачі $u_{36} = u_{IV...V}$ $u_{36} := 3$ передача нереверсивна; режим навантаження середній нормальний (СН); можливі короточасні перевантаження до 200 % від номінального; строк служби передачі $h := 22000$ год.

Параметри навантаження зубчастої передачі

Номінальний обертовий момент на ведучому валу

$$T_{31} = T_{1H} = T_{1F} = \frac{P_1}{\omega_{31}}$$

$$T_{31} := \frac{P_1}{\omega_{31}} \quad T_{31} = 1.176 \text{ (Н*і)} \quad T_{1H} := T_{31} \quad T_{1F} := T_{31}$$

При короточасовому перевантаженні до 200 % максимальний обертовий момент на ведучому валу

$$T_{1\max} := 1.5 \cdot T_{31} \quad T_{1\max} = 1.764 \text{ (Н*м)}$$

Кутова швидкість веденого вала

$$\omega_{32} := 0.873 \quad \omega_{32} = 0.873 \text{ (рад/с)}$$

Сумарне число циклів навантаження зубців шестерні та колеса за строк служби шестерні:

$$N_{\Sigma 1} := 1800 \cdot \omega_{31} \cdot \frac{h}{\pi} \quad N_{\Sigma 1} = 6.378 \times 10^6$$

$$N_{\Sigma 2} := 1800 \cdot \omega_{32} \cdot \frac{h}{\pi} \quad N_{\Sigma 2} = 1.1 \times 10^7$$

Еквівалентні числа циклів навантаження зубців шестерні та колеса для розрахунку на контактну втому N_{HE} і для розрахунків на втому при

згині N_{FE} із коефіцієнтами інтенсивності $K_{HE} := 0.18$ і $K_{FE} := 0.07$
(див [табл. 4.1] для режиму навантаження CH)

$$N_{HE1} := K_{HE} \cdot N_{\Sigma 1} \quad N_{HE1} = 1.148 \times 10^6$$

$$N_{HE2} := K_{HE} \cdot N_{\Sigma 2} \quad N_{HE2} = 1.981 \times 10^6$$

$$N_{FE1} := K_{FE} \cdot N_{\Sigma 1} \quad N_{FE1} = 4.465 \times 10^5$$

$$N_{FE2} := K_{FE} \cdot N_{\Sigma 2} \quad N_{FE2} = 7.703 \times 10^5$$

Матеріали зубчастих коліс.

Для виготовлення шестерні та колеса вибираємо відносно дешеву
леговану сталь 40X із термообробкою - поліпшення [табл. 22.4]. За
даними [табл. 22.3] вибираємо:

для шестерні твердість поверхні зубців $H_1 := 280$ (HB),

$$\sigma_{B1} := 900 \text{ (Н/мм}^2\text{)}, \quad \sigma_{T1} := 750 \text{ (Н/мм}^2\text{)}$$

для колеса твердість поверхні зубців $H_2 := 245$ (HB),

$$\sigma_{B2} := 790 \text{ (Н/мм}^2\text{)}, \quad \sigma_{T2} := 640 \text{ (МПа)}$$

Допустимі напруження для розрахунку зубчастої передачі.

а) допустимі контактні напруження. Границі контактної витривалості
зубців шестерні та колеса [табл. 22.5] будуть такими:

$$\sigma_{Hlimb1} := 2 \cdot H_1 + 70 \quad \sigma_{Hlimb1} = 630 \text{ (МПа)}$$

$$\sigma_{Hlimb2} := 2 \cdot H_2 + 70 \quad \sigma_{Hlimb2} = 560 \text{ (МПа)}$$

Базу випробувань для матеріалу шестерні та колеса визначаємо за
формулою:

$$N_{H01} := 30 \cdot H_1^{2.4} \quad N_{H01} = 2.24 \times 10^7$$

$$N_{H02} := 30 \cdot H_2^{2.4} \quad N_{H02} = 1.626 \times 10^7$$

Оскільки $N_{H01} < N_{HE1}$ і $N_{H02} < N_{HE2}$, то коефіцієнт довго-
вічності для зубів шестерні та колеса $K_{HL} := 1$

Допустимі контактні напруження для зубців шестерні та колеса при
коефіцієнті $Z_R := 1$ (шорсткість поверхонь зубців $R_a := 1.25 \dots 0.63$)

та коефіцієнті запасу $s_H := 1.1$ знаходимо за формулами:

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I\sigma_{IH1} := \sigma_{Hlimb1} \cdot Z_R \cdot \frac{K_{HL}}{s_H} \quad I\sigma_{IH1} = 572.727 \quad (\text{МПа})$$

$$I\sigma_{IH2} := \sigma_{Hlimb2} \cdot Z_R \cdot \frac{K_{HL}}{s_H} \quad I\sigma_{IH2} = 509.091 \quad (\text{МПа})$$

Для зубців передачі розрахункове допустиме контактне напруження:

$$I\sigma_{IH} := 0.45 \cdot (I\sigma_{IH1} + I\sigma_{IH2}) \quad I\sigma_{IH} = 486.818 \quad (\text{МПа})$$

Допустиме граничне контактне напруження

$$I\sigma_{IHmax} := 2.8 \cdot \sigma_{T2} \quad I\sigma_{IHmax} = 1.792 \times 10^3 \quad (\text{МПа})$$

б) Допустимі напруження на згин. Границі витривалості зубців при згині

для баз випробувань $N_{F0} := 4 \cdot 10^6$ [табл.22.6]:

$$\sigma_{Flimb1} := 1.8 \cdot H_1 \quad \sigma_{Flimb1} = 504 \quad (\text{МПа})$$

$$\sigma_{Flimb2} := 1.8 \cdot H_2 \quad \sigma_{Flimb2} = 441 \quad (\text{МПа})$$

Оскільки $N_{F0} < N_{FE1}$ і $N_{F0} < N_{FE2}$, то коефіцієнт довговічності для зубів шестерні та колеса $K_{FL} := 1$

Допустиме напруження на згин для зубців шестерні та колеса при коефіцієнті $K_{Fc} := 1$ (нереверсивна передача) та коефіцієнті запасу $s_F := 2.2$ знаходимо за формулами:

$$I\sigma_{IF1} := \sigma_{Flimb1} \cdot K_{Fc} \cdot \frac{K_{FL}}{s_F} \quad I\sigma_{IF1} = 229.091 \quad (\text{МПа})$$

$$I\sigma_{IF2} := \sigma_{Flimb2} \cdot K_{Fc} \cdot \frac{K_{FL}}{s_F} \quad I\sigma_{IF2} = 200.455 \quad (\text{МПа})$$

Для зубців шестерні та колеса граничне допустиме напруження на згин [5]

$$I\sigma_{IF1max} := 4.8 \cdot \frac{H_1}{s_F} \quad I\sigma_{IF1max} = 610.909 \quad (\text{МПа})$$

$$I\sigma_{IF2max} := 4.8 \cdot \frac{H_2}{s_F} \quad I\sigma_{IF2max} = 534.545 \quad (\text{МПа})$$

Проектний розрахунок передачі. Для проектного розрахунку попередньо беремо коефіцієнт ширини вінця $\psi_{ba} := 0.40$ і відповідно $\psi_{bd} := 0.5 \cdot \psi_{ba} \cdot (u_{зб} + 1)$ $\psi_{bd} = 0.8$

За графіками [3] залежно від ψ_{bd} (симетричне розміщення зубчастих коліс відносно опор валів та твердість $H < 350$ НВ) визначаємо коефіцієнт нерівномірності навантаження по ширині зубчастих вінців, $K_{H\beta} := 1.07$

Допоміжний коефіцієнт $K_a := 430$ (МПа^{1/3}) для сталевих зубчастих коліс. Мінімальна міжосьова віддаль передачі

$$a_{wmin} := K_a \cdot (u_{36} + 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{(T_{1H} \cdot K_{H\beta})}{u_{36} \cdot \psi_{ba} \cdot I_{\sigma I_H}^2}} \quad a_{wmin} = 28.236 \text{ (мм)}$$

вибираємо фактичну міжосьову віддаль $a_w := 260$ (мм).

Число зубців шестерні $z_1 := 38$, а число зубців колеса $z_2 := u_{36} \cdot z_1$

$z_2 = 114$ Вибираємо $z_2 := 114$, тоді фактичне передаточне

$$\text{число} \quad u_{36} := \frac{z_2}{z_1} \quad u_{36} = 3 \quad u_2 := u_{36}$$

Модуль зубців

$$m'_n := \frac{2 \cdot a_w}{z_1 + z_2} \quad m'_n = 3.421 \text{ (мм)}$$

Стандартний модуль зубців $m_n := 3.5$ мм [3].

Попередні значення деяких параметрів передачі.

Ділильні діаметри шестерні та колеса будуть такі:

$$d_1 := m_n \cdot z_1 \quad d_1 = 133 \text{ (мм)}$$

$$d_2 := m_n \cdot z_2 \quad d_2 = 399 \text{ (мм)}$$

Ширина зубчастих вінців

$$b_2 := \psi_{ba} \cdot a_w \quad b_2 = 104 \text{ (мм)}$$

$$b_1 := b_2 + 2 \quad b_1 = 106 \text{ (мм)}$$

Колова швидкість зубчастих коліс

$$v := 0.5 \cdot \omega_{31} \cdot d_1 \cdot 10^{-3} \quad v = 0.034 \text{ м/с}$$

За даними [табл.22.2] вибираємо 8-й ступінь точності ($n_{CT} := 8$) для всіх показників точності зубчастих коліс та передачі.

Еквівалентні числа зубців шестерні та колеса будуть такими:

Коефіцієнт торцевого перекриття:

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\varepsilon_{\alpha} := \left[1.88 - 3.2 \cdot \left(\frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_2} \right) \right] \quad \varepsilon_{\alpha} = 1.768$$

Коефіцієнт осьового перекриття зубів

$$\varepsilon_{\beta} := 0$$

Колова сила у зачепленні зубчастих коліс

$$F_t := \frac{2 \cdot T_{31} \cdot 1000}{d_1} \quad F_t = 17.683 \quad (\text{Н})$$

$$F_{Ht} := F_t \quad F_{Ft} := F_t$$

Розрахунок активних поверхонь зубців на контактну втому

Для розрахунку попередньо визначимо такі коефіцієнти.

Коефіцієнт, який враховує механічні властивості матеріалів зубчастих коліс $Z_M := 275 \text{ (МПа}^{1/2}\text{)}$

Коефіцієнт форми спряжених поверхонь зубців $Z_H := 1.77$

Коефіцієнт сумарної довжини контактних ліній.

$$Z_{\varepsilon} := \sqrt{\frac{4 - \varepsilon_{\alpha}}{3}} \quad Z_{\varepsilon} = 0.863$$

Коефіцієнт, який враховує розподіл навантаження між зубцями [3]

$$K_{H\alpha} := 1.07$$

$$K_{H\beta} = 1.07$$

Коефіцієнт динамічного навантаження $K_{Hv} := 1.03$

Питома розрахункова колова сила

$$w_{Ht} := \frac{F_{Ht}}{b_2} \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{Hv} \quad w_{Ht} = 0.201 \quad (\text{Н/мм})$$

Розрахункове контактне напруження

$$\sigma_H := Z_M \cdot Z_H \cdot Z_{\varepsilon} \cdot \sqrt{\frac{w_{Ht}}{d_1} \cdot \frac{u_{36} + 1}{u_{36}}} \quad \sigma_H = 18.824 \quad (\text{МПа})$$

Напруження менші від допустимих. Стійкість зубців проти втомного викривування забезпечується.

Розрахунок активних поверхонь зубців на контактну міцність

$$\sigma_{Hmax} := \sigma_H \cdot \sqrt{\frac{T_{1max}}{T_{1H}}} \quad \sigma_{Hmax} = 23.055 \quad (\text{МПа})$$

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Напруження менші від допустимих. Контактна міцність забезпечується.

Розрахунок зубців на втому при згині

Розрахункові коефіцієнти будуть такими.

Коефіцієнти форми зубців:

$$Y_{F1} := 4.01 \quad Y_{F2} := 3.61$$

Коефіцієнт перекриття зубців $Y_\epsilon := 1$

Коефіцієнт нахилу зубців $Y_\beta := 1$

Коефіцієнт, який враховує розподіл навантаження між зубцями:

$$K_{F\alpha} := \frac{[4 + (\epsilon_\alpha - 1) \cdot (n_{ст} - 5)]}{4 \cdot \epsilon_\alpha} \quad K_{F\alpha} = 0.891$$

Коефіцієнт нерівності навантаження по ширині зубчастих вінців

$$K_{F\beta} := 1.12$$

Коефіцієнт динамічного навантаження $K_{Fv} := 1.10$

Питома розрахункова колова сила

$$w_{Ft} := \frac{F_{Ft}}{b_2} \cdot K_{F\alpha} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{Fv} \quad w_{Ft} = 0.187 \quad (\text{Н/мм})$$

Розрахункове напруження згину у зубцях шестерні та колеса:

$$\sigma_{F1} := Y_{F1} \cdot Y_\epsilon \cdot Y_\beta \cdot \frac{w_{Ft}}{m_n} \quad \sigma_{F1} = 0.214 \quad (\text{МПа})$$

$$\sigma_{F2} := Y_{F2} \cdot Y_\epsilon \cdot Y_\beta \cdot \frac{w_{Ft}}{m_n} \quad \sigma_{F2} = 0.193 \quad (\text{МПа})$$

Стійкість зубців проти втомного руйнування при згині забезпечується, оскільки розрахункові напруження згину менші від відповідних допустимих напружень.

Розрахунок зубців на міцність при максимальним навантаженням.

За формулою:

$$\sigma_{F1max} := \sigma_{F1} \cdot \frac{T_{1max}}{T_{1F}} \quad \sigma_{F1max} = 0.321 \quad (\text{МПа})$$

$$\sigma_{F2max} := \sigma_{F2} \cdot \frac{T_{1max}}{T_{1F}} \quad \sigma_{F2max} = 0.289 \quad (\text{МПа})$$

Міцність зубів на згин при дії максимального навантаження також забезпечується, оскільки максимальні напруження менші від допустимих.

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок параметрів зубчастої передачі (рисунок 3.4).

Розміри елементів зубців:

висота головки зубця $h_a := m_n$ $h_a = 3.5$ (мм)

висота ніжки $h_f := 1.25 \cdot m_n$ $h_f = 4.375$ (мм)

висота зубця $h := 2.25 \cdot m_n$ $h = 7.875$ (мм)

радіальний зазор $c := 0.25 \cdot m_n$ $c = 0.875$ (мм)

кут профілю зубців $\alpha_n := 20 \cdot \frac{\pi}{180}$

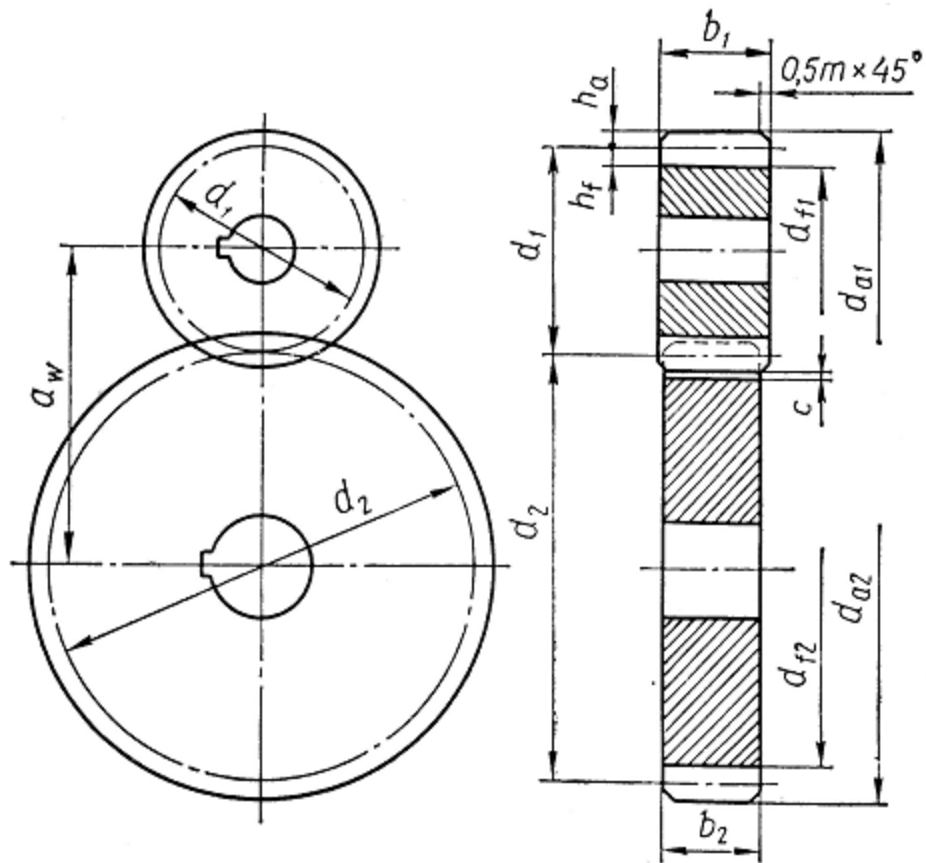


Рисунок 2.6. – Розрахункова схема зубчастої передачі приводу каруселі фасування

Розміри вінців зубчастих коліс:

ділильні діаметри $d_1 = 133$ (і) $d_2 = 399$ (мм)

Ширини вінців: $b_1 = 106$ (і) $b_2 = 104$ (мм)

Діаметри вершин зубців

$$d_{a1} := d_1 + 2 \cdot m_n \quad d_{a1} = 140 \quad (\text{мм})$$

$$d_{a2} := d_2 + 2 \cdot m_n \quad d_{a2} = 406 \quad (\text{мм})$$

Діаметри впадин

$$d_{f1} := d_1 - 2.5 \cdot m_n \quad d_{f1} = 124.25 \quad (\text{мм})$$

$$d_{f2} := d_2 - 2.5 \cdot m_n \quad d_{f2} = 390.25 \quad (\text{мм})$$

Міжосьова віддаль передачі

$$a_w := 0.5 \cdot m_n \cdot (z_1 + z_2) \quad a_w = 266 \quad (\text{мм})$$

Розрахунок сил у зачепленні зубців передачі.

Колова сила $F_t = 17.683 \quad (\text{Н})$

Радіальна сила: $F_r := F_t \cdot \tan(\alpha_n) \quad F_r = 6.436 \quad (\text{Н})$

Осьова сила: $F_a := 0 \quad F_a = 0 \quad (\text{Н})$

3. Технологічні процеси виготовлення, експлуатації та ремонту

3.1. Розроблення технології ремонту фасувальної машини марки ВС-40

3.1.1. Аналіз характерних причини виходу з ладу фасувальної машини марки ВС-40. Розроблення графіка ППР фасувальної машини марки ВС-40

Технічні несправності можуть серйозно порушити нормальну роботу виробничої установки. Вони стають причиною вимушених простоїв, передчасного зношування деталей і механізмів, а також погіршують якість продукції та знижують ефективність усього технологічного процесу.

На роботу машин суттєво впливають зовнішні фактори, такі як вібрації, підвищена вологість та агресивні середовища. Ці умови призводять до попадання забруднень у зазори з'єднань, що значно прискорює зношування деталей. Зношування може бути як природним (планованим), так і аварійним. Своєчасний та якісний ремонт технологічного обладнання є ключовим фактором забезпечення безперервної та стабільної роботи всього виробництва.

Система планово-попереджувальних ремонтів являє собою комплекс організаційних і технічних заходів з нагляду та проведення всіх видів ремонту. Ці заходи виконуються профілактично за заздалегідь розробленим планом з метою забезпечення безперервної роботи обладнання без непередбачених зупинок.

Технічне обслуговування включає щоденний догляд за машинами та неухильне дотримання правил експлуатації. Воно проводиться виробничим і черговим персоналом згідно з посадовими інструкціями, правилами технічної експлуатації та вимогами техніки безпеки і охорони праці.

Планове технічне обслуговування передбачає ретельну перевірку стану деталей і вузлів, що найбільше піддаються зношуванню. Такі періодичні огляди проводить кваліфікований ремонтний персонал у міжремонтні періоди за обов'язкової участі механіка цеху та представника відділу головного механіка.

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Клебанович О.В.			3. Технологічні процеси виготовлення, експлуатації та ремонт			Літ.		Арк.	Аркушів
Перевір.		Ворожук В.Я.								43	
Реценз.								гр. МО-41			
Н. Контр.		Ворожук В.Я.									
Затверд.		Вітенько Т.М.									

Поточний ремонт виконується з частковим розбиранням окремих вузлів у неробочі зміни та вихідні дні. Він включає промивку машин зі зміною мастила, регулювання найбільш навантажених вузлів, заміну деталей з відповідним строком служби, збирання та ретельну перевірку відремонтованих вузлів, а також відновлення антикорозійних покриттів.

Середній ремонт проводиться при значному зношуванні деталей і вузлів. Крім усіх робіт поточного ремонту, він включає ремонт та заміну великих деталей і вузлів, заміну втулок, підшипників і шестерень, точну вивірку та регулювання складальних одиниць, випробування та фарбування машини.

Капітальний ремонт є найбільш комплексним видом ремонту з одночасною заміною великої кількості деталей і вузлів. Він включає повне розбирання та ретельне промивання машини, ремонт або заміну всіх зношених деталей, перевірку фундаментів і станин, повне збирання з подальшою перевіркою працездатності на холостому ходу та під навантаженням.

Позаплановий ремонт проводиться виключно при аваріях машин. У таких випадках обов'язково складається детальний акт про зміст і причини аварії з чітким вказанням винних осіб та переліком конкретних заходів з її ліквідації. Аварійний ремонт виконується як термінова позапланова робота і може мати характер як поточного, так і капітального ремонту залежно від масштабу пошкоджень.

Технічний огляд обладнання включає перевірку габаритних розмірів машини у встановленому положенні, визначення маси машини шляхом зважування, контроль правильності збирання відповідно до конструкторської документації, а також перевірку дотримання вимог техніки безпеки через наявність огорож, захисних кожухів та правильність виконання заземлення.

Розглянемо конкретний приклад фасувальної машини марки ВС-40.

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

BC-40

Головний інженер

№ п/п	Обладнання	Тип, марка	Інвентарний номер	Час вводу в експлуатацію	Останній ремонт в попередньому році		Строк служби чи напрацювання з часу останнього ремонту		Тривалість			План і виконання	
					Вид	Міс	Ремонту	ТО	Ремонтного циклу	Ремонтами	ТО		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
	Машина розливу	BC-40	1						12/4200	3/1050	1/350	Строк служби, міс/год	Планові очіку-вання
												План	
												Виконання	

Напрацювання і види ремонтів і ТО по місяцях і їх трудомісткість												Загальна трудомісткість робіт			
Січе нь	Лют ий	Бере зень	Квіте нь	Трав ень	Черв ень	Липе нь	Серп ень	Вере сень	Жовт ень	Лист опад	Груд ень	Всьо го	Слю сарні	Верс татні	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	163	45,3	32,6	13,0

Структура її ремонтного циклу має наступний вигляд: капітальний ремонт, потім послідовно два технічні огляди, малий ремонт, два технічні огляди, середній ремонт, і така послідовність повторюється до наступного капітального ремонту. Капітальний ремонт проводиться кожні 24 місяці, середній ремонт кожні 6 місяців, малий ремонт кожні 3 місяці, а технічний огляд щомісяця. Категорія ремонтної складності для цієї машини становить 1,0.

Норми часу на ремонтні роботи складають: для капітального ремонту 35,0 людино-годин, для середнього ремонту 21,0 людино-годин, для малого ремонту 7,0 людино-годин, а для технічного огляду 1,0 людино-годину.

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Трудомісткість робіт з ремонту механічної частини обладнання розраховується за формулою, де коефіцієнт враховує вид ремонту машини, а категорія складності характеризує механічну частину конкретної машини.

За двохрічний період виконується шістнадцять технічних оглядів, чотири малих ремонти, чотири середніх ремонти та один капітальний ремонт, що в сумі становить 163 людино-години. Цей загальний обсяг розподіляється по видах операцій: слюсарні роботи складають 117,36 людино-годин, верстатні роботи 32,60 людино-годин, а інші види робіт 13,04 людино-години. Всі ці розраховані значення заносяться до графіка планово-попереджувальних ремонтів для подальшого планування та контролю виконання ремонтних робіт.

3.1.2. Дефектування та сортування деталей.

При підготовці обладнання до ремонту необхідно дотримуватися чіткого порядку, який забезпечує збереження всіх деталей і виключає можливість їх випадкової заміни на компоненти від інших одиниць технологічного обладнання. Розбирання машини потрібно проводити у встановленій послідовності: спочатку демонтують кришку, потім привід і лише після цього чашу. Під час розбирання всі демонтовані деталі акуратно складають на спеціальних щитах з невеликими бортиками, що запобігає їх втраті або пошкодженню.

У процесі розбирання машини фахівці визначають ступінь зношення кожної деталі. Перед початком ремонтних робіт усі деталі ретельно очищують від забруднень і знежирюють. На спряжені деталі за допомогою кернера наносять однакові позначки, які дозволяють правильно зібрати вузол після ремонту. Величину зношення визначають з використанням стандартних методик і відповідного вимірювального інструменту.

Особливу увагу приділяють технічному стану критично важливих елементів. Місця під підшипники повинні мати ідеально чисту поверхню без будь-яких помітних задирів, подряпин та тріщин. Шпонкові канавки мають бути з чистими, без подряпин паралельними стінками, а їх розміри обов'язково перевіряються спеціальним шаблоном. При контролі стану різьбових з'єднань

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

насамперед звертають увагу на чистоту обробки різьби. Пошкодження або зрив різьби більше ніж на півтора витка вважається неприпустимим дефектом. Незначні дефекти різьби можна виправити за допомогою мітчика або плашки. Розтяг різьби не повинен перевищувати половину кроку на кожні десять ниток.

Грані гайок і болтів мають бути без вм'ятин і деформацій, а отвори під шплінти повинні залишатися чистими. Для змащування підшипників використовують солідол марок Л, М, Т або УСс-1, що забезпечує їх довготривалу та надійну роботу.

Після ретельного вивчення стану всіх деталей їх сортують на три основні групи. Перша група включає деталі, придатні до використання без будь-якого ремонту, які одразу направляють на збирання або відправляють на склад готових деталей. До другої групи відносять деталі, які можна використовувати після проведення ремонту, їх направляють безпосередньо в ремонт або на склад деталей, що очікують ремонту. Третю групу складають повністю зношені деталі, які не придатні до подальшого використання і підлягають відправці на склад металобрухту.

Деталі, які потребують ремонту, позначають спеціальною умовною фарбою зеленого або жовтого кольору в тих місцях, де необхідно провести відновлювальні роботи. Повністю забраковані деталі позначають червоною фарбою для виключення можливості їх випадкового використання. Усі результати технічного контролю і дефектування обов'язково заносять до спеціальної дефектної відомості.

Дефектну відомість складають безпосередньо під час розбирання деталей з метою точного визначення обсягу і характеру майбутніх ремонтних робіт. У цьому документі детально записують, які саме деталі підлягають заміні або ремонту, які матеріали необхідні для проведення ремонтних робіт, і яка очікувана вартість ремонту всього обладнання. Така систематизація дозволяє ефективно планувати ремонтні роботи і оптимізувати витрати на відновлення технічного стану обладнання.

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВІДОМІСТЬ ДЕФЕКТІВ

на _____ ремонт _____
(середній, капітальний) (обладнання)

інв. № _____ встановленого в _____ цеху

№ п/п	Деталі, які мають дефект	Дефект	Способи усунення	Необхідна кількість запасних деталей і матеріалів		Трудомі- сткість, люд.год	Оцінка стану обладнання при здачі в ремонт
				Наймену- вання	Кількість		
1	Шестерня	Викришуван ня зуба	Виготовле ння нової і заміна				Незадовільний
2	Вал	Деформован ий	Заміна				Задовільний
3	Барабан	Деформован ий	Правка				Задовільний
4	Підшипник	Стукає	Заміна				Незадовільний
5	Втулка	Зношена	Виготовле ння нової і заміна				Незадовільний
6	Шпонка	Зрізалась	заміна				Незадовільний

3.1.3. Розроблення технічної документації на проведення ремонту фасувальної машини марки ВС-40

При проведенні ремонтних робіт обов'язково здійснюють розбирання вузла, деталі якого потребують відновлення. Для цього процесу розробляється спеціальна технічна документація, яка включає детальну схему та карту розбирання вузла. Розбирання проводиться у чітко визначеній послідовності, а складання здійснюється в оберненому порядку.

До процесу складання ставляться особливі технічні вимоги. Перед складанням валів із посадженими на них за допомогою шпонкових з'єднань шківками необхідно ретельно перевірити якість поверхонь всіх деталей, що

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

встановлюються. При виявленні дефектів обов'язково усувають всі забоїни, заусениці та задири, які можуть перешкоджати правильному складанню або призвести до передчасного зношування.

Розміри призматичних шпонок і відповідних пазів точно регламентовані державними стандартами, що забезпечує взаємозамінність деталей. При складанні призматичну шпонку акуратно направляють у паз за допомогою легких ударів молотка, контролюючи правильність її посадки та відсутність перекосів.

Таблиця 3.3.- Порядок складання вузла приводу транспортера фасувальної машини марки ВС-40.

№ п/п	Операція і переходи	Інструмент, при способ-лення, матеріал	Технічні вимоги на складання	Профіль робітника, розряд робітника	Норм а часу (хв)
1	2	3	4	5	6
1.	На вал 1 помістити підшипник 32	Молоток, тримач, гаряча олива	Підшипник нагріти у оливi до 80...90°C	Слюсар, II розряд	
2.	На вал 1 помістити підшипник 32	Молоток, тримач, гаряча олива	Підшипник нагріти у оливi до 80...90°C	-- // --	
3.	На вал 1 помістити втулку 4	Молоток, тримач, гаряча олива	Втулку нагріти у оливi до 80...90°C	-- // --	

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Продовження таблиці 3.3.

1	2	3	4	5	6
4.	На вал 1 помістити гільзу 3 з манжетою 21	Молоток, ручний прес	налаштувати рівно	-- // --	
5.	В гільзу 3 помістити кільце 23	Тонкогубці	налаштувати рівно	-- // --	
6.	На вал 1 помістити шпонку 30	Молоток, ручний прес	налаштувати рівно	-- // --	
7.	На вал 1 помістити шестерню 9	Молоток, ручний прес	налаштувати рівно	-- // --	
8.	Зафіксувати шестерню 9 на валу 1 за допомогою шайби 17 та болта 47	Тріскачка	протестувати кріплення	-- // --	
9.	На вал 1 помістити підшипник 32	Молоток, тримач, гаряча олива	Підшипник нагріти у оливі до 80...90°C	-- // --	
10.	На вал 1 помістити втулку 2	Молоток, тримач, гаряча олива	Втулку нагріти у оливі до 80...90°C	-- // --	
11.	На вал 1 помістити шпонку 27	Молоток, ручний прес	налаштувати рівно	-- // --	
12.	В гільзу 8 помістити ущільнення 31 та вузол вала 1	Ключ спеціальний	протестувати кріплення	-- // --	

Продовження таблиці 3.3.

1	2	3	4	5	6
13.	На вал 7 помістити кільце 23	Тонкогубці	налаштувати рівно	-- // --	
14.	На вал 7 помістити шпонку 29	Молоток, ручний прес	налаштувати рівно	-- // --	
15.	На вал 7 помістити барабан 14	Молоток, ручний прес	налаштувати рівно	-- // --	
16.	На вал 7 помістити кільце 23	Тонкогубці	налаштувати рівно	-- // --	
17.	В корпус 26 помістити підшипник 35	Молоток, тримач, гаряча олива	Підшипник нагріти у оливi до 80...90°C	-- // --	
18.	В корпус 26 помістити кільце 25	Тонкогубці	налаштувати рівно	-- // --	
19.	В корпус 26 помістити манжету 20	—	налаштувати рівно	-- // --	
20.	На корпус 26 помістити щоку 15 і зафіксувати її гвинтами 36	Тріскачка	налаштувати рівно, протестувати кріплення	-- // --	
21.	Вузол корпусу 26 помістити на вал 7	Молоток, ручний прес	налаштувати рівно	-- // --	
22.	В корпус 12 помістити манжету 19	—	налаштувати рівно	-- // --	

Продовження таблиці 3.3.

1	2	3	4	5	6
23.	В корпус 12 помістити підшипник 34	Молоток, тримач, гаряча олива	Підшипник нагріти у оливі до 80...90°C	-- // --	
24.	В корпус 12 помістити кільце 24	Тонкогубці	налаштувати рівно	-- // --	
25.	На корпус 12 помістити щоку 13 і зафіксувати її гвинтами 37	Тріскачка	налаштувати рівно, протестувати кріплення	-- // --	
26.	Вузол корпуса 12 помістити на вал 7	Молоток, ручний прес	налаштувати рівно	-- // --	
27.	На вал 7 помістити шпонку 28	Молоток, ручний прес	налаштувати рівно	-- // --	
28.	На вал 7 помістити шестерню 10	Молоток, ручний прес	налаштувати рівно	-- // --	
29.	На вал 7 помістити втулку 16	Молоток, ручний прес	налаштувати рівно	-- // --	
30.	На вал 7 помістити підшипник 33	Молоток, тримач, гаряча олива	Підшипник нагріти у оливі до 80...90°C	-- // --	
31.	Зафіксувати підшипник 33 на валу 7 за допомогою шайби 18 та гвинта 39	Тріскачка	протестувати кріплення	-- // --	

Продовження таблиці 3.3.

1	2	3	4	5	6
32.	В гільзу 8 помістити ущільнення 22 та вузол вала 7 і зафіксувати гвинтами 38	Ключ спеціальний	налаштувати рівно, протестувати кріплення	-- // --	
33.	В гільзу 8 помістити ущільнення 6, кришку 5 і зафіксувати їх гвинтами 40	Тріскачка	протестувати кріплення	-- // --	

3.2. Розробка технологічного процесу виготовлення зубчастого колеса фасувальної машини ВС-40

3.2.1. Опис призначення та конструкції деталі. аналіз технічних умов

Зубчасте колесо є важливим елементом зубчастої передачі, що забезпечує передачу крутного моменту між валами механізму. Воно працює в парі з шестернею, утворюючи зубчасту пару, яка дозволяє змінювати швидкість обертання та збільшувати передавальний момент відповідно до передавального відношення.

Конструктивно деталь представляє собою диск з нарізаними по зовнішньому контуру зубами евольвентного профілю. За геометричними параметрами колесо відноситься до класу дискових деталей, оскільки його осьова довжина значно менша за зовнішній діаметр. Центральний отвір діаметром 40 мм призначений для посадки на вал, а торцеві поверхні забезпечують базування та фіксацію деталі в механізмі.

Робочі умови експлуатації зубчастого колеса характеризуються циклічними навантаженнями, що виникають при зачепленні зубів. Деталь не

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

контактує безпосередньо з оброблюваним продуктом, тому корозійна стійкість не є критичним параметром. Проте високі контактні напруження в зоні зачеплення та знакозмінні навантаження вимагають підвищеної міцності та втомної витривалості матеріалу.

Для забезпечення необхідних механічних властивостей обрано конструкційну легувану сталь 45ХН за ГОСТ 5632-72. Ця сталь містить хром та нікель як легуючі елементи, що підвищує її прогартовуваність, міцність та в'язкість. Термічна обробка сталі дозволяє отримати оптимальне поєднання твердості поверхневого шару та в'язкості серцевини.

Аналіз технічних вимог креслення показує, що найбільш відповідальними є дві групи поверхонь. Перша група - це посадочний отвір діаметром 40Н7, який забезпечує з'єднання з валом. Точність 7-го квалітету та посадка Н7 гарантують необхідну міцність з'єднання при можливості складання без підгонки. Друга група - робочі поверхні зубів з параметром шорсткості Ra 0,63 мкм, які безпосередньо беруть участь у передачі навантаження.

Решта поверхонь має менш жорсткі вимоги до точності та шорсткості, що дозволяє використовувати більш продуктивні методи обробки. Однак досягнення заданих параметрів точності посадочного отвору та якості зубчастого вінця потребує застосування прецизійного обладнання та багатоперехідної технології з поступовим зменшенням припусків від чорнової до чистової обробки.

Таблиця 3.4 – Хімічний склад сталі 45ХН ГОСТ 1050 – 89 в %.

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

Таблиця 3.5 – Механічні властивості сталі 45 у стані поставки.

σ_{ϵ} МПа	σ_m МПа	δ %	ψ %	a_n кГ/см ²	HB
540 - 620	240 - 300	22	30	6	220

Таблиця 3.6. – Аналіз технічних умов зубчастого колеса.

Позначення поверхні	Технічна умова або вимога	Метод виконання	Метод контролю
А, Б, В, Г, Д,	Забезпечити рівень точності по 9-12 квалітету і Ra= 6,3	Точіння чистове	Для точності- штангенциркуль, для шорсткості- метод порівняння зі зразками
К	Забезпечити рівень точності по 7 , шорсткість Ra 1,6	Розточування тонке	– // –
Ж, З, И	Забезпечити рівень точності по 14-квалітету Шорсткість Rz60	Точіння чистове	– // –
С	Забезпечити рівень точності по 7-8 квалітету Шорсткість RZ20	Шевінгування	– // –
Й	Забезпечити рівень точності по 9 квалітету Шорсткість Rz40	Довбання шпоночного паза	– // –

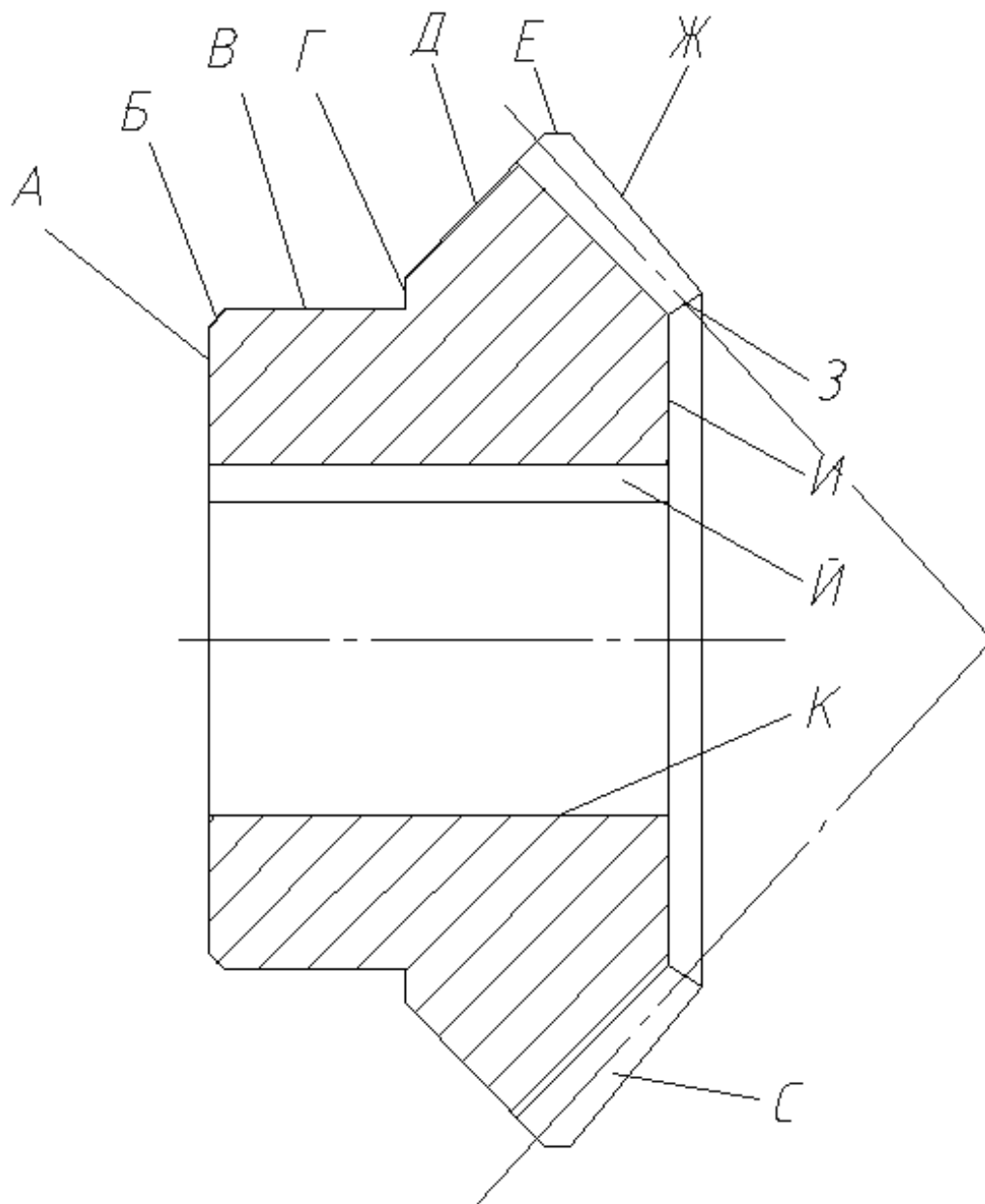
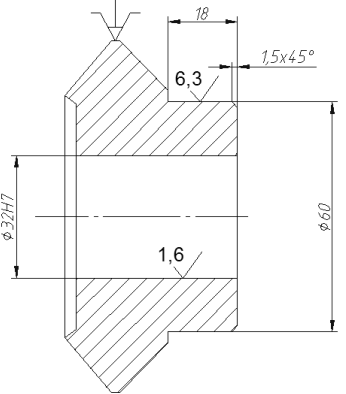
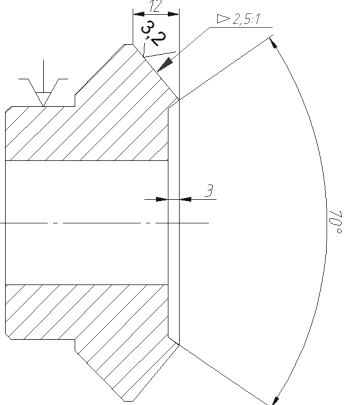


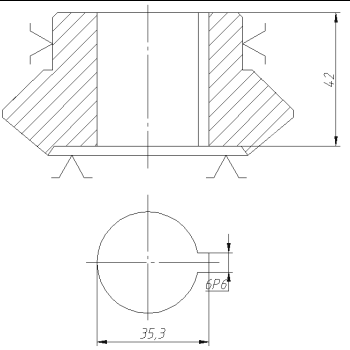
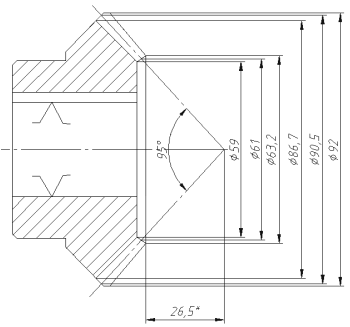
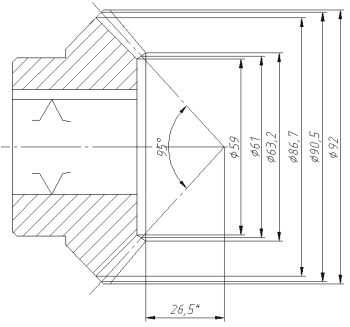
Рисунок 3.1 – Зубчасте колесо з позначенням поверхонь

3.2.2. Вибір варіанту технологічного маршруту механічної обробки зубчастого колеса

Таблиця 3.7 – Технологічний маршрут механічної обробки зубчастого колеса.

№ операції.	Назва операції (переходу)	Оброблюва на поверхня	Базова поверхня	Обладнання	Схема
1	2	3	4	5	6
005 установ А	Токарно-гвинторізна 1. Точити поверхню до розміру $\varnothing 60$ у довжину 18 мм 2. Підрізати торець до розміру 45 мм 3. Точити фаску до розміру $1.5 \times 45^\circ$ 4. Розточити поверхню до розміру $\varnothing 35H7$ у довжину 45 мм 5. Точити поверхню конус витримуючи $\varnothing 66$	В, Г А Б К Д	Поверхня заготовки	Токарно-гвинторізний верстат 16K20	
установ Б	Токарно-гвинторізна 6. Точити конус до розміру 3 мм кутом 70° 7. Точити поверхню конус витримуючи $\varnothing 63$	З, И Ж	В	Токарно-гвинторізний верстат 16K20	

Продовження таблиці 3.5.

1	2	3	4	5	6
010	Довбальна Довбати паз під шпонку до розміру 10x12x42	Й	В, И	Довбальний верстат 7А412	
015	Фрезерна Нарізати зуби $z=35$, $m=2.5$	С	К, А	Фрезерний верстат 5К380	
020	Шевінгу- вальна Шевінгу- вати зуби $z=35$, $m=2.5$	С	К, А	Шевінгу- вальний верстат 5851	

3.2.3. Визначення припусків та міжопераційних розмірів

Розрахуємо припуск на поверхню Б $\varnothing 35 H7$, для якої $Ra = 1,6$.

На решту оброблюваних поверхонь колеса припуски і допуски приймаємо по таблицях ГОСТ 7505 – 89 і записуємо їх значення у таблицю.

Таблиця 3.8. – Зведена таблиця припусків і допусків поверхні Ø 35 H7.

Технологічні переходи обр. поверхні.	Елементи припуску				Розрахунковий припуск $2Z_{min}$ мм	Розрахунковий розмір d_p мм	До- пуск δ , мм	Граничні розміри, мм		Граничні значення при-пусків, мм	
	Rz	T	ρ	Квалі- тет.				d_{min}	d_{max}	$2Z_{max}$	$2Z_{min}$
Розсвердлювання	150	150	251	14	–	34,228	870	33,86	34,23	–	–
Розточування чорнове	80	80	15,1	11	1324	35,33	220	35,11	35,33	1750	1100
Розточування напівчистове	50	30	10,1	9	231	35,69	87	35,60	35,69	490	360
Розточування тонке	15	15	–	7	131	35,87	35	35,83	35,87	230	180
Всього										2470	1640

Таблиця 3.9. – Зведена таблиця припусків і допусків на обробку колеса зубчастого.

Поверхня	Розмір, мм	Припуск, мм		Допуск мкм
		табличний	розрахунковий	
<i>A, И, Г</i>	торці	2·2,5	2·0,991	970
<i>К</i>	Ø35 Н7	2·2,5		970
<i>В</i>	Ø60 Н14	2·4,5		870
<i>Д, Ж</i>	конуси	0,5		870
<i>З</i>	3х45	2·4,5		65
<i>Й</i>	10	4,5		740

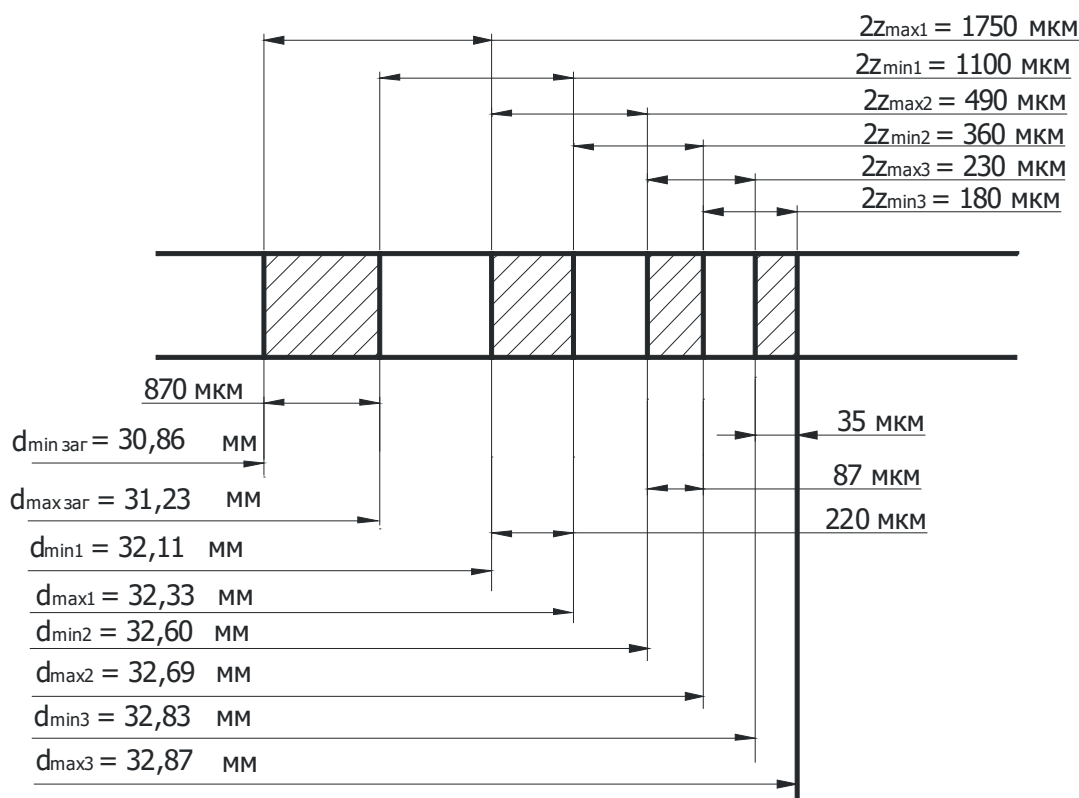


Рисунок 3.2 – Схема графічного розміщення припусків і допусків на поверхню Ø 35 H7.

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

Таблиця 3.10. – Вибір ріжучого і вимірювального інструменту.

№ операції	Назва операції	Інструмент	
		Ріжучий	Вимірювальний
1	2	3	4
005	Токарно-гвинторізна		
	1. Точити поверхню до розміру Ø60 у довжину 18 мм	Різець прохідний упорний 2112 ГОСТ 184790 – 73	Штангенциркуль ШЦ – 1 – 400 ГОСТ 166 – 80
	2. Підрізати торець до розміру 45 мм	Різець підрізний 2334 ГОСТ 18463 – 73	– // –
	3. Точити фаску до розміру 1.5x45°	Різець прохідний 2113 ГОСТ 18878 – 73	– // –
	4. Розточити поверхню до розміру Ø35H7 у довжину 45 мм	Різець розточний 2318 ГОСТ 18870 – 73	– // –
	5. Точити поверхню конус витримуючи Ø66	Різець прохідний упорний 2112 ГОСТ 184790 – 73	– // –
	6. Точити конус до розміру 3 мм кутом 70 град	– // – Різець прохідний 2113 ГОСТ 18878 – 73	– // –
	7. Точити поверхню конус витримуючи Ø63		– // –

Продовження таблиці 3.10.

1	2	3	4
010	Довбальна Довбати паз під шпонку до розміру 10x12x45	Довб'як шпоночний Шириною 10 мм по ГОСТ 5164 – 71.	Штангенциркуль ШЦ – 1 – 400 ГОСТ 166 – 80 Щуп
015	Зубофрезерна Нарізати зуби $z=35$, $m_z=2.5$	Фреза дискова модульна $\varnothing 36$ мм по ГОСТ 6210 – 69. матеріал Р6М5.	Штангенциркуль ШЦ – 1 – 400 ГОСТ 166 – 80 Шаблон
020	Шевінгувальна Шевінгувати зуби до розміру $z=35$, $m_z=2.5$	Шевер дисковий $\varnothing 38$ мм по ГОСТ 8235 – 71.	Штангенциркуль ШЦ – 1 – 400 ГОСТ 166 – 80 Шаблон

3.2.5. Розрахунок режимів різання по операціях

Режими різання розраховуємо для обробки поверхні $\varnothing 60$ $h/2$, а на інші операції і переходи режими різання вибираємо за нормативними даними [9].

Таблиця 3.11 – Зведена таблиця режимів різання по операціях.

№ п/п	Назва операції, переходу, позиції	Пере- хід	L , мм	t , мм	S_p , мм/об	n , об/хв	V , м/хв, м/с	Час різання, T_0 , хв	По- дача, S_m мм/хв
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
005	Токарно- гвинторізна 1. Точити поверхню до розміру $\varnothing 60$ у довжину 18 мм	1	18	1,0	0,8	315	159,7	0,65	252

Продовження таблиці 3.11.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	2. Підрізати торець до розміру 45 мм	2	45	0,5	0,8	315	189,9	0,53	252
	3. Точити фаску до розміру 1.5x45°	3	1.5	0,5	1,0	210	125,9	0,45	210
	4. Розточити поверхню до розміру Ø35H7 у довжину 45 мм	4	45	0,6	0,6	315	169,1	0,34	189
	5. Точити поверхню конус витримуючи Ø66	5	66	0,5	0,6	315	188,9	0,26	189
	6. Точити конус до розміру 3 мм кутом 70 град	6	3	0,5	0,8	210	171,4	0,65	168
	7. Точити поверхню конус витримуючи Ø63	7	63	1,0	0,6	210	131,9	0,72	126
010	Довбальна Довбати паз під шпонку до розміру 10x12x45	1	42	5,5	0,32	-	4,0	4,20	-

Продовження таблиці 3.11.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
015	Зубофрезерна Нарізати зуби $z=35, m_z=2.5$	1	35	7,21	2	100	31,4	7,25	200
020	Шевінгувальна Шевінгувати зуби до розміру $z=35,$ $m_z=2.5$	1	35	0,05	0,32	146	29,9	3,9	56

3.2.6. Технічне нормування розробленого технологічного процесу

Норми часу визначаємо на основі технологічного розрахунку і проводимо для операції 005 розрахунково-аналітичним методом для середньо серійного виробництва, а на інші операції – вибираємо за нормативами [4].

Таблиця 3.12. – Розрахунок штучного часу по операціях технологічного процесу

№ п/п	Назва операції	T_0 <i>хв</i>	$T_{доп. хв}$			$T_{оп. хв}$	Час обслугов.		$T_{відп. хв}$	$T_{шт}$
			$t_{уст}$	$t_{унр}$			$T_{обсл}$	$T_{уст}$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
005	Токарно-гвинторізна	3,6	0,18	0,24	0,08	4,04	0,03	0,04	0,07	4,36
	1. Точити поверхню до розміру $\varnothing 60$ у довжину 18 мм	2,06	0,5	0,4	0,45	3,41	0,5	0,4	0,54	4,85

Продовження таблиці 3.10.

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ					Арк.
										64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

1	2	3	4	5		7	8	9	10	11
	2. Підрізати торець до розміру 45 мм	1,64	0,08	0,06	0,06	1,84	0,05	0,04	0,05	1,98
	3. Точити фаску до розміру 1.5x45°	0,94	0,05	0,03	0,04	1,06	0,05	0,03	0,04	1,18
	4. Розточити поверхню до розміру Ø35H7 у довжину 45 мм	0,94	0,2	0,1	0,1	1,34	0,2	0,1	0,21	1,85
	5. Точити поверхню конус витримуючи Ø66	0,95	0,15	0,1	0,1	1,3	0,15	0,1	0,3	1,85
	6. Точити конус до розміру 3 мм кутом 70 град	0,15	0,06	0,05	0,04	0,3	0,01	0,005	0,085	0,4
	7. Точити поверхню конус витримуючи Ø63	0,14	0,01	0,008	0,006	0,164	0,01	0,005	0,061	0,24

Продовження таблиці 3.10.

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						65

1	2	3	4	5		7	8	9	10	11
010	Довбальна Довбати паз під шпонку до розміру 10x12x45	4,2	0,24	0,12	0.08	4,88	0.02	0,01	0,03	5,6
015	Зубофрезерна Нарізати зуби z=35, m _z =2.5	7,25	0,64	0,52	0.68	10,8	0.12	0,21	0,23	36
020	Шевінгувальна Шевінгувати зуби до розміру z=35, m _z =2.5	3,9	0,03	0,04	0.04	3,98	0.02	0,01	0,03	5,01

4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

Цех розливу являє собою виробниче приміщення з особливо складними та небезпечними умовами праці, що обумовлено специфікою технологічного процесу. Основними характерними особливостями робочого середовища є значно підвищена вологість повітря, яка постійно підтримується через використання великої кількості води в технологічному процесі, а також високу концентрацію в атмосфері парів різноманітних хімічних речовин. Ці хімічні сполуки активно застосовуються для ефективного миття та дезінфекції тари, проте їх присутність у повітрі створює додаткові ризики для здоров'я працівників. Поєднання підвищеної вологості з хімічними парами формує агресивне корозійне середовище, яке негативно впливає не лише на обладнання, але й на організм людини, особливо на дихальну систему та шкірні покриви.

Технологічний процес розливу в цеху забезпечується складним комплексом взаємопов'язаного обладнання, кожна одиниця якого відіграє свою специфічну роль у загальному виробничому ланцюзі. До основного технологічного обладнання належать машини для автоматичного витягування скляних пляшок з транспортних ящиків, які забезпечують безперервну подачу порожньої тари на лінію. Складна система транспортних пристроїв забезпечує точне та безпечне переміщення пляшок на всіх етапах технологічного процесу, від початкового завантаження до фінального пакування. Окремі транспортні системи призначені для переміщення ящиків, що вимагає особливих заходів безпеки через значну вагу та габарити цих контейнерів.

Найбільш небезпечним елементом технологічної лінії є пляшкомийна машина, яка представляє найбільш складне та потенційно небезпечне обладнання всього цеху.

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Клебанович О.В.			4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях				Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Ворожук В.Я.									67	
Консульт.		Комар Р.В.							гр. МО-41			
Н. Контр.		Ворожук В.Я.										
Затверд.		Вітенько Т.М.										

Ця машина являє собою багатофункціональний комплекс, що включає в себе систему ланцюгового транспортера з потужним електричним приводом, який забезпечує безперервне переміщення пляшок через всі стадії миття. Комплекс насосного обладнання забезпечує циркуляцію води та лужного розчину під високим тиском, створюючи інтенсивні потоки рідини для ефективного очищення внутрішніх поверхонь пляшок. Спеціальні ванни обладнані паровими барботерами, які забезпечують підтримання необхідної температури мийних середовищ, що критично важливо для досягнення належної якості миття та дезінфекції.

Фасувальна та закупорювальна машини працюють у тісній координації, забезпечуючи точне дозування продукту та герметичне закриття пляшок. Етикетувальна машина наносить товарні етикетки з високою точністю позиціонування, що важливо для товарного вигляду готової продукції. Завершальним етапом технологічного процесу є робота машини для укладання готових пляшок у транспортні ящики, яка має забезпечувати акуратне та безпечне пакування без пошкодження продукції. Система візуального контролю якості дозволяє виявляти дефектні пляшки та бракований продукт на різних стадіях виробництва.

Пляшкомийна машина, як найбільш небезпечний агрегат цеху, створює комплекс різноманітних загроз для обслуговуючого персоналу. Особливості її конструкції та принципи функціонування обумовлюють формування чотирьох основних типів небезпечних виробничих факторів, кожен з яких може призвести до серйозних травм або професійних захворювань. Електричний фактор небезпеки пов'язаний з наявністю потужних електричних систем, що працюють в умовах підвищеної вологості, що значно збільшує ризик ураження електричним струмом. Механічний фактор обумовлений наявністю численних рухомих частин, включаючи ланцюгові передачі, обертові валки, транспортерні стрічки та інші елементи, контакт з якими може призвести до тяжких травм. Тепловий фактор небезпеки виникає через використання гарячих мийних розчинів та пари для підігрівання, що створює ризик термічних опіків при недотриманні правил безпеки. Хімічний фактор пов'язаний з використанням агресивних лужних

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розчинів, які можуть спричинити серйозні хімічні опіки шкіри та слизових оболонок, а також ураження дихальних шляхів при вдиханні парів.

Для забезпечення безпеки обслуговуючого персоналу пляшкомильної машини встановлені суворі вимоги щодо використання засобів індивідуального захисту. Всі працівники в обов'язковому порядку повинні бути забезпечені спеціальним гумовим захисним взуттям, яке має бути стійким до впливу хімічних речовин та мати антислизькі властивості для безпечного пересування по вологих поверхнях. Захисні рукавички є не менш важливим елементом індивідуального захисту, вони повинні бути виготовлені з матеріалів, стійких до впливу лужних розчинів та високих температур, при цьому забезпечувати достатню чутливість пальців для точного виконання робочих операцій.

У випадку аварійного потрапляння міцного лужного розчину на шкіру працівника необхідно негайно провести комплекс невідкладних заходів для мінімізації шкоди. Перш за все, постраждалу ділянку шкіри слід інтенсивно промити великою кількістю прохолодної проточної води протягом не менше 15-20 хвилин, що дозволить змити хімічну речовину та зменшити її концентрацію. Після ретельного промивання водою необхідно обробити уражену ділянку слабким розчином оцтової кислоти, яка нейтралізує залишки лугу та зупинить подальше хімічне ураження тканин. Важливо пам'ятати, що ефективність цих заходів значною мірою залежить від швидкості їх проведення, тому кожна секунда має критичне значення.

Електробезпека в цеху розливу потребує особливої уваги через специфічні умови експлуатації обладнання. Всі двигуни електроприводів, насосне обладнання та металеві корпуси машин повинні мати надійне електричне заземлення, виконане згідно з діючими нормами та правилами. Система заземлення повинна регулярно перевірятися та обслуговуватися для підтримання її ефективності. Всі електричні з'єднання, включаючи кабельні лінії, контактні групи та розподільні пристрої, повинні мати якісну ізоляцію, здатну витримувати вплив підвищеної вологості та агресивного хімічного середовища. Особливо небезпечні ділянки обладнання, де існує підвищений ризик контакту персоналу з електричними частинами, повинні бути закриті спеціальними

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

захисними огороженнями, які можуть бути знімними для проведення регламентних робіт, але повинні мати надійні блокування, що унеможливляють доступ до небезпечних зон при працюючому обладнанні.

Технологічні трубопроводи, по яких транспортуються мийні розчини, вода та інші робочі середовища, повинні забезпечувати абсолютну герметичність з'єднань. Будь-яке підтікання рідини з трубопроводів є категорично неприпустимим, оскільки створює цілий комплекс додаткових небезпечних факторів для обслуговуючого персоналу. Потрапляння рідини на підлогу робочих зон призводить до утворення слизьких поверхонь, що різко підвищує ймовірність падіння працівників та отримання ними серйозних травм, включаючи переломи кісток та забиття внутрішніх органів. Крім того, розлиті рідини сприяють подальшому підвищенню вологості повітря в приміщенні, що створює ще більш сприятливі умови для ураження електричним струмом через зменшення електричного опору середовища та можливість утворення провідних містків між електричними елементами та заземленими конструкціями.

Експлуатація транспортних систем для переміщення порожньої та наповненої тари вимагає дотримання особливих заходів безпеки, спрямованих на повне виключення можливості травмування персоналу. Основною вимогою є забезпечення відсутності будь-якого фізичного контакту працівників з рухомими елементами транспортерів, що досягається за рахунок комплексу технічних рішень. Уздовж усього транспортерного полотна встановлюються спеціальні захисні бортики, які перешкоджають випадковому потраплянню рук або одягу працівників у зону руху транспортера. Всі елементи приводу транспортерів, включаючи електродвигуни, редуктори, ланцюгові та ремінні передачі, повинні бути закриті надійними захисними кожухами, які мають достатню міцність для запобігання деформації при випадковому механічному впливі.

Після завершення процесу миття пляшки надходять до ділянки бракування, де здійснюється їх ретельний візуальний контроль на предмет виявлення дефектів та забруднень. Для цих цілей використовуються спеціальні лампи денного освітлення, які забезпечують рівномірне та достатньо інтенсивне освітлення контрольованих виробів. Ці лампи закриті матовим склом, що

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

запобігає утворенню бликів та забезпечує більш комфортні умови для зорового сприйняття. Машина візуального контролю сама по собі не становить безпосередньої механічної небезпеки для обслуговуючого персоналу, оскільки не має потужних рухомих частин або інших травмонебезпечних елементів. Проте в специфічних умовах цеху з підвищеною вологістю критично важливими стають заходи забезпечення електробезпеки, зокрема якісна ізоляція всіх електричних контактів, включаючи патрони ламп, вимикачі, з'єднувальні коробки та кабельні лінії. Надійне заземлення металевого корпусу машини є обов'язковою умовою безпечної експлуатації.

Аналогічні високі вимоги до електробезпеки висуваються при експлуатації машини контролю якості закупорення пляшок. Ця машина, окрім стандартних вимог щодо ізоляції та заземлення, повинна додатково відповідати спеціальним вимогам безпеки, які пред'являються до обладнання з рухомими механічними частинами. Особливу увагу необхідно приділити безпечній роботі інспекційного транспортера, який має складну кінематичну схему та здійснює перевертання тари на 180 градусів для контролю якості закупорення з різних боків. Цей механізм створює додаткові ризики травмування персоналу при недотриманні правил безпеки.

Фасувальна машина є ключовим елементом технологічної лінії, що забезпечує точне дозування та розлив води у підготовлену скляну тару з подальшою передачею пляшок на ділянку закупорення. Конструкція цієї машини включає складну систему дозуючих механізмів, електронних датчиків рівня та автоматичних систем управління. Основними заходами безпеки, передбаченими для даної машини, є комплекс технічних рішень, спрямованих на забезпечення електробезпеки та захисту персоналу від механічних травм. Якісна ізоляція всіх електричних контактів повинна забезпечувати надійний захист від ураження струмом навіть в умовах підвищеної вологості. Заземлення металевого корпусу машини має виконуватися згідно з вимогами діючих нормативних документів. Особливо важливим елементом безпеки є захист каруселі фасувальної машини за допомогою спеціальної захисної перегородки, яка запобігає доступу персоналу до рухомих частин під час роботи обладнання.

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До роботи на фасувальній машині допускається виключно персонал, який пройшов спеціальне навчання та отримав відповідні інструктажі з техніки безпеки. Кожен працівник повинен мати чітко визначені обов'язки щодо експлуатації, налаштування, технічного обслуговування та поточного ремонту обладнання. Розподіл обов'язків має бути документально оформлений та доведений до відома всіх працівників. Персонал, який знаходиться на стадії навчання або проходить додатковий інструктаж, може допускатися до роботи на етикетувальній машині виключно під постійним безпосереднім наглядом з боку досвідченого кваліфікованого працівника, який несе повну відповідальність за безпеку навчального процесу.

Проведення ремонтних та профілактичних робіт на обладнанні цеху потребує дотримання особливо суворих правил безпеки та чіткого алгоритму підготовчих заходів. Перед початком будь-яких профілактичних або ремонтних робіт обов'язковою умовою є ретельна перевірка повного знеструмлення всіх вузлів та систем обладнання, на якому планується проведення робіт. Ця перевірка повинна здійснюватися за допомогою спеціальних вимірювальних приладів, а не обмежуватися лише візуальним оглядом положення вимикачів. Всі вузли установки, на яких планується проведення інспекційних перевірок або ремонтно-профілактичних заходів, повинні бути повністю знеструмлені відповідно до вимог технічної документації та інструкцій з експлуатації. Особливо важливим є скидання тиску до нулевого значення на всіх ділянках пневматичної системи та в напірних трубопроводах стислого повітря, що здійснюється згідно з детальними інструкціями для конкретних вузлів обладнання.

При необхідності проведення робіт на струмопровідних елементах обладнання обов'язковим є залучення другого співробітника, який має достатню кваліфікацію та досвід роботи. Цей співробітник повинен постійно перебувати поряд з робочим місцем та у разі виникнення аварійної ситуації має можливість швидко відключити напругу за допомогою аварійного або силового вимикача. Робоча зона, де проводяться роботи з електрообладнанням, повинна бути чітко обмежена та відгороджена спеціальним червоно-білим сигнальним ланцюгом,

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

який добре помітний з усіх боків. Обов'язковою є установка попереджувальної таблички з відповідним написом про небезпеку та заборону доступу сторонніх осіб. Для виконання всіх робіт з електрообладнанням дозволяється використовувати виключно спеціальний ізольований інструмент, який регулярно перевіряється на відсутність пошкоджень ізоляції.

Системи стислого повітря, які широко використовуються в цеху для приводу пневматичних механізмів та інших технологічних потреб, повинні прокладатися та монтуватися у повній відповідності до діючих технічних вимог та стандартів. Вся пневматична арматура, включаючи вентилі, редуктори, фільтри та інші елементи, повинна відповідати технічним характеристикам системи та мати необхідні сертифікати якості. Особливу увагу необхідно приділити якості та довжині пневматичних шлангів, які повинні мати достатню міцність для роботи під робочим тиском з необхідним запасом надійності. Всі з'єднання пневматичних ліній повинні бути герметичними та регулярно перевірятися на відсутність витоків повітря.

Під час роботи технологічного обладнання всі шумоізолюючі елементи та акустичні екрани повинні обов'язково знаходитися в робочому положенні для забезпечення нормальних умов праці персоналу та дотримання санітарних норм з рівня шуму. Необхідно забезпечити надійне кріплення всіх вузлів та агрегатів обладнання до фундаментів та несучих конструкцій, а також регулярно перевіряти стан цих кріплень. Важливо переконатися в тому, що від жодного елемента обладнання не виходить потенційної небезпеки для обслуговуючого персоналу. При проведенні підйомних робіт слід використовувати виключно підйомні засоби та вантажозахватні пристрої, які відповідають технічним вимогам, знаходяться в бездоганному технічному стані та мають достатню вантажопідйомність для конкретних операцій. Категорично заборонено перебування людей під піднятим вантажем або виконання будь-яких робіт у небезпечній зоні.

Інструкція з експлуатації обладнання повинна завжди знаходитися в легкодоступному місці поряд з установкою, наприклад, у спеціальному ящику для інструментів або в спеціально відведеному для цієї мети місці. Всі

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

працівники повинні мати вільний доступ до цієї документації та бути ознайомлені з її змістом. При виявленні будь-яких змін в роботі установки або в режимах її експлуатації, які можуть вплинути на безпеку персоналу, необхідно негайно зупинити роботу обладнання та в найкоротші терміни повідомити про виявлені порушення компетентну технічну службу або відповідальну особу. Категорично заборонено торкатися будь-яких частин машин, що знаходяться в русі, оскільки це створює реальну небезпеку отримання різноманітних механічних пошкоджень, включаючи порізи, забиття, розчавлювання та переломи кісток.

Всі роботи з ремонту та технічного обслуговування обладнання повинні виконуватися виключно на повністю зупиненому та знеструмленому обладнанні. Перед початком експлуатації етикетувальної машини обов'язково проводиться ретельний зовнішній огляд для виявлення можливих технічних несправностей, ознак зносу або пошкоджень, а також для ознайомлення обслуговуючого персоналу з поточним станом обладнання. Роботи на етикетувальній машині або з етикетувальною машиною повинні виконуватися виключно кваліфікованими працівниками, які мають відповідну освіту, досвід роботи та допуск до обслуговування даного типу обладнання. Обов'язковою умовою є дотримання вимог трудового законодавства щодо мінімального віку працівників, допущених до роботи з потенційно небезпечним обладнанням.

Безпечна експлуатація електронасосів, які використовуються в системах подачі води та мийних розчинів, забезпечується насамперед високою якістю складання насосних агрегатів та забезпеченням точності їх монтажу на робочих місцях. При складанні насосного обладнання особливу увагу необхідно приділити старанному встановленню всіх ущільнюючих елементів, включаючи прокладки, кільця та манжети, оскільки від їх якості залежить герметичність системи та відсутність витоків робочих рідин. Основними небезпечними факторами при експлуатації насосного обладнання є механічні вібрації, які можуть призвести до руйнування кріплень та пошкодження трубопроводів, а також підвищена небезпека ураження електричним струмом внаслідок роботи потужних електродвигунів в умовах надмірної вологості приміщення. Для

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ефективної мінімізації та повного уникнення шкідливого впливу вищезазначених небезпечних факторів передбачається обов'язкове встановлення спеціальної віброізоляції під насосні агрегати, а також забезпечення надійного електричного заземлення всіх металевих частин насосного обладнання.

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

У даній кваліфікаційній роботі було розглянуто фасувальну машину марки ВС-40, яка є типовим представником обладнання для розливу та фасування рідин у пляшки. Ця машина відіграє ключову роль у виробничих процесах багатьох галузей, таких як харчова, хімічна та фармацевтична промисловість, забезпечуючи високу швидкість та точність фасування. Її конструкція включає складні механізми, серед яких привід транспортера пляшок є одним із найбільш навантажених і критичних для безперебійної роботи всієї системи. Надійність приводу безпосередньо впливає на продуктивність та ефективність фасувальної машини в цілому.

У другому розділі роботи були запропоновані і розраховані конструктивні рішення, спрямовані на підвищення надійності та довговічності приводу транспортера пляшок. Особливу увагу було приділено елементам, що піддаються найбільшому зносу, таких як підшипники та зубчасті передачі. Запропоновано використання підшипників з підвищеним ресурсом та зубчастих коліс з покращеними характеристиками матеріалів, що мають підвищену твердість та зносостійкість.

У третьому розділі були запропоновані технології обслуговування та ремонту приводу транспортера, що дозволяють ефективно відновлювати його працездатність та продовжувати термін служби. Також було розроблено технологічні карти для проведення діагностики, демонтажу, дефектації, ремонту та збирання вузла приводу, що включають рекомендації щодо використання спеціалізованого інструменту та обладнання. Особлива увага приділяється впровадженню системи планово-попереджувального ремонту, що базується на моніторингу стану елементів приводу та прогнозуванні їхнього зносу. Це

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Клебанович О.В.			Висновки		
Перевір.		Ворожук В.Я.					
Реценз.							
Н. Контр.		Ворожук В.Я.					
Затверд.		Вітенько Т.М.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						76	
					гр. МО-41		

дозволить здійснювати ремонтні роботи заздалегідь, запобігаючи аварійним поломкам та незапланованим зупинкам виробництва.

Запропоновані рішення суттєво покращують експлуатаційні характеристики приводу транспортера фасувальної машини ВС-40. Збільшення зносостійкості елементів приводу завдяки використанню нових матеріалів та оптимізованій конструкції призводить до значного збільшення міжремонтного інтервалу та зниження частоти відмов. Ефективні методи ремонту та відновлення деталей дозволяють зменшити операційні витрати та час простою обладнання. Загалом, це забезпечує підвищення продуктивності фасувальної машини, зниження собівартості продукції та зростання рентабельності виробництва.

Запропоновані інженерні рішення можуть бути успішно застосовані до інших транспортерних систем, що використовуються в різних галузях промисловості. Розроблені підходи до діагностики та планово-попереджувального ремонту також можуть бути універсалізовані та адаптовані для підвищення ефективності експлуатації широкого спектра промислового обладнання, що працює в умовах інтенсивних навантажень.

Розроблений проект відповідає вимогам охорони праці та безпеки. Усі запропоновані конструктивні зміни та технологічні процеси ремонту враховують необхідність забезпечення безпечних умов праці для операторів та обслуговуючого персоналу.

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
						77
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. 52 с.
2. Ворощук В.Я., Вітенько Т.М. Інжиніринг та 3D моделювання в середовищі SolidWorks: навч. посіб. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2023. 164 с.
3. Шанайда В. Пакет MathCAD в інженерних розрахунках: навчальний посібник. Тернопіль: ТДТУ, 2001. 163 с.
4. Кіркач Н.Ф., Баласанян Р.А. Розрахунки і проектування деталей машин. Харків: Основа, 1991. 275 с.
5. Павлище В.Т. та ін. Основи конструювання та розрахунків деталей машин. Київ: Вища школа, 1993. 556 с.
6. Самойчук К.О. та ін. Основи розрахунку та конструювання обладнання переробних і харчових виробництв: підручник. Київ: ПрофКнига, 2020. 428 с.
7. Мирончук В.Г. та ін. Монтаж та технічний сервіс обладнання: навчальний посібник / за ред. В.Г. Мирончука. Київ: НУХТ, 2017. 162 с.
8. Заплетніков І.М., Мирончук В.Г., Кудрявцев В.М. Експлуатація і обслуговування технологічного обладнання харчових виробництв. Київ: Центр учбової літератури: Кафедра, 2016. 344 с.
9. Колодій О. С., Кюрчев С. В., Сушко О. В., Ковальов О. О. Автоматичне управління процесами обробки металів різанням. Мелітополь : ТОВ «Люкс», 2020. 136 с.

					<i>КРБ 057.00.00.000 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>Клебанович О.В.</i>					
<i>Перевір.</i>		<i>Ворощук В.Я.</i>					
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>		<i>Ворощук В.Я.</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>					
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
						78	
					<i>гр. МО-41</i>		

10.Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія машинобудування (дипломне проектування) Навчальний посібник. — Львів: Новий світ-2000, 2011. — 770 с.

11.Юрчишин І.І. Технологія машинобудування. Посібник-довідник для виконання кваліфікаційних робіт. Навч. посібник. — І.І. Юрчишин, Я.М. Литвиняк, І.Є. Грицай, М.Л. Кукляк, Я.М. Кусий, В.В. Ступницький, В.А. Яцюк, А.М. Кук, Є.М. Махоркін, В.П. Свізінський. — Львів: Львівська політехніка, 2009. — 528 с.

12.Паливода Ю. Є. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки: навчально-методичний посібник / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 240 с.

13.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.

14.Пилипець М.І. Раціональні способи виготовлення заготовок для одиничного і дрібносерійного виробництва/ М.І. Пилипець, О.М. Пилипець //Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції присвяченої пам'яті професора Гевка Богдана Матвійовича „Проблеми теорії проектування та виготовлення транспортно-технологічних машин“, 2021. - с.13

15.Pylypets M. I. Designing uniformly loaded threaded connections M. I. Pylypets, O.M. Pylypets, V. R Pankiv Modern research in technical sciences: the impact of martial law in Ukraine (March 6–7, 2024. Riga, the Republic of Latvia) : International scientific conference. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2024,-p.11-16.

16.Грибан В.Г., Негодченко О.В. Охорона праці: навчальний посібник. Київ: Центр учбової літератури, 2009. 280 с.

					КРБ 057.00.00.000 ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		