

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Розроблення заходів з монтажу, експлуатації та технічного обслуговування машини марки 54/9RINSER 36 для розливу води в ПЕТ тару.**

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи МОЗ-41
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

(шифр і назва спеціальності)

	Мадай В.А. (підпис) (прізвище та ініціали)
Керівник	Пилипець О.М. (підпис) (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	Кравець О.І. (підпис) (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	Пилипець О.М. (підпис) (прізвище та ініціали)
Рецензент	(підпис) (прізвище та ініціали)

6. Технологічний маршрут механічної обробки фланця (1 л. ф. А1)

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 05.05.2026

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	1. Аналітична частина	05.05. 2026-20.05.2026	
2	2. Конструкторська частина	01.05.2026-01.06.2026	
3	3. Технологічна частина	10.05.2026-10.06.2026	
4	4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці	01.06.2026-10.06.2026	
5	Висновки.	10.06.2026-12.06.2026	
6	Графічна частина		
7	Машина для розливу води в ПЕТ тару марки 54/9RiNSER 36	05.05. 2026-20.05.2026	
8	Схема розмітки і встановлення в цеху розливу води машини для розливу розливу води в ПЕТ тару марки 54/9RiNSER 36	10.05.2026-20.06.2026	
9	Розливочний устрій машини для розливу води в ПЕТ тару марки 54/9RiNSER 36	10.05.2026-20.05.2026	
10	Вузол центрального вхідного патрубку машини для розливу води в ПЕТ тару марки 54/9RiNSER 36	20.05.2026-25.05.2026	
11	Технологічний маршрут розбирання- складання вузла центрального вхідного патрубку машини розливу води в ПЕТ тару марки 54/9RiNSER 36	20.05.2026-01.06.2026	
12	Технологічний маршрут механічної обробки фланця	01.06. 2026-10.06.2026	
13			
14			
15			
16			

Студент

(підпис)

Мадай В.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Кравець О.І.

(прізвище та ініціали)

Анотація

Мадай Віктор Андрійович – Розроблення заходів з монтажу, експлуатації та технічного обслуговування машини марки 54/9RINSER 36 для розливу води в ПЕТ тару.

У кваліфікаційній роботі виконано аналіз умов роботи та технічних характеристик машини марки 54/9RINSER 36, досліджено будову і принцип її роботи, проведено огляд сучасних типів обладнання для розливу і закупорення харчових рідин. Розроблено схему монтажу машини: обґрунтовано вибір такелажного оснащення, визначено методи вивірки на фундаменті. Розроблено технологію ремонту машини: виконано аналіз характерних причин виходу з ладу, складено графік планово-попереджувальних ремонтів, проведено дефектування деталей та розроблено технологічний процес механічної обробки фланця. Виконано конструкторські розрахунки циклу роботи машини, витрат потужності на привід каруселі, дозуючого механізму та циліндричної передачі. Розроблено заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: машина для розливу, ПЕТ-тара, монтаж, технічне обслуговування, планово-попереджувальний ремонт, фланець, технологічний процес.

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Мадай В.А.			Анотація	Літ.	Арк.
Перевір.		Пилипець О.М.					3
Реценз.						гр. МОЗ-41	
Н. Контр.		Кравець О.І.					
Затверд.		Пилипець О.М.					

Abstract

Viktor Maday. Development of measures for installation, operation, and maintenance of a 54/9RINSER 36 machine for filling water into PET containers.

The qualification work analyses the operating conditions and technical specifications of the 54/9RINSER 36 machine, examines its design and operating principle, and reviews modern types of equipment for filling and capping food liquids. An installation scheme has been developed, including justification of rigging equipment selection and foundation alignment methods. A repair technology has been elaborated: typical failure causes have been analysed, a preventive maintenance schedule has been compiled, component defect assessment has been carried out, and a machining process for the flange has been designed. Engineering calculations cover the machine's operating cycle, carousel drive power consumption, dosing mechanism, and cylindrical gear transmission. Occupational safety and emergency response measures have been developed.

Keywords: filling machine, PET containers, installation, maintenance, preventive maintenance, flange, technological process.

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Мадай В.А.			Abstract				Лім.	Арк.	Архувів	
Перевір.		Пилипець О.М.									3	
Реценз.									зр. МОЗ-41			
Н. Контр.		Кравець О.І.										
Затверд.		Пилипець О.М.										

Зміст

Завдання	1
Анотація	3
Abstract	3
Зміст.....	4
Вступ	6
1. Аналітична частина.	8
1.1. Аналіз умов роботи і технічних характеристик.....	8
1.2. Опис будови і принципу роботи.....	9
1.3. Сучасні типи обладнання для розливу і закупорення харчових рідин	12
1.4. Мета і задачі кваліфікаційної роботи	27
2. Конструкторська частина.....	28
2.1. Розрахунок циклу роботи машини для розливу	28
2.2. Розрахунок затрат потужності на приведення в рух каруселі фасування машини для розливу.....	32
2.3. Вибір кінематичної схеми машини для розливу	34
2.4. Розрахунок дозуючого механізму	38
2.5. Розрахунок циліндричної передачі приводу каруселі	39
3. Технологічна частина	47
3.1 Розробка схеми монтажу машини марки 54/9RINSER 36.....	47
3.1.1. Вибір такелажного оснащення та схеми переміщення машини марки 54/9RINSER 36	47
3.1.2 Методи вивірки машини на фундаменті. Підбір інструментів та оснащення.	49
3.2. Розроблення технології ремонту машини	49

					<i>КРБ 762.00.00.000 ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Зміст</i>		
<i>Розроб.</i>		<i>Мадай В.А.</i>					
<i>Перевір.</i>		<i>Пилипець О.М.</i>					
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>		<i>Кравець О.І.</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Пилипець О.М.</i>					
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
						<i>4</i>	
					<i>гр. МОЗ-41</i>		

3.2.1. Аналіз причин виходу з ладу. Графік ППР	49
3.2.2. Дефектування та сортування деталей	54
3.2.3. Розроблення технічної документації на проведення ремонту машини марки 54/9RINSER 36	55
3.3. Розроблення технологічного процесу механічної обробки фланця машини для розливу води в ПЕТ тару марки 54/9RINSER 36	59
3.3.1. Опис призначення та конструкції деталі. Аналіз технічних умов.	59
3.3.2. Техніко-економічне обґрунтування вибору методу одержання заготовки	61
3.3.3. Визначення припусків та міжопераційних розмірів, на оброблювальні поверхні	63
3.3.4. Вибір різального та допоміжного інструменту, методів і засобів технічного контролю	65
3.3.5. Розрахунок режимів різання за етапами оброблення	66
3.3.6. Технічне нормування операцій технологічного процесу	68
4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці.	70
4.1 Заходи з охорони праці	70
4.1.1 Законодавчі основи охорони праці	70
4.1.2 Охорона праці в виробництві мінеральної води	72
4.2. Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях	75
Висновки	82
Перелік посилань	84
Додатки	

Вступ

Виробництво бутильованої питної та мінеральної води є однією з найбільш динамічно зростаючих галузей харчової промисловості. Стабільний попит на розфасовану воду зумовлює необхідність розширення виробничих потужностей підприємств і впровадження високопродуктивного автоматизованого обладнання, здатного забезпечити задану якість продукції при мінімальних виробничих витратах. Ключову роль у цьому процесі відіграють автоматичні лінії розливу, до складу яких входять машини для обполіскування тари, її наповнення та закупорювання.

Машина марки 54/9RINSER 36 є триблоковим агрегатом роторного типу, що об'єднує в одному конструктивному вузлі карусель обполіскування пляшок, карусель ізобаричного наповнення і карусель закупорювання. Така компоновка забезпечує безперервний технологічний процес із продуктивністю до 6 000 пляшок на годину і дозволяє звести до мінімуму контакт продукту з атмосферним повітрям, що є критично важливим для збереження якісних показників газованих напоїв та питної води.

Надійна і безперебійна робота подібного обладнання безпосередньо залежить від дотримання вимог до його монтажу, правил технічної експлуатації та своєчасного проведення технічного обслуговування. Порушення регламентів монтажу призводить до прискореного зношення вузлів і деталей машини, погіршення точності дозування продукту та зростання кількості аварійних зупинок виробничої лінії. Натомість грамотно організована система планово-попереджувальних ремонтів суттєво подовжує міжремонтний ресурс обладнання і скорочує непродуктивні простой.

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Вступ		
Розроб.		Мадай В.А.					
Перевір.		Пилипець О.М.					
Реценз.							
Н. Контр.		Кравець О.І.					
Затверд.		Пилипець О.М.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						6	
					гр. МОЗ-41		

Актуальність теми кваліфікаційної роботи зумовлена необхідністю системного підходу [1] до питань монтажу, експлуатації та технічного обслуговування машини марки 54/9RINSER 36 на підприємствах з виробництва бутильованої води. Розроблення відповідного комплексу заходів сприятиме підвищенню надійності обладнання, зниженню витрат на його утримання та забезпеченню стабільної якості готової продукції.

Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку посилань та додатків. У першому розділі виконано аналіз конструкції та технічних характеристик машини, а також огляд аналогічного обладнання. Другий розділ містить конструкторські розрахунки основних механізмів. У третьому розділі розроблено заходи з монтажу та ремонту машини, включно з технологічним процесом обробки фланця. Четвертий розділ присвячено питанням охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Аналітична частина.

1.1. Аналіз умов роботи і технічних характеристик

Машина марки 54/9RINSER 36 призначена для виконання повного циклу підготовки та пакування рідких харчових продуктів: внутрішнього обполіскування пляшок перед наповненням, фасування безалкогольних напоїв і мінеральної води в тару з поліетилентерефталату місткістю від 250 см³ до 2000 см³, а також надійного закупорювання наповнених пляшок пластмасовими гвинтовими кришками. Конструкція машини передбачає наявність спеціального вбудованого пристрою піногасіння рідини, завдяки якому стає можливим якісне розливання сильнопінячих напоїв без втрат продукту та порушення точності дозування.

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ:

Продуктивність машини, пл/год	6000	
Потужність електрообладнання, кВт	3,3	
Витрата CO2, кг/год	5,1	
Витрата води на внутрішнє споліскування, м³/год	0,32	
Витрата води на внутрішнє і зовнішнє споліскування, м³/год	0,88	
Витрата повітря, м³/год	1,0	
Максимальні габаритні розміри, Довжина	4410	
мм	Ширина	7620
	Висота	2310
Маса машини, кг	6800	

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	1. Аналітична частина.		
Розроб.		Мадай В.А.					
Перевір.		Пилипець О.М.					
Реценз.							
Н. Контр.		Кравець О.І.					
Затверд.		Пилипець О.М.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						8	
					гр. МОЗ-41		

1.2. Опис будови і принципу роботи

У своїй роботі машина марки 54/9RINSER 36 реалізує повний технологічний цикл підготовки тари [2] та пакування рідкого продукту. До складу виконуваних нею операцій входять: попереднє обполіскування пляшок із метою видалення забруднень перед фасуванням; подача порожньої тари та її завантаження на ротор розливу; фіксація пляшок захопленнями під шийку для забезпечення точного позиціонування; заповнення внутрішнього простору пляшки вуглекислим газом для створення необхідного надлишкового тиску; безпосереднє фасування продукту з витримкою заданого рівня наповнення; технологічна пауза для стабілізації продукту в пляшці; поступове скидання тиску після наповнення; переміщення пляшок на ротор закупорювання; відбір кришок із бункера, їх орієнтування у просторі та подача в напрямний лоток; встановлення зорієнтованого ковпачка на шийку пляшки та його нагвинчування; нарешті — передача готової закупореної пляшки на відповідний транспортер.

У конструктивному відношенні машина складається з двох основних модулів: каруселі обполіскування з вхідним турнікетом та каруселі наливання і закупорювання з вихідним турнікетом. Зовнішнє облицювання, захисне огороження і шафа керування виготовлені з нержавіючої сталі, що забезпечує стійкість до корозії в умовах підвищеної вологості виробничого середовища. Усі вузли і деталі машини виготовлено з матеріалів, що допускають систематичне промивання та дезінфекцію відповідно до санітарних вимог харчового виробництва. Переміщення пляшок між вузлами здійснюється шнеками і зірочками, оснащеними захисними муфтами та аварійними вимикачами, які спрацьовують у разі виникнення нештатних ситуацій.

Карусель обполіскування забезпечує внутрішнє промивання тари без зволоження її зовнішньої поверхні, що є обов'язковою умовою для наступного якісного наклеювання етикеток. Пляшки надходять із вхідних шнеків на зірочку завантаження, звідки послідовно потрапляють на карусель обполіскування. Тут кожна пляшка захоплюється за шийку спеціальними захопленнями з гумовими

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

подушками, що виключає механічне пошкодження тари. Зафіксована пляшка перевертається донизу горлом і точно позиціонується над форсункою, яка під тиском упрскує всередину воду. Після завершення обполіскування та стікання залишків рідини пляшка знову повертається у вертикальне положення і за допомогою проміжних зірочок подається на карусель наливання для подальшого фасування продукту.

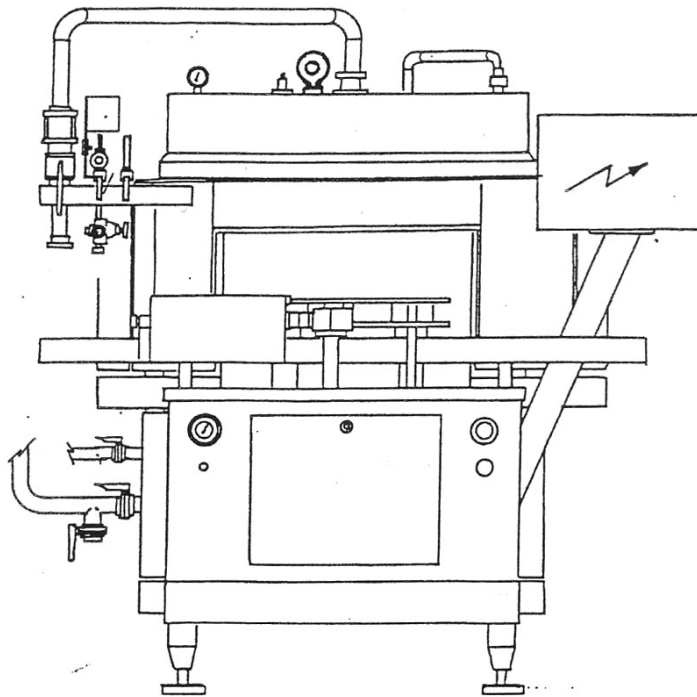


Рисунок 1.1 – Машина для розливу води в ПЕТ тару марки 54/9RINSER 36.

Карусель наливання є центральним функціональним вузлом машини, що забезпечує точне дозування продукту у тару. Карусель наливання є центральним функціональним вузлом машини, що забезпечує точне дозування продукту у тару. Резервуар для рідини, що розливається, виготовлено з харчової нержавіючої сталі та обладнано розгалуженою системою трубопроводів, через яку здійснюється його санітарне промивання і дезінфекція без демонтажу. Підтримання сталого рівня рідини в резервуарі забезпечується автоматично — за сигналами електричних датчиків рівня, що унеможливорює як переповнення, так і осушення робочої ємності в процесі виробництва. Підйом пляшки та її притискання до фасувального пристрою виконується спеціальним механізмом,

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

конструкція якого не потребує стисненого повітря, що спрощує технічне обслуговування і підвищує надійність вузла в цілому. Відкриття і закриття фасувальних клапанів здійснюється за допомогою кулачкового механізму, який забезпечує синхронну і точно розраховану в часі роботу всіх наповнювачів каруселі. Дозування продукту відбувається за рівнем: точність наповнення досягається регулюванням довжини газовідвідної трубки, що дозволяє оперативно змінювати рівень продукту в пляшці без значних конструктивних перебудов. Для захисту від витікання продукту за відсутності тари система наливання оснащена електронним блокуванням за принципом «немає пляшки — немає наливання». Після завершення наповнення пляшка проміжною зірочкою передається з каруселі наливання на карусель закупорювання.

Карусель закупорювання призначена для герметизації наповнених пляшок пластмасовими гвинтовими кришками. Подача кришок у зону закупорювання здійснюється роторним автоматичним набірним пристроєм, який орієнтує їх у заданому положенні та послідовно направляє у пробкопровід. З пробкопроводу кришка потрапляє у закупорювальний патрон, після чого накручується на шийку пляшки з нормованим зусиллям затягування. Регулювання моменту затягування забезпечується вбудованою магнітною муфтою з простим налаштуванням, що виключає як недостатнє, так і надмірне закупорювання. Аналогічно до системи наливання, карусель закупорювання обладнана блокуванням за принципом «немає пляшки — немає ковпачка», що запобігає холостому спрацюванню механізму і нераціональним витратам кришок.

Загальний принцип роботи машини полягає в такому. Порожня пляшка з підвідного транспортера надходить на шнеки, далі на завантажувальну зірочку і потрапляє на карусель обполіскування, де проходить внутрішнє промивання. Після цього через систему проміжних зірочок пляшка переміщається на карусель наливання, піднімається догори і щільно притискається до фасувального пристрою. Відкривається газовий клапан, у пляшку подається вуглекислий газ для створення надлишкового тиску, після чого розпочинається процес ізобаричного наповнення продуктом. По завершенні наповнення відбувається

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

плавне скидання тиску з надрідинного простору, пляшка опускається і проміжною зірочкою подається на закупорювальну карусель. Після нагвинчування кришки готова пляшка зірочкою вивантаження передається на відповідний транспортер для подальшого транспортування на етикетування та пакування.

Усі ущільнювальні елементи, що безпосередньо контактують із продуктом, виготовлено з харчової гуми, яка витримує миття та дезінфекцію гарячими мийними розчинами. Фасувальні пристрої забезпечують стабільну точність рівня наповнення і виключають втрати продукту в процесі роботи. Спінювання рідини при подачі в резервуар і безпосередньо під час наливання не відбувається за умови дотримання встановленого температурного режиму продукту.

1.3. Сучасні типи обладнання для розливу і закупорення харчових рідин

Розливання є ключовою технологічною операцією у складі загального процесу фасування будь-якого напою [2-9]. Сучасне обладнання для розливу класифікується за конструктивною складністю на два основні типи:

- прості (одноопераційні) машини, що виконують винятково процес наповнення тари продуктом;
- комбіновані агрегати — моноблоки, триблоки та квадроблоки, які об'єднують у своєму складі кілька технологічних модулів.

Зокрема, моноблочні установки найчастіше суміщають в одному корпусі вузол розливу та вузол закупорювання пляшок, що дозволяє скоротити виробничі площі та зменшити кількість точок передачі тари.

За принципом дозування продукту розрізняють три основні типи систем розливу: гравітаційний розлив та розлив за принципом низького вакууму, розлив за принципом високого вакууму, а також об'ємний (дозувальний) розлив.

Гравітаційний розлив та розлив низького вакууму

Даний тип розливу є оптимальним рішенням для фасування негазованих і маловязких рідин — зокрема, негазованої питної води, виноградних вин, міцних

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

спиртних напоїв (горілки, лікерів, коньяків), осяжних фруктових соків, харчового оцту, молока, а також низки хімічних і харчових продуктів промислового призначення.

Подача рідини здійснюється під автоматичним контролем за допомогою соленоїдного клапана, виготовленого з нержавіючої сталі та обладнаного модулюючим приводом, що забезпечує плавне регулювання потоку. Кожна окрема наповнювальна голівка має пряме з'єднання з наповнювальним танком і відкривається лише тоді, коли горловина пляшки впритул піднімається та натискає на спеціальне герметизуюче ущільнення, інтегроване в конструкцію голівки.

Продукт, що надходить безпосередньо з танка, проходить через чотири канали, розташовані в наповнювальній голівці, і далі стікає вздовж внутрішніх стінок наповнюваної тари, що мінімізує піноутворення. Одночасно повітря, яке витісняється з ПЕТ-пляшки, виходить через верхній отвір голівки та повертається назад у танк, або — у разі застосування окремого повітровідвідного каналу — видаляється в атмосферу.

Саме завдяки наявності цих повітровідвідних отворів забезпечується висока точність наповнення тари без необхідності встановлення додаткових датчиків та систем контролю рівня. Рівень заповнення може гнучко регулюватися шляхом зміни глибини занурення розливної голівки у горловину пляшки.

Застосування спеціалізованих наповнювальних клапанів у поєднанні з відповідним конструктивним виконанням машини надає оператору можливість здійснювати точне регулювання рівня наповнення безпосередньо з контрольної панелі, з мінімальним кроком регулювання у 1 мм та максимальним діапазоном корекції до ± 10 мм.

У разі застосування технології низького вакууму спеціальна вакуумна помпа створює зону розрядженого тиску в танку, і в момент відкриття наповнювальної голівки розрідження одразу передається у внутрішній простір пляшки через канал відведення повітря. Завдяки цьому, якщо тара має приховані

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тріщини, мікропошкодження або деформовану горловину, процес наповнення такої пляшки автоматично блокується, що повністю запобігає витоку рідини на робочу станину машини.

Усі конструктивні виконання наповнювальних голівок розроблені таким чином, щоб виключити будь-який прямий контакт між технологічними газами, присутніми в танку, та атмосферним повітрям ззовні. Крім того, голівки мають конструкцію, яка дозволяє легко демонтувати та розбирати їх для технічного обслуговування, а також передбачає спеціальний фіксуючий механізм, що утримує голівки у відкритому положенні під час проведення санітарної обробки та мийки обладнання.

Розлив високого вакууму

Технологія розливу високого вакууму застосовується спеціально для фасування рідин з підвищеною в'язкістю — таких як рослинні олії та різноманітні сиропи — у пляшки з полімерних матеріалів (ПЕТ). На відміну від гравітаційного методу, в даному випадку процес розливу починається зі створення глибокого вакууму всередині пляшки, що сприяє практично миттєвому та інтенсивному заповненню тари продуктом.

Після того, як в тарі досягнуто заданого рівня наповнення, надлишковий обсяг продукту, що утворився, накопичується в окремому невеликому накопичувальному резервуарі, розташованому над основним технологічним баком. Перед тим, як цей надлишок повертається назад в основну ємність, він попередньо проходить через проміжний резервуар, що дозволяє відокремити можливі повітряні включення. Параметри рівня вакууму можуть динамічно налаштовуватися залежно від густини та реологічних властивостей конкретного продукту з метою досягнення оптимальної продуктивності лінії розливу.

Об'ємний (дозувальний) розлив

Об'ємний метод розливу гарантує внесення у пляшку строго заданого об'єму продукту з максимально допустимою похибкою лише $\pm 1,5$ мл на кожен літр номінальної місткості, причому ця точність зберігається незалежно від густини продукту та можливих відхилень у фактичній місткості різних одиниць

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

тари. Саме завдяки цій високій точності об'ємний розлив застосовується переважно у випадках, коли необхідно фасувати дорогі або високоосяжні продукти.

Хоча зовнішня конструкція карусельної турелі, що здійснює наповнення, є подібною до конструкцій, застосованих у двох попередніх системах розливу, внутрішня будова дозувальних блоків принципово відрізняється і складається з двох окремих ступенів. Протягом фази всмоктування продукт надходить з основного бака до вимірювального циліндра, проходячи через потрійний клапан, який виконує функцію точного дозування.

Для подальшого вивантаження продукту з циліндра потрійний клапан активує пневматичний привід, який керує рухом поршня: під створеним тиском продукт виштовхується з циліндра безпосередньо в тару. Передбачена можливість регулювання швидкості подачі продукту у верхній зоні наповнення тари, де потік необхідно сповільнювати з метою запобігання надмірному піноутворенню та розбризкуванню рідини. [2]

Виробники обладнання для розливу в Україні

Ринок виробників обладнання для розливу харчових рідин в Україні представлений досить широким спектром підприємств, серед яких можна виокремити такі: ПАТ "Консервмашсистема" (м. Сімферополь) — спеціалізується на випуску фасувально-пакувального обладнання; виробниче об'єднання "Надія" (м. Черкаси) — виготовляє фасувально-пакувальне обладнання, етикетувальні машини та комплектні лінії для виробництва морозива; малі підприємства типу МП "Ковчег" (м. Київ) — постачає термопакувальне обладнання; ЗАТ "Ранок-92" (м. Київ) — спеціалізується на виробництві компактних міні-пивзаводів; НВП "Інтермаш" (м. Київ) — випускає фасувально-пакувальне обладнання; ТОВ "Ело Пак" (м. Київ) — постачає фасувально-пакувальне обладнання, а також обладнання для вакуумної та газової упаковки продукції.

За кількістю об'єднаних технологічних операцій розливне обладнання поділяється на три основні групи: моноблок, триблок та лінійний автомат, кожен

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

з яких має свою сферу застосування залежно від продуктивності та номенклатури продукції.

Як правило, розливні машини налаштовуються на обслуговування одного конкретного типорозміру пляшок, оскільки переналаштування на інший формат вимагає заміни значної кількості робочих елементів. З технологічної та конструктивної точок зору номенклатура різних типів фасувальних машин є відносно обмеженою.

Сучасні розливні автомати переважно реалізовані за карусельною (роторною) схемою, в якій на нерухомій станині, обладнаній усіма необхідними приводними та керуючими механізмами, встановлено обертовий видатковий резервуар. Цей резервуар призначений для прийому рідкого продукту, оснащений розливними приладами та поплавковою системою, яка автоматично підтримує постійний рівень продукту під час безперервного процесу фасування. Важливим конструктивним параметром усіх розливних машин є так званий модуль — відношення діаметра каруселі до загальної кількості фасувальних пристроїв, яке є стандартизованою величиною та дорівнює 35 мм.

Фасувальна машина Т1-ВРА-6А

Виноградні вина, лікero-горілчані вироби, коньяки та різноманітні соки можуть успішно фасуватися на барометричних і вакуумних типах розливних автоматів. Водночас практично весь парк вітчизняного обладнання, призначеного для розливу негазованих (тихих) напоїв, за технологічними умовами фасування належить до категорії гравітаційних систем.

Фасувальна машина моделі Т1-ВРА-6А (рисунок 1.1) має у своєму складі такі основні конструктивні елементи: станину, обертову карусель, а також механізми завантаження і вивантаження тари.

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

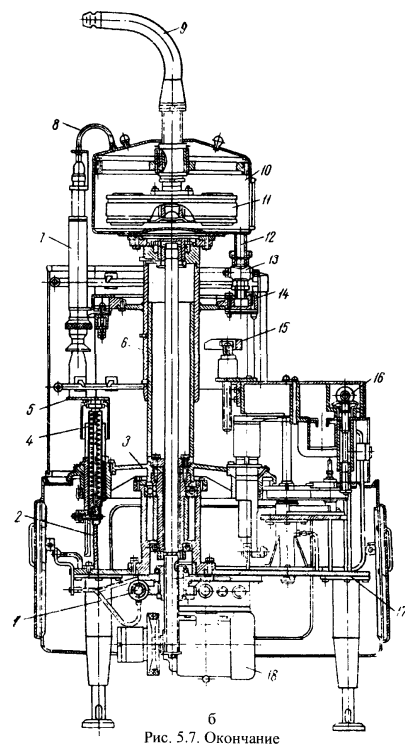
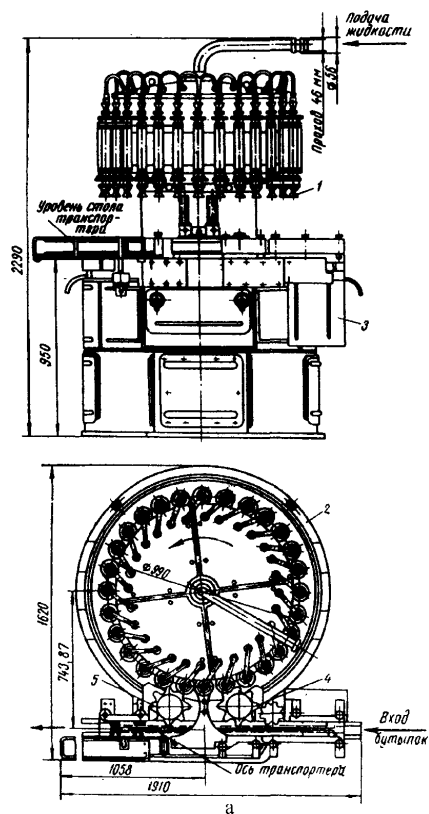


Рисунок 1.1. – Дозувально-наповнювальні вузли обладнання.

А) Т1-ВРА-6А: 1 – конічний розтруб (дзвоноподібна насадка); 2 – ущільнювальне кільце (манжета); 3 – випускний штуцер (зливна гільза); 4, 12 – запірні органи (золотники); 5 – сопло (мундштук); 6 – осьова (центральна) трубка; 7 – витісняючий елемент (плунжер); 8 – стопорний пристрій (фіксатор); 9 – дозувальна ємність (мірний циліндр); 10 – напрямна втулка; 11 – основна оболонка (корпус); 13 – обертовий ролик; 14 – гніздо клапана (посадкове місце).

б) Т1-ВР2А-6: 1 – конічний розтруб (дзвоноподібна насадка); 2 – ущільнювальне кільце (манжета); 3 – випускний штуцер (зливна гільза); 4, 12 – запірні органи (золотники); 5 – сопло (мундштук); 6 – трубка; 7 – витісняючий елемент (плунжер); 8 – амортизаційна пружина; 9 – дозувальна ємність (мірний циліндр); 10 – напрямна втулка; 11 – основна оболонка (корпус); 13 – обертовий ролик. [1].

Порожні пляшки доставляються до робочої зони розливного автомата за допомогою пластинчастого конвеєра, після чого завантажувальна зірочка

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ 762.00.00.000 ПЗ

Арк.

17

передає їх на підйомні столики. Безпосередньо перед завантажувальною зірочкою встановлено ділильний механізм шнекового типу, який забезпечує рівномірну подачу тари. Підйомні столики піднімають пляшки до рівня фасувальних пристроїв, при цьому центрування кожної пляшки здійснюється за допомогою спеціальних направляючих дзвіночків.

Сталий рівень рідини у видатковому резервуарі підтримується завдяки роботі поплавкового механізму. Наповнення мірної склянки фасувального пристрою відбувається в момент відкривання наповнювального клапана, керування яким здійснюється нерухомим верхнім копіром, встановленим у передній частині машини. Після завершення процесу фасування підйомний столик опускається відповідно до профілю копіра, після чого наповнені пляшки знімаються зі столиків розвантажувальною зірочкою та подаються на відповідний конвеєр. На виході з машини передбачено систему автоматичного блокування привода — на випадок, якщо пляшка впаде на конвеєрі та призведе до перевантаження подальшої закупорювальної машини.

Триблокова розливно-закупорювальна машина

Триблокова розливно-закупорювальна машина призначена для виконання комплексу операцій — ополіскування тари, розливу безалкогольних напоїв, мінеральної води, пива та квасу в пляшки з поліетилентерефталату (ПЕТ) місткістю від 0,5 л до 3,0 л, а також подальшого закупорювання наповненої тари пластмасовим гвинтовим ковпачком.

До основних функціональних вузлів даної машини належать: секція ополіскування тари; розливний блок; закупорювальний блок; транспортуючі зірки, які забезпечують переміщення пляшок між окремими блоками машини; а також секції подаючого і відвідного конвеєрів.

Фасувально-пакувальні автомати, що реалізують повний виробничий цикл формування упаковки, характеризуються відносною простотою в обслуговуванні та керуванні, а також забезпечують можливість оперативного переналагодження для роботи з іншими типами упаковок. На обладнанні такого типу здійснюється фасування широкого асортименту продукції, зокрема сметани, йогурту, вершків,

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вершкового масла, домашнього сиру, майонезу, плавленого сиру, гірчиці, джемів, соусів та інших аналогічних продуктів.

Окрему категорію складають автомати, спеціально призначені для стерильного розфасування продукції в тару з полімерних і комбінованих матеріалів. Технологія стерильного розфасування забезпечується завдяки попередній стерилізації пакувального матеріалу та підтриманню стерильних умов безпосередньо в робочій зоні обладнання протягом усього циклу фасування.

Загальний принцип роботи таких апаратів полягає в наступному: після проведення бактерицидної обробки рулонної плівки відбувається формування індивідуального пакета, на поверхню якого наноситься маркування з датою виробництва, після чого здійснюється безпосереднє наповнення пакета продуктом з одночасним видаленням з нього надлишкового повітря, а завершальним етапом є герметичне закупорювання пакета методом термозварювання.



Рисунок 1.2 - Триблок для розливу газованих рідин компанії «Стандарт Плюс»

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Триблоки розливу газованих рідин «Стандарт Плюс»

Триблок для розливу газованих рідин моделі «Стандарт Плюс» (рисунок 1.2) є автоматичною машиною роторного типу, конструктивно призначеною для реалізації ізобаричного методу розливу із застосуванням принципу дозування продукту за рівнем заповнення тари.

Дане обладнання може застосовуватися для розливу таких категорій рідин: газувана питна вода та газувані безалкогольні напої; продукти технології живого (природного) бродіння — пиво та квас; напої, виготовлені на основі цукрових сиропів; напої на основі натуральних концентратів; а також різноманітні газувані вина.

Конструктивно даний апарат складається з трьох основних функціональних секцій: секції ополіскування пляшок (детально показано на рисунку 1.3); секції розливу продукту (рисунок 1.4); секції закупорювання наповненої тари (рисунок 1.5).

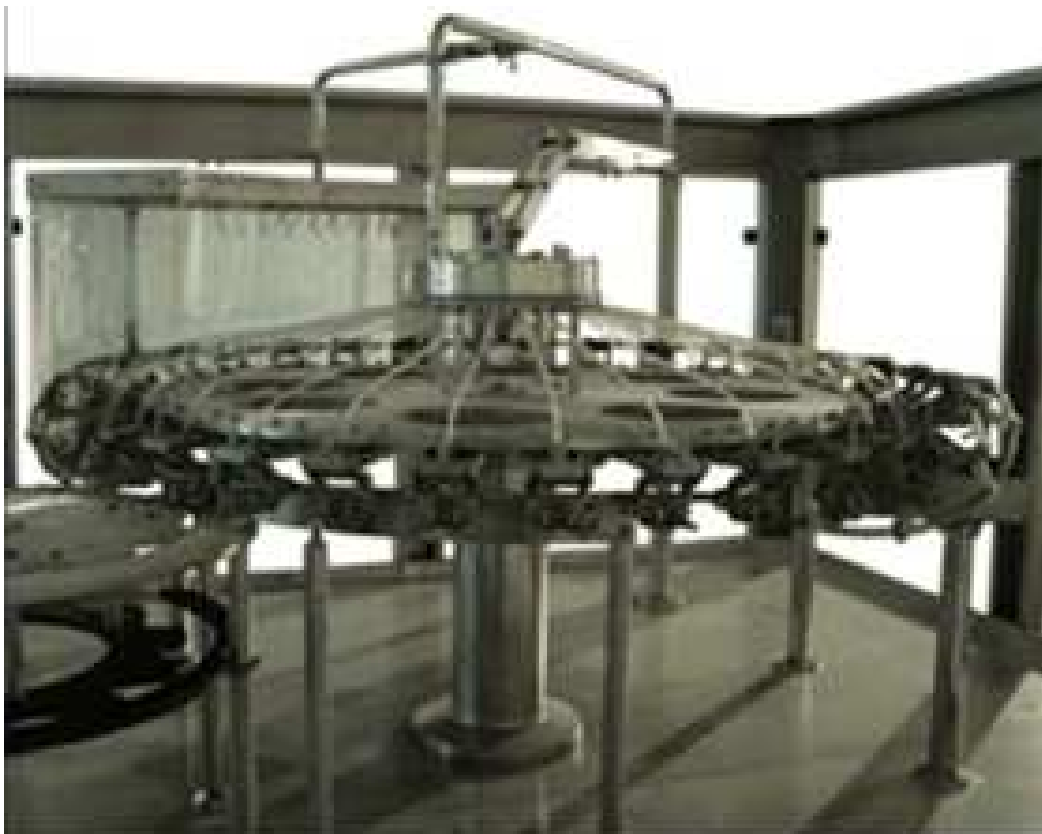


Рисунок 1.3 - Секція споліскування пляшки

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20



Рисунок 1.4 - Секція фасування (розливу)



Рисунок 1.5 - Секція закупорення

Машина призначена для подальшої інтеграції у складі автоматичних технологічних ліній розливу різноманітних видів напоїв.

До комплекту постачання даного обладнання входять такі складові елементи: автоматичний завантажувач кришок (пробок); секція ополіскування тари; секція безпосереднього розливу; секція закупорювання; бункер орієнтації кришок у просторі; завантажувальний бункер для зберігання запасу кришок; транспортер довжиною 2 метри, призначений для переміщення порожньої тари; а також шафа системи керування обладнанням.

Таблиця 1.1 - Технічні характеристики триблоків розливу газованих рідин

Робочі характеристики	Виконання				
	ТСП- 16/16/5	ТСП- 24/24/ 8	ТСП- 32/32/8	ТСП- 40/40/1 0	ТСП- 50/50/12
Продуктивність п/год (1,5 л)	1850	3100	4550	6100	7550
Встановлена потужність, кВт	2,3	2,3	3,25	7,55	7,55
Тиск стислого повітря, атм	6	6	6	6	6
Споліскуючі патрони, шт	16	24	32	40	50
Фасувальні патрони, шт	16	24	32	40	50
Закупорювальні патрони, шт	5	8	8	10	12
Тиск фасованої рідини, МПа	0,22- 0,42	0,22- 0,42	0,22- 0,42	0,22- 0,42	0,22-0,42
Габарити, мм					
довжина	2860	3090	3460	4420	4320
ширина	2160	2260	2660	3270	3630
висота	2720	2720	2720	2720	2620
Температура фасованої рідини, °С	6-7	6-7	6-7	6-7	6-7

Машина фасувально-закупорювальна ВРС-6000.П

Машина фасувально-закупорювальна моделі ВРС-6000.П (рисунок 1.6) призначена для виконання операцій фасування за рівнем таких продуктів, як пиво, безалкогольні напої та мінеральна вода, у пляшки з полімерних матеріалів (ПЕТ) місткістю від 330 до 2000 см³, з подальшим закупорюванням наповненої тари полімерними нагвинчуваними ковпачками, обладнаними гарантійним відривним кільцем для контролю цілісності упаковки.



Рисунок 1.6.– Машина фасувально-закупорювальна ВРС-6000.П

Технічні характеристики:

Продуктивність п/год (1,5 л)	6200
Потужність електричних елементів, кВт:	6,25
Витрата CO ₂ , кг/год:	8

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Витрата води, м3/год, до:	0,15
Витрата повітря при тиску 0,1 МПа на 1000 пляшок, м3:	3,5
Габарити (Д х Ш х В), мм:	4890x2895x2980
Маса машини, кг:	7900

Машина оснащена пристроєм регулювання висоти положення накопичувального бака, що дозволяє оперативно налаштовувати обладнання під різні типорозміри пляшок, а також частотним перетворювачем, який забезпечує регулювання загальної продуктивності лінії: у режимі налагодження — в діапазоні від 0 до 100%, а у штатному робочому режимі — в межах від 50 до 100%.

Основні особливості конструктивного виконання машини включають:

- автоматичну реалізацію за карусельною (роторною) схемою з регульованим приводом;
- наявність 60 фасувальних патронів, що забезпечують високу продуктивність обробки тари;
- 10 закупорювальних пристроїв, які здійснюють надійну герметизацію наповнених пляшок.

Машина фасувально-закупорювальна МР 63

Машина фасувально-закупорювальна моделі МР 63 (рисунок 1.7) призначена для виконання повного циклу операцій — ополіскування тари, розливу безалкогольних напоїв, мінеральної води, пива та квасу в пляшки з поліетилентерефталату (ПЕТ) місткістю від 0,5 л до 3,0 л, а також подальшого закупорювання наповненої тари пластмасовим гвинтовим ковпачком.

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24



Рисунок 1.7.– Машина фасувально-закупорювальна МР 63

Технічні характеристики:

Продуктивність п/год (1,5 л)	6200
Потужність електричних елементів, кВт:	9,65
Габарити (Д х Ш х В), мм:	3550x3800x2990
Маса, кг	5750
Температура фасованої рідини, °С	4-6

До основних функціональних вузлів (складальних одиниць) даної машини належать такі елементи: ополіскувач тари; розливний блок; закупорювальний блок; переносні зірочки, призначені для транспортування пляшки від одного функціонального блоку до іншого; а також секції подаючого та відвідного конвеєрів.

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Конструктивно фасувально-закупорювальна машина являє собою триблочний агрегат, в якому в єдиному корпусі змонтовані ополіскувач, а також ротаційні розливний та закупорювальний агрегати, що мають спільний приводний механізм. До комплекту постачання машини додатково входять секція пневматичного конвеєра, електрична шафа керування та система примусового подавання тари.

Подача порожньої тари на фасувально-закупорювальну машину здійснюється за допомогою пневматичного конвеєра. У базовий комплект машини включена двометрова секція конвеєра, до якої здійснюється безпосередня пристиковка конвеєрної лінії замовника. Пляшки, що подаються по конвеєру, послідовно передаються на секцію ополіскувача.

Фасування харчових продуктів у пляшки відбувається за ізобаричною технологічною схемою, при якій тиск всередині тари вирівнюється з тиском у системі ще до початку наповнення, що дозволяє мінімізувати втрати газу та піноутворення.

Ізобарична схема даної машини реалізована за принципом одноканальної системи, тобто резервуар, призначений для рідини, одночасно виконує функцію газового каналу для заповнення пляшок насиченим газом перед розливом.

Машина фасувально-закупорювальна моделі МР 63 характеризується низкою суттєвих переваг порівняно з аналогічним обладнанням:

- у випадку виникнення несправності наливний пристрій може бути демонтований повністю, без необхідності повного розбирання усього вузла, що дозволяє суттєво заощадити робочий час та трудовитрати персоналу. При цьому ремонтні та налагоджувальні роботи можуть здійснюватися поза межами основної машини, безпосередньо у ремонтній майстерні;
- конструктивне виконання машини забезпечує мінімальний часовий інтервал між операціями наливання продукту та закупорювання тари, завдяки чому втрати газу, розчиненого в напої, зводяться до абсолютного мінімуму;
- застосування сучасної ультразвукової системи контролю рівня рідини надає можливість швидко та з високою точністю визначати фактичний

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

рівень заповнення тари продуктом, що позитивно впливає на якість готової продукції.

1.4. Мета і задачі кваліфікаційної роботи

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення комплексу заходів з монтажу, експлуатації та технічного обслуговування машини марки 54/9RINSER 36 для розливу води в ПЕТ-тару, спрямованих на забезпечення її безвідмовної роботи та підвищення ефективності використання у виробничих умовах [10-13].

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

проаналізувати конструкцію, принцип роботи та технічні характеристики машини марки 54/9RINSER 36, а також виконати огляд і порівняльний аналіз сучасних типів обладнання для розливу і закупорення харчових рідин;

розробити схему монтажу машини марки 54/9RINSER 36: обґрунтувати вибір такелажного оснащення та засобів переміщення, визначити методи і засоби вивірки обладнання на фундаменті;

виконати конструкторські розрахунки основних робочих механізмів машини [14-16] — визначити цикл роботи, затрати потужності на привід каруселі фасування, параметри дозуючого механізму та циліндричної передачі;

розробити технологію ремонту [17-19] машини марки 54/9RINSER 36: проаналізувати характерні причини виходу з ладу, скласти графік планово-попереджувальних ремонтів, виконати дефектування деталей та розробити технічну документацію на ремонт;

розробити технологічний процес механічної обробки [20-23] фланця машини марки 54/9RINSER 36 з обґрунтуванням вибору заготовки, визначенням припусків і режимів різання та технічним нормуванням операцій;

розробити заходи з охорони праці [24] та безпеки життєдіяльності при експлуатації машини марки 54/9RINSER 36 відповідно до чинного законодавства України.

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Конструкторська частина

2.1. Розрахунок циклу роботи машини для розливу

Основними конструктивними елементами, які приймають безпосередню участь у фасуванні являються розділююча зірочка, подаюча зірочка, фасувальні патрони, вивантажувальна зірочка (рисунок 3.1).

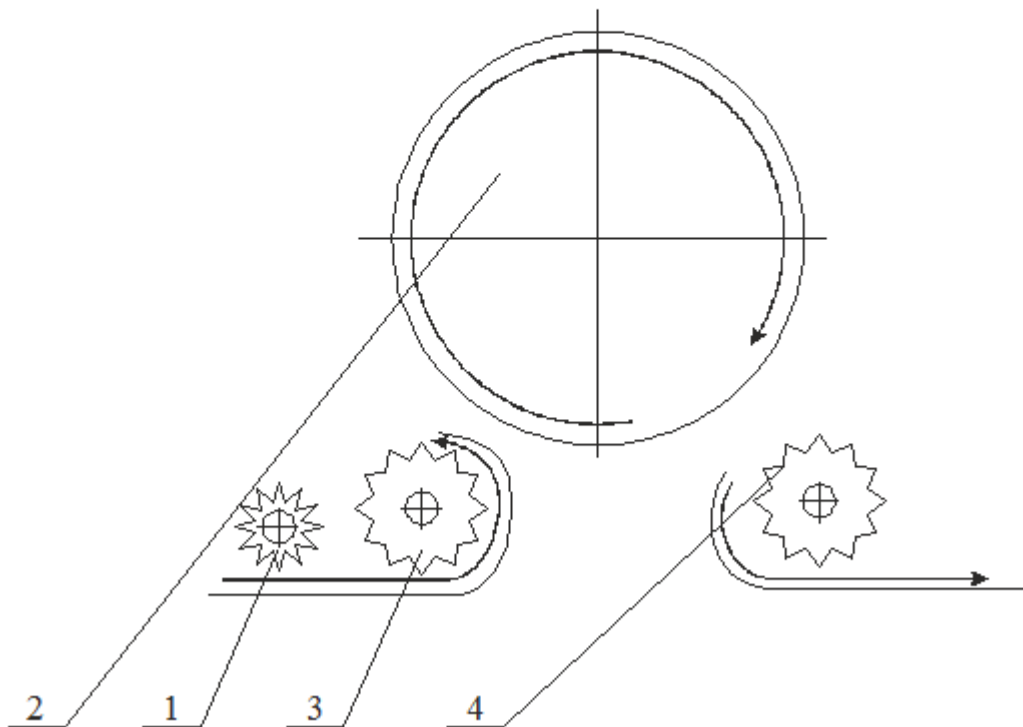


Рисунок 2.1.- Схема розміщення століків і каруселей фасувальної машини:

1 - розділююча зірочка; 2 - карусель фасування; 3 - подаюча зірочка; 4 - вивантажувальна зірочка.

Структуру циклу роботи машини утворюють наступні операції: встановлення пляшки в пляшкотримач, піднімання пляшки, наповнення пляшки, опускання пляшки і передача на блок укупорювання.

Тривалість наповнення однієї пляшки: $\tau := 3.553$ $\tau = 3.553$ (с)

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Мадай В.А.			2. Конструкторська частина	Літ.	Арк.
Перевір.		Пилипець О.М.					28
Реценз.						гр. МОЗ-41	
Н. Контр.		Кравець О.І.					
Затверд.		Пилипець О.М.					

Частота обертання каруселі із 18 фасувальними патронами при продуктивності 6000 пл/год складає:

$$n := \frac{6000}{18 \cdot 3600} \quad n = 0.093 \quad \left(\frac{1}{c} \right)$$

Кутова швидкість обертання: $\omega_{\phi} := 2 \cdot (\pi \cdot n) \quad \omega_{\phi} = 0.582 \quad (\text{рад/с})$

Тривалість одного повного оберта каруселі:

$$t := \frac{1}{n} \quad t = 10.8 \quad (c)$$

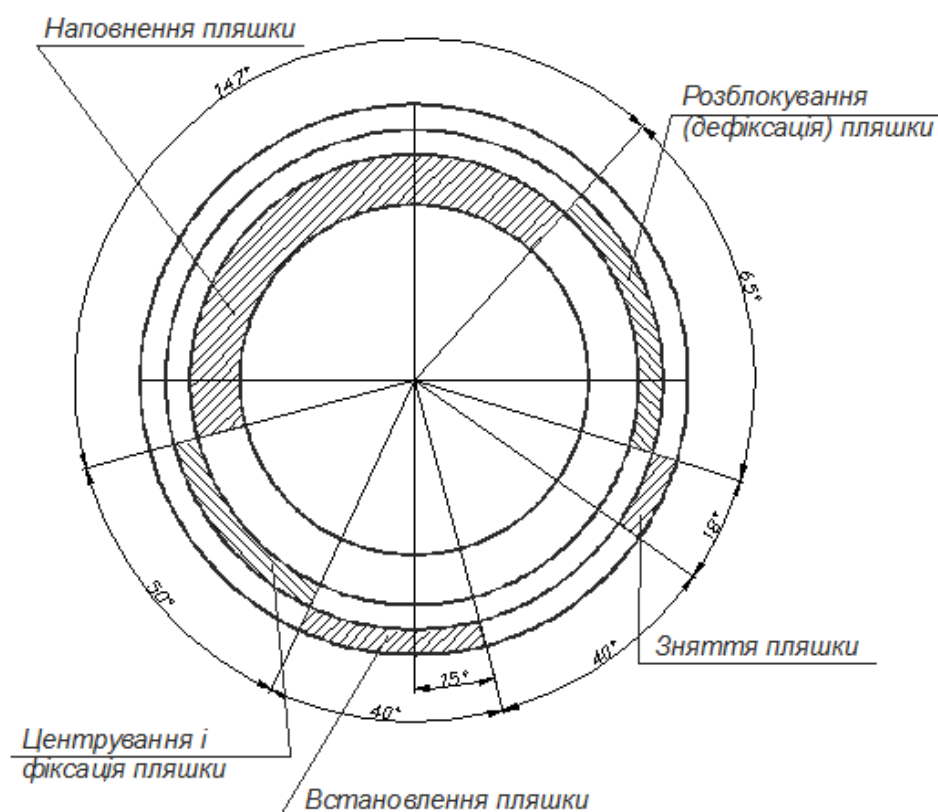


Рисунок 2.2.- Циклограма роботи фасувального агрегату.

Кут між завантажувальною і вивантажувальною зірочкою (т.зв. "мертва зона") складає 40°. Тривалість перебування пляшки на каруселі фасування:

$$t_{\phi} := t \cdot \frac{360 - 40}{360} \quad t_{\phi} = 9.6 \quad (c)$$

Необхідний кут каруселі для наповнення пляшки при заданих геометричних параметрах дозувального пристрою:

$$\alpha_H := \frac{\tau}{t} \cdot 360 \quad \alpha_H = 118.433$$

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

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

$$\tau_{\Gamma} := 0.55 \text{ (с)}$$

Відповідно необхідний кут повороту каруселі на наповнення газом:

$$\alpha_{\Gamma} := \frac{\tau_{\Gamma}}{t} \cdot 360 \quad \alpha_{\Gamma} = 18.333$$

Загальний кут повороту на наповнення:

$$\alpha_{\text{заг}} := \frac{\tau + \tau_{\Gamma}}{t} \cdot 360 \quad \alpha_{\text{заг}} = 136.767$$

Приймаємо з запасом 10° кут наповнення $\alpha_{\text{заг}} := 147$

Сумарна тривалість наповнення:

$$\tau_{\text{заг}} := \frac{\alpha_{\text{заг}}}{360} \cdot t \quad \tau_{\text{заг}} = 4.41 \quad (\text{с})$$

Тривалість встановлення пляшки:

$$t_1 := t \cdot \frac{40}{360} \quad t_1 = 1.2 \quad (\text{с})$$

Тривалість фіксації пляшки:

$$t_2 := t \cdot \frac{50}{360} \quad t_2 = 1.5 \quad (\text{с})$$

Тривалість наповнення пляшки:

$$t_3 := \tau_{\text{заг}} \quad t_3 = 4.41 \quad (\text{с})$$

Тривалість дефіксації пляшки:

$$t_4 := t \cdot \frac{65}{360} \quad t_4 = 1.95 \quad (\text{с})$$

Тривалість зняття пляшки зі столика:

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_5 := t \cdot \frac{18}{360} \qquad t_5 = 0.54 \qquad (с)$$

Холостий пробіг:

$$t_6 := t \cdot \frac{40}{360} \qquad t_6 = 1.2 \qquad (с)$$

Перевірка.

$$t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 = 10.8 \qquad (с)$$

$$t = 10.8 \qquad (с)$$

Лінійна швидкість пляшки:

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

де $D := 1.56$ м - діаметр розміщення центра пляшки.

$$v := \frac{\pi \cdot D}{t} \qquad v = 0.454 \qquad \left(\frac{м}{с} \right)$$

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2. Розрахунок затрат потужності на приведення в рух каруселі фасування машини для розливу

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 типу 8132 із діаметром розміщення кульок

$d := 0.165$ (м). Коефіцієнт тертя кочення 0.02.

Необхідний момент на приведення в рух каруселі:

$$T_{\Phi} := 4.5 \cdot m_{\Phi} \cdot 9.81 \cdot \frac{d}{2} \quad T_{\Phi} = 3.26 \times 10^3 \text{ (Н*м)}$$

Необхідна потужність:

$$N_{\Phi} := \frac{T_{\Phi} \cdot \omega_{\Phi}}{1000} \quad N_{\Phi} = 1.896 \quad (\text{кВт})$$

Робота подаючої зірочки заключається у транспортуванні порожніх пляшок масою $m_{\text{пл}} := 0.050$ (кг). Діаметр кола транспортування:

$d_{\text{з.пл}} := 0.34$ (м). Коефіцієнт тертя пластику по сталі рівний 0,35.

Одночасно транспортуються 3 пляшки.

Частота обертання зірочки із 8-ма секціями при продуктивності 6000 пл/год складає:

$$n := \frac{6000}{8 \cdot 3600} \quad n = 0.208 \quad \left(\frac{1}{\text{с}} \right)$$

Кутова швидкість обертання: $\omega_{\text{з.пл}} := 2 \cdot (\pi \cdot n) \quad \omega_{\text{з.пл}} = 1.309$ (рад/с)

Необхідний момент на приведення в рух зірочки

$$T_{\text{з.пл}} := 3 \cdot \left(0.35 \cdot m_{\text{пл}} \cdot 9.81 \cdot \frac{d_{\text{з.пл}}}{2} \right) \quad T_{\text{з.пл}} = 0.088 \quad (\text{Н*м})$$

Необхідна потужність:

$$N_{\text{з.пл}} := \frac{T_{\text{з.пл}} \cdot \omega_{\text{з.пл}}}{1000} \quad N_{\text{з.пл}} = 1.146 \times 10^{-4} \quad (\text{кВт})$$

Вивантажуючу зірочку розраховуємо так же із врахуванням того, що маса пляшки більша на 1,5 кг.

$$m_{\text{пл}} := 1.550 \quad (\text{кг})$$

Необхідний момент на приведення в рух зірочки

$$T_{\text{рв.пл}} := 3 \cdot \left(0.35 \cdot m_{\text{пл}} \cdot 9.81 \cdot \frac{d_{\text{з.пл}}}{2} \right) \quad T_{\text{рв.пл}} = 2.714 \quad (\text{Н*м})$$

Необхідна потужність:

$$N_{\text{рв.пл}} := \frac{T_{\text{рв.пл}} \cdot \omega_{\text{з.пл}}}{1000} \quad N_{\text{рв.пл}} = 3.553 \times 10^{-3} \quad (\text{кВт})$$

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3. Вибір кінематичної схеми машини для розливу

Кінематична схема розробляється на етапах проектування, конструювання або комплексної модернізації будь-якого технологічного обладнання та машин. Вона служить фундаментальним вихідним документом для подальшого виконання точних кінематичних досліджень, а також детального силового й енергетичного розрахунку всієї системи. Кінематична схема наочно відображає послідовність сполучення структурних елементів, структурний взаємозв'язок, специфіку розподілу потоків потужності від привода, а також усі внутрішні кінематичні зв'язки між окремими елементами машини.

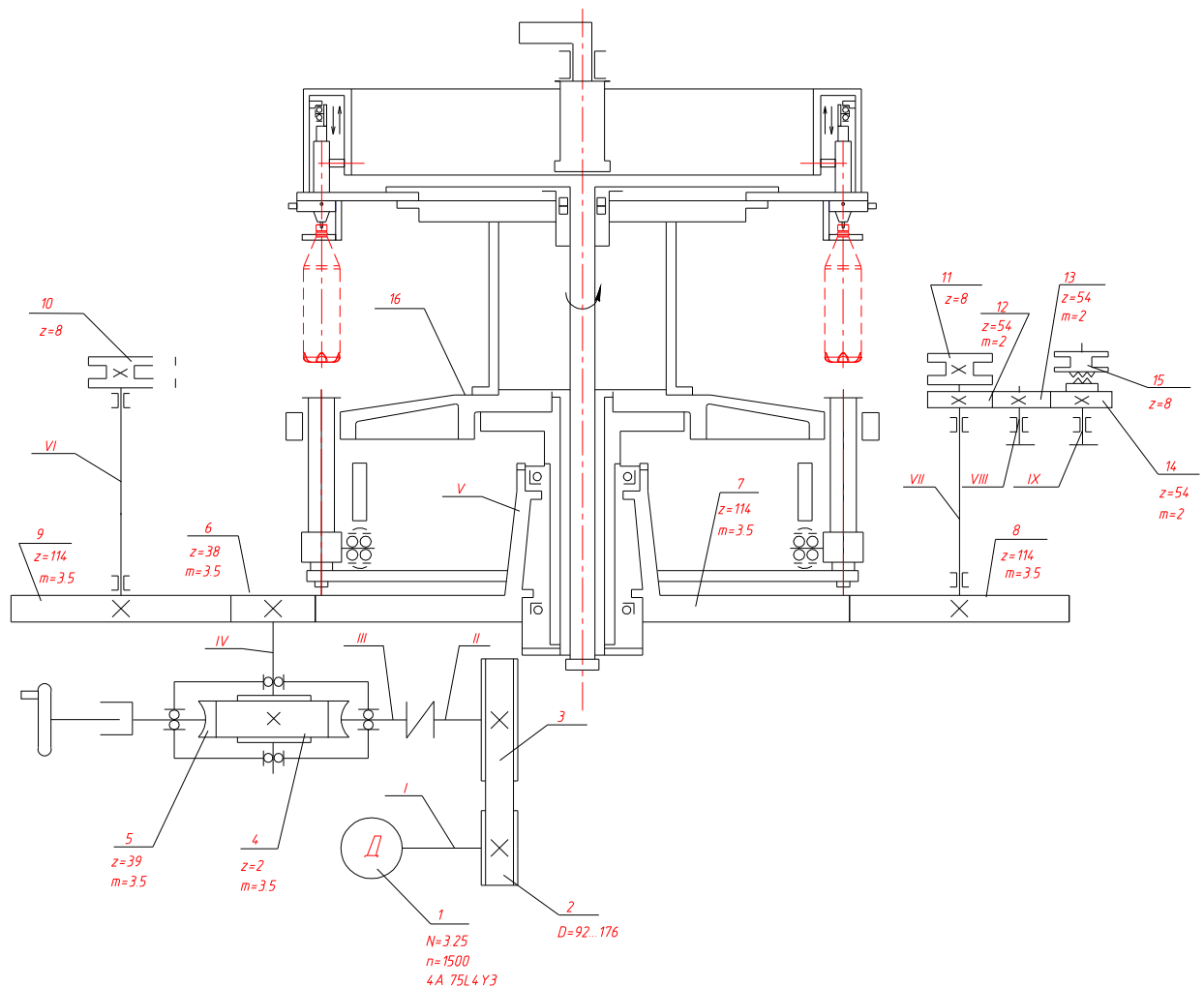


Рисунок 2.3.– Кінематична схема машини марки 54/9RINSER 36.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ 762.00.00.000 ПЗ

Арк.
34

Розрахуємо основні параметри кінематичної схеми машини.

Вихідні дані:

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

$$\text{Передаточне число варіатора} \quad u_{\text{I...II}} := 4.5$$

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

Необхідне передаточне число пари привідне колесо-наповнюючий стіл:

$$u_{\text{IV...V}} := \frac{\omega_{\text{дв}}}{u_{\text{I...II}} \cdot u_{\text{III...IV}} \cdot \omega_{\text{ф}}} \quad u_{\text{IV...V}} = 3.001$$

Необхідне передаточне число пари наповнюючий стіл-подаюча зірочка:

$$u_{\text{V...VI}} := \frac{\omega_{\text{дв}}}{u_{\text{I...II}} \cdot u_{\text{III...IV}} \cdot u_{\text{IV...V}} \cdot \omega_{\text{з.пл}}} \quad u_{\text{V...VI}} = 0.444$$

$$u_{\text{V...VII}} := \frac{\omega_{\text{дв}}}{u_{\text{I...II}} \cdot u_{\text{III...IV}} \cdot u_{\text{IV...V}} \cdot \omega_{\text{з.пл}}} \quad u_{\text{V...VII}} = 0.444$$

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:

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

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

Розрахуємо необхідну для приведення в рух машини потужність.

$$\text{К.к.д. підшипника:} \quad \eta_{\text{підш}} := 0.99 \quad [3]$$

$$\text{К.к.д. циліндричної передачі} \quad \eta_{\text{ц.пер}} := 0.95 \quad [3]$$

$$\text{К.к.д. черв'ячного редуктора} \quad \eta_{\text{ч.ред}} := 0.85 \quad [3]$$

$$\text{К.к.д. варіатора} \quad \eta_{\text{вар}} := 0.8 \quad [3]$$

Передана передачею на валу IX потужність:

$$N_{IX} := \frac{N_{рв.пл}}{\eta_{підш}^2} \quad N_{IX} = 3.859 \times 10^{-3} \text{ (кВт)}$$

Частота обертання вала IX:

$$\omega_{IX} := \omega_{з.пл} \quad \omega_{IX} = 1.309 \text{ (рад/с)}$$

Крутний момент:

$$T_{IX} := \frac{N_{IX} \cdot 1000}{\omega_{IX}} \quad T_{IX} = 2.948 \text{ (Н*м)}$$

Передана передачею на валу VIII потужність:

$$N_{VIII} := \frac{N_{IX}}{\eta_{підш}^2 \cdot \eta_{ц.пер}} \quad N_{VIII} = 4.144 \times 10^{-3} \text{ (кВт)}$$

Частота обертання вала VIII:

$$\omega_{VIII} := \omega_{IX} \quad \omega_{VIII} = 1.309 \text{ (рад/с)}$$

Крутний момент:

$$T_{VIII} := \frac{N_{VIII} \cdot 1000}{\omega_{VIII}} \quad T_{VIII} = 3.166 \text{ (Н*м)}$$

Передана передачею на валу VII потужність:

$$N_{VII} := \frac{\frac{N_{рв.пл}}{\eta_{підш}^2} + \frac{N_{VIII}}{\eta_{ц.пер}}}{\eta_{підш}} \quad N_{VII} = 8.304 \times 10^{-3} \text{ (кВт)}$$

Частота обертання вала VII:

$$\omega_{VII} := \omega_{VIII} \quad \omega_{VII} = 1.309 \text{ (рад/с)}$$

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Крутний момент:

$$T_{VII} := \frac{N_{VII} \cdot 1000}{\omega_{VII}} \quad T_{VII} = 6.344 \quad (\text{Н*м})$$

Передана передачею на валу VI потужність:

$$N_{VI} := \frac{N_{з.пл}}{\eta_{підш}^3} \quad N_{VI} = 3.543 \times 10^{-4} \quad (\text{кВт})$$

Частота обертання вала VI:

$$\omega_{VI} := \omega_{з.пл} \quad \omega_{VI} = 1.309 \quad (\text{рад/с})$$

Крутний момент:

$$T_{VI} := \frac{N_{VI} \cdot 1000}{\omega_{VI}} \quad T_{VI} = 0.271 \quad (\text{Н*м})$$

Передана передачею на валу V потужність:

$$N_V := \frac{N_{\phi}}{\eta_{підш}^3} + \frac{N_{VI}}{\eta_{ц.пер}} + \frac{N_{VII}}{\eta_{ц.пер}} \quad N_V = 1.963 \quad (\text{кВт})$$

Частота обертання вала V:

$$\omega_V := \omega_{\phi} \quad \omega_V = 0.582 \quad (\text{рад/с})$$

Крутний момент:

$$T_V := \frac{N_V \cdot 1000}{\omega_V} \quad T_V = 3.375 \times 10^3 \quad (\text{Н*м})$$

Передана передачею на валу IV потужність:

$$N_{IV} := \frac{N_V}{\eta_{ц.пер}} \quad N_{IV} = 2.067 \quad (\text{кВт})$$

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Потужність електродвигуна: $N_{\text{е.дв}} := 3.25 \text{ (кВт)}$

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

2.4. Розрахунок дозуючого механізму

Середня висота напору з дозатора до кінця наповнювальної трубки:

$H := 0.295 \text{ (м)}$

Об'єм ПЕТ-пляшки: $V := 1.5 \text{ (л)}$

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

$\phi := 0.98$

$g := 9.81 \text{ (м/с}^2\text{)}$

Швидкість витікання рідини:

$w := \phi \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} \quad w = 2.358 \text{ (м/с)}$

Геометричні параметри трубки:

діаметр отвору: $d_{\text{tr}} := 0.022 \text{ (м)}$

діаметр трубки: $\delta_{\text{tr}} := 0.016 \text{ (м)}$

Площа поперечного перерізу каналу для рідини:

$F := \frac{\pi}{4} \cdot (d_{\text{tr}}^2 - \delta_{\text{tr}}^2) \quad F = 1.791 \times 10^{-4} \text{ (м}^2\text{)}$

Секундна витрата рідини: $V' := w \cdot F \quad V' = 4.222 \times 10^{-4} \text{ (м}^3\text{)}$

Тривалість наповнення однієї пляшки:

$\tau := \frac{0.001 \cdot V}{V'} \quad \tau = 3.553 \text{ (с)}$

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.5. Розрахунок циліндричної передачі приводу каруселі

Потужність на ведучому валу $P_1 := N_{IV}$ $P_1 = 2.067$ 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 (CH); можливі короткочасні перевантаження до 200 % від номінального; строк служби передачі $h := 22000$ год.

Параметри навантаження зубчастої передачі

Номінальний обертовий момент на ведучому валу

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

$$T_{31} := \frac{P_1}{\omega_{31}} \quad T_{31} = 4.085 \text{ (Н*і)} \quad T_{1H} := T_{31} \quad T_{1F} := T_{31}$$

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

$$T_{1\max} := 1.5 \cdot T_{31} \quad T_{1\max} = 6.127 \text{ (Н*м)}$$

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)

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

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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),

$$\sigma_{B1} := 900 \quad (\text{МПа}) \quad \sigma_{T1} := 750 \quad (\text{МПа})$$

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

$$\sigma_{B2} := 790 \quad (\text{МПа}) \quad \sigma_{T2} := 640 \quad (\text{МПа})$$

Допустимі напруження для розрахунку зубчастої передачі.

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

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

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

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:

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

$$I\sigma_{I_{H2}} := \sigma_{Hlimb2} \cdot Z_R \cdot \frac{K_{HL}}{s_H} \quad I\sigma_{I_{H2}} = 509.091 \quad (\text{МПа})$$

Для зубців передачі розрахункове допустиме контактне напруження:

$$I\sigma_{I_H} := 0.45 \cdot (I\sigma_{I_{H1}} + I\sigma_{I_{H2}}) \quad I\sigma_{I_H} = 486.818 \quad (\text{МПа})$$

Допустиме граничне контактне напруження

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

б) Допустимі напруження на згин. Границі витривалості ізубців 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:

$$I\sigma_{I_{F1}} := \sigma_{Flimb1} \cdot K_{Fc} \cdot \frac{K_{FL}}{s_F} \quad I\sigma_{I_{F1}} = 229.091 \quad (\text{МПа})$$

$$I\sigma_{I_{F2}} := \sigma_{Flimb2} \cdot K_{Fc} \cdot \frac{K_{FL}}{s_F} \quad I\sigma_{I_{F2}} = 200.455 \quad (\text{МПа})$$

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

$$I\sigma_{I_{F1max}} := 4.8 \cdot \frac{H_1}{s_F} \quad I\sigma_{I_{F1max}} = 610.909 \quad (\text{МПа})$$

$$I\sigma_{I_{F2max}} := 4.8 \cdot \frac{H_2}{s_F} \quad I\sigma_{I_{F2max}} = 534.545 \quad (\text{МПа})$$

Проектний розрахунок передачі. Для проектного розрахунку попередньо беремо коефіцієнт ширини вінця $\psi_{ba} := 0.40$ і відповідно $\psi_{bd} := 0.5 \cdot \psi_{ba} \cdot (u_{36} + 1)$ $\psi_{bd} = 0.8$

За графіками [3] залежно від ψ_{bd} (симетричне розміщення

зубчастих коліс відносно опор валів та твердість $H < 350$ HB)
 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

$$a_{wmin} := K_a \cdot (u_{36} + 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{(T_{1H} \cdot K_{H\beta})}{u_{36} \cdot \psi_{ba} \cdot I_{\sigma} I_H^2}} \quad a_{wmin} = 42.763 \text{ (мм)}$$

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

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

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 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						42
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

$$F_t := \frac{2 \cdot T_{31} \cdot 1000}{d_1} \quad F_t = 61.423 \quad (\text{Н})$$

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

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

$$w_{Ht} := \frac{F_{Ht}}{b_2} \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{Hv} \quad w_{Ht} = 0.696 \quad (\text{Н/мм})$$

Розрахункове контактне напруження

$$\sigma_H := Z_M \cdot Z_H \cdot Z_{\varepsilon} \cdot \sqrt{\frac{w_{Ht}}{d_1} \cdot \frac{u_{36} + 1}{u_{36}}} \quad \sigma_H = 35.085 \quad (\text{МПа})$$

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

Розрахунок активних поверхонь зубців на контактну міцність

$$\sigma_{Hmax} := \sigma_H \cdot \sqrt{\frac{T_{1max}}{T_{1H}}} \quad \sigma_{Hmax} = 42.97 \quad (\text{МПа})$$

Напруження менші від допустимих. Контактна міцність забезпечується.

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$w_{Ft} := \frac{F_{Ft}}{b_2} \cdot K_{F\alpha} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{Fv} \quad w_{Ft} = 0.649 \quad (\text{Н/мм})$$

Розрахункове напруження згину у зубцях шестерні та колеса:

$$\sigma_{F1} := Y_{F1} \cdot Y_\epsilon \cdot Y_\beta \cdot \frac{w_{Ft}}{m_n} \quad \sigma_{F1} = 0.743 \quad (\text{МПа})$$

$$\sigma_{F2} := Y_{F2} \cdot Y_\epsilon \cdot Y_\beta \cdot \frac{w_{Ft}}{m_n} \quad \sigma_{F2} = 0.669 \quad (\text{МПа})$$

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:

$$\sigma_{F1max} := \sigma_{F1} \cdot \frac{T_{1max}}{T_{1F}} \quad \sigma_{F1max} = 1.115 \quad (\text{МПа})$$

$$\sigma_{F2max} := \sigma_{F2} \cdot \frac{T_{1max}}{T_{1F}} \quad \sigma_{F2max} = 1.004 \quad (\text{МПа})$$

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

Розрахунок параметрів зубчастої передачі (рисунок 3.3).

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

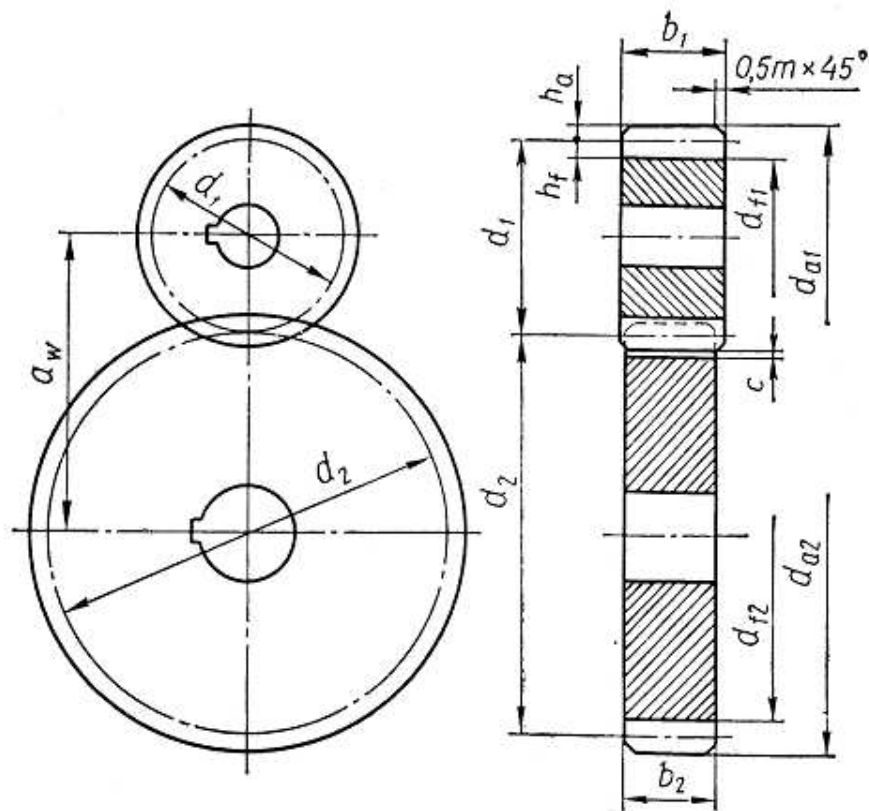


Рисунок 2.4 - Розрахункова схема зубчастої передачі приводу каруселі фасування.

Розміри вінців зубчастих коліс:

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

Ширини вінців: $b_1 = 106$ (i) $b_2 = 104$ (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 $F_t = 61.423 \quad (\text{Н})$

Радіальна сила: $F_r := F_t \cdot \tan(\alpha_n) \quad F_r = 22.356 \quad (\text{Н})$

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

3. Технологічна частина

3.1 Розробка схеми монтажу машини марки 54/9RINSER 36

3.1.1. Вибір такелажного оснащення та схеми переміщення машини марки 54/9RINSER 36

Машина марки 54/9RINSER 36 в упакованому стані відвантажується з заводу-виробника автомобільним транспортом, після чого відповідальність за збереження вантажу переходить до перевізника. По прибуттю на об'єкт замовник здійснює приймальний контроль, перевіряючи цілісність тари та упаковки. В ході розпакування зберігають транспортні салазки для подальшого переміщення до місця монтажу, дістають супровідну документацію та виконують зовнішній візуальний огляд без демонтажу складальних одиниць. Комплектність устаткування, змінних і запасних частин, інструменту та оснащення звіряють з пакувальною відомістю. Додатково контролюють наявність технологічних заглушок і пробок у патрубках, відповідність фланцевих з'єднань, відсутність зовнішніх пошкоджень. У разі виявлення дефектів чи некомплектності оформлюється рекламацийний акт виробнику — за умови дії гарантійного терміну [17-19].

Для антикорозійного захисту під час транспортування чи довготривалого складського зберігання застосовується консервація. Зовнішні поверхні муфти, маслопоказчика та таблички вкривають тонким шаром мастила ПВК (ГОСТ 19537-74), а робочу порожнину обробляють мастилом ЦІАТІМ-221 (ГОСТ 9433-60). Патрубки герметизують заглушками або плівкою на клейовій основі, люки закривають кришками. За умов підвищеної вологості тропічного чи морського клімату законсервований агрегат додатково пакують у полімерний чохол.

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Мадай В.А.			3. Технологічна частина				Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Пилипець О.М.									47	
Реценз.									гр. МОЗ-41			
Н. Контр.		Кравець О.І.										
Затверд.		Пилипець О.М.										

Перед введенням в експлуатацію законсервовані зовнішні поверхні обробляють ганчір'ям, змоченим у соляровому маслі, з подальшим протиранням сухою ветошшю. Мастило з робочої порожнини видаляють через відкриті патрубки шляхом короткочасного провертання ротора електродвигуном, попередньо протерши деталі порожнини. Після видалення консерванту виконують сушіння деталей шляхом включення електродвигуна на 3-5 хвилин з провертанням ротора.

Зберігання законсервованого устаткування здійснюється в закритому приміщенні або під навісом за температури в межах $\pm 50^{\circ}\text{C}$ і відносної вологості до 80% (при 20°C). Термін зберігання до передачі в монтаж мінімізують, дотримуючись рекомендацій виробника. При тривалому складуванні не рідше одного разу на 9-12 місяців проводять ревізію та переконсервацію. Тара має відповідати вимогам обраного виду транспорту, а сама машина — надійно закріплюватися в ящику, який в свою чергу фіксується на транспортній платформі. За відсутності претензій устаткування передається в монтаж за актом.

До основних монтажних операцій належать: транспортування агрегату до місця встановлення, влаштування фундаменту, монтаж та вивірка на фундаменті, розконсервація, пусконаладжувальні роботи, випробування та здача в експлуатацію. Для внутрішньоцехового переміщення обладнання застосовується різноманітне такелажне оснащення, вибір якого ґрунтується на критеріях економічності та функціональної ефективності. Особливу увагу при виконанні монтажно-налагоджувальних робіт приділяють вимогам охорони праці та техніки безпеки.

Машина встановлюється в одноповерховому цеху розливу безалкогольних напоїв. Транспортування до місця монтажу здійснюється автотранспортом TFN марки CPD3DP, подальші монтажні операції виконуються електричною талею. Для строповки використовуються сталеві канати у вигляді стропів, підбір яких передбачає розрахунок розривного зусилля з порівнянням до нормативних показників.

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.1.2 Методи вивірки машини на фундаменті. Підбір інструментів та оснащення.

Машина монтується [17-19] на залізобетонному фундаменті. Підготовчий етап монтажних робіт включає розконсервацію, підготовку монтажного майданчика та винесення додаткових робочих осей і відміток за потреби.

Встановлення обладнання у проектне положення передбачає: розміщення машини на опорних елементах фундаменту; попередню установку з суміщенням базових отворів станини з розміченими точками; остаточне розміщення в проектному положенні по плану, висотних відмітках та горизонтальності шляхом регулювальних переміщень з контролем фактичного положення.

Монтаж здійснюється за рівнем. При вивірці на горизонтальність визначають монтажну базу — базову горизонтальну поверхню, на яку встановлюється монтажний рівень у двох взаємно перпендикулярних напрямках вздовж поздовжньої та поперечної осей машини. Контролюється точність розташування поверхонь та осей деталей і складальних одиниць. Після попередньої вивірки за необхідності виконують кріплення до опори з подальшою остаточною перевіркою.

3.2. Розроблення технології ремонту машини

3.2.1. Аналіз причин виходу з ладу. Графік ППР

Несправності [17-19] зумовлюють порушення нормального режиму роботи, простої устаткування, передчасний знос деталей і механізмів, погіршення якості продукції та зниження ефективності технологічного процесу. До основних зовнішніх факторів впливу належать вібраційні навантаження, підвищена вологість та агресивність середовища, що спричиняє потрапляння забруднень у зазори спряжень і прискорений знос деталей — природний або аварійний.

Своєчасне технічне обслуговування забезпечує безперебійність виробничого процесу. Основні несправності, причини їх виникнення та методи

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

усунення наведено в таблиці 3.1. Система планово-попереджувальних ремонтів (ППР) являє собою комплекс організаційно-технічних заходів з технічного нагляду та профілактичного ремонтного обслуговування за заздалегідь розробленим графіком з метою забезпечення безперервної роботи устаткування.

Таблиця 3.1- Основні можливі несправності машини розриву, причини їх виникнення і способи усунення

Найменування несправностей, зовнішній прояв і додаткові ознаки	Ймовірна причина	Метод усунення
1. Не горить сигнальна лампа	Перегорів запобіжник.	Замінити справним
2. Не рухається транспортер	Перегорів двигун Обірвався ланцюг Зрізалась шпонка	Замінити двигун Замінити розірвану ланку Замінити на цілу

Технічне обслуговування передбачає щоденний нагляд за обладнанням і полягає у дотриманні правил експлуатації та організації контролю технічного стану. Виконується виробничим і черговим персоналом відповідно до посадових інструкцій, регламентів технічної експлуатації, вимог техніки безпеки та охорони праці.

Планове технічне обслуговування включає діагностику стану деталей та складальних одиниць, що підлягають зношенню. Періодичні огляди проводяться ремонтним персоналом у міжремонтні періоди; під час оглядів відповідальних вузлів обов'язкова присутність механіка цеху та представника відділу головного механіка.

Поточний ремонт виконується з частковим розбиранням окремих складальних одиниць у неробочі зміни та вихідні дні. До його складу входять: промивання вузлів і агрегатів із заміною мастильних матеріалів; регулювання найбільш навантажених і зношуваних складальних одиниць; розбирання вузлів із заміною чи відновленням деталей, ресурс яких відповідає тривалості

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

міжремонтного періоду; збирання та контрольна перевірка відремонтованих вузлів; відновлення антикорозійних покриттів.

Середній ремонт призначається при зростанні зносу деталей і складальних одиниць та охоплює: операції поточного ремонту; ремонт або заміну великогабаритних деталей і вузлів; заміну втулок, підшипників і зубчастих передач; вивірку та регулювання складальних одиниць і комплексів; випробування та фарбування. Поточний і середній ремонти мають забезпечувати безперебійну роботу устаткування до моменту заміни основних деталей у рамках капітального ремонту.

Капітальний ремонт характеризується масовою заміною деталей і вузлів і включає: операції поточного й середнього ремонту; повне розбирання та промивання агрегату; ремонт чи заміну зношених деталей; перевірку фундаменту й станини; збирання машини з подальшим контролем; випробування на холостому ходу та під навантаженням.

Позаплановий ремонт виконується у разі аварійної зупинки обладнання. При цьому оформлюється акт із зазначенням обставин, причин аварії, винних осіб та переліку заходів з усунення наслідків. Аварійний ремонт виконується невідкладно і за обсягом може відповідати поточному або капітальному.

Технічний огляд устаткування передбачає контроль таких параметрів: габаритні розміри — за крайніми точками машини у встановленому положенні; масогабаритні характеристики — за результатами зважування; відповідність збирання вимогам конструкторської документації; дотримання вимог техніки безпеки — наявність огорожень, захисних кожухів та коректність виконання заземлення.

Структура ремонтних циклів машини марки 54/9RINSER 36 наведена нижче:

Кп–О–О–Мл–О–О–Ср–О–О–Мл–
О–О–Ср–О–О–Мл–О–О–
Ср–О–О–Мл–О–О–Кп

Структура ремонтного циклу машини марки 54/9RINSER 36 визначається такими нормативними показниками: міжремонтний період до капітального

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ремонту (Кп) — 24 місяці, до середнього (Ср) — 6 місяців, до малого (Мл) — 3 місяці, періодичність технічного огляду (О) — 1 місяць. Категорія складності ремонту механічної частини $R_m = 1,0$.

Норми часу на виконання ремонтних робіт становлять, люд.-год: для капітального ремонту — 35,0, для середнього — 21,0, для технічного огляду — 7,0.

Трудомісткість робіт з ремонту та технічного обслуговування механічної частини обладнання обчислюється за формулою:

$$T_{м.ч} = k \cdot R_m,$$

де k — коефіцієнт, що враховує вид ремонтних робіт, люд.-год; R_m — категорія складності ремонту механічної частини машини.

Коефіцієнти k для різних видів ремонту: $O = 1,0$; малий ремонт (Мл) = 7,0; середній ремонт (Ср) = 21,0; капітальний ремонт (Кп) = 35,0 люд.-год.

Розрахунок сумарної трудомісткості за дворічний цикл виконується з урахуванням кількості ремонтних заходів кожного виду: 16 технічних оглядів, 4 малих ремонти, 4 середніх ремонти та 1 капітальний ремонт:

$$16 \times 1 + 4 \times 7 + 4 \times 21 + 1 \times 35 = 163 \text{ люд.-год.}$$

Отриману загальну трудомісткість розподіляємо за видами робіт відповідно до встановлених питомих коефіцієнтів:

$$\text{слюсарні роботи: } 163 \times 0,72 = 45,36 \text{ люд.-год;}$$

$$\text{верстатні роботи: } 163 \times 0,2 = 32,6 \text{ люд.-год;}$$

$$\text{інші види робіт: } 163 \times 0,08 = 13,04 \text{ люд.-год.}$$

Розраховані показники заносяться у відповідні графи графіка планово-попереджувальних ремонтів (ППР).

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Графік планово-попереджувального ремонту машини марки 54/9RINSER 36

Затверджую

Головний інженер

№ п/п	Обладнання	Тип, марка	Інвентарний номер	Час вводу в експлуатацію	Останній ремонт в попередньому році		Строк служби чи напрацювання з часу останнього ремонту		Тривалість			План і виконання	
					Вид	Міс	Ремо нту	ТО	Ремонтного циклу	Ремонтами	Періодів ТО		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Машина розливу	54/9RINSER 36	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	Квіт ень	Тра вень	Чер вень	Лип ень	Сер пень	Вер есен ь	Жов тень	Лис топа д	Гру день	Всь ого	Слю сарн і	Вер стат ні	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

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2.2. Дефектування та сортування деталей

Підготовка обладнання [17-19] до ремонту здійснюється у визначеній послідовності, що гарантує збереження деталей та запобігає їх випадковому переплутуванню з компонентами інших одиниць технологічного устаткування. Демонтаж виконується в такому порядку: кришка, привідний механізм, чаша. Демонтовані деталі розміщують на спеціальних стелажах з обмежувальними бортиками.

У процесі розбирання визначається ступінь зношення деталей за стандартизованими методиками вимірювання. Перед діагностикою деталі піддаються очищенню та знежиренню, на спряжені поверхні наносяться однакові кернувальні позначки для збереження взаємного розташування при складанні. Посадочні місця підшипників повинні мати чисту поверхню без задирів, подряпин і трещин; шпонкові пази мають бути чистими, з паралельними стінками без подряпин, розмір яких контролюється шаблоном. Контроль різьбових з'єднань передбачає перевірку чистоти обробки; зрив різьби понад 1,5 витка вважається недопустимим браком, дрібні дефекти усувають мітчиком або плашкою, а розтяг різьби не повинен перевищувати 0,5 кроку на кожні 10 ниток. Грані гайок і болтів мають бути без вм'ятин, отвори під шплінти — чистими. Машення підшипників здійснюється солідолом марок Л, М, Т, УСс-1.

За результатами діагностики деталі сортують на три категорії: придатні без ремонту — направляють на збирання або в склад готових деталей; придатні після ремонту — передають у ремонтну ділянку або на склад деталей, що очікують ремонту; непридатні до подальшого використання — списують на склад брухту. Деталі, що потребують ремонту, маркують умовним кольором (зеленим або жовтим) у відповідних місцях, забраковані — червоною фарбою.

Результати дефектації фіксуються у відомості дефектів, яка складається в процесі розбирання з метою визначення обсягу та характеру ремонтних робіт, переліку деталей на заміну чи відновлення, потреби в матеріалах та орієнтовної вартості ремонту.

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВІДОМІСТЬ ДЕФЕКТІВ

на середній ремонт

машини для розливу води в ПЕТ тару марки

54/9RINSER 36

(середній, капітальний)

(обладнання)

інв. № 1 встановленого в розливочному 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	Викришування зуба	Виготовленн я нової і заміна				Незадовільний
2	Вал	Деформований	Заміна				Задовільний
3	Барабан	Деформований	Правка				Задовільний
4	Підшипник	Стукає	Заміна				Незадовільний
5	Втулка	Зношена	Виготовле- ння нової і заміна				Незадовільний
6	Шпонка	Зрізалась	заміна				Незадовільний

Обробка конструкції на технологічність являє собою комплекс заходів щодо забезпечення необхідного рівня технологічності конструкцій за встановленими показниками, спрямована на підвищення продуктивності праці, зниження витрат і скорочення часу на виготовлення виробу при забезпеченні необхідної якості.

3.2.3.Розроблення технічної документації на проведення ремонту машини марки 54/9RINSER 36

Ремонтні роботи [17-19] передбачають розбирання вузла, деталі якого підлягають відновленню, із розробленням відповідної документації — схеми (лист 4 графічної частини) та карти розбирання вузла. Демонтаж і монтаж вузла

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

виконуються у визначеній та оберненій послідовності відповідно, з дотриманням установлених вимог до складальних операцій.

Перед монтажем валів зі шпонковими з'єднаннями шківів контролюють якість посадочних поверхонь, усувають забоїни, заусениці й задири. Розміри призматичних шпонок та пазів регламентуються стандартами; при складанні шпонку встановлюють у паз легким ударом молотка.

Підшипники кочення перед монтажем підлягають розконсервації, очищенню та промиванню в бензині або підігрітому до 80°C мінеральному маслі. При посадці підшипників на вали та в корпуси дотримуються встановлених правил монтажу. Послідовність складальних операцій наведено в таблиці 3.2.

Після завершення ремонтних робіт машина встановлюється в технологічну лінію виробництва безалкогольних напоїв та підлягає передпусковій підготовці..

Таблиця 3.2.– Порядок складання вузла центрального вхідного партрубка машини для розливу води в ПЕТ тару марки 54/9RINSER 36..

№ п/п	Операція і переходи	Інструмент, пристосування, матеріал	Технічні вимоги на складання	Профіль робітника, розряд робітника	Норма часу (хв)
1	2	3	4	5	6
1.	В гільзу 1 встановити підшипник 11	Молоток, оправка, гаряче мастило	Підшипник нагріти в мастилі до 80...90°C	Слюсар, II розряд	
2.	В корпус 10 встановити ущільнення 5	Молоток, ручний прес	встановити без перекосу	-- // --	

Продовження таблиці 3.2.

1	2	3	4	5	6
3.	В корпус 10 встановити ущільнення 13	Молоток, ручний прес	встановити без перекосу	-- // --	
4.	В корпус 10 встановити ущільнення 14	Молоток, ручний прес	встановити без перекосу	-- // --	
5.	Корпус 10 в зборі встановити в гільзу 1	Молоток, ручний прес	встановити без перекосу	-- // --	
6.	В гільзу 1 встановити підшипник 6	Молоток, оправка, гаряче мастило	Підшипник нагріти в мастилі до 80...90°C	-- // --	
7.	На гільзу 1 встановити обойму 3	Молоток, ручний прес	встановити без перекосу	-- // --	
8.	В обойму 4 встановити ущільнення 5	Молоток, ручний прес	встановити без перекосу	-- // --	
9.	В обойму 4 встановити ущільнення 7	Молоток, ручний прес	встановити без перекосу	-- // --	
10.	Обойму 4 в зборі встановити на обойму 3	Молоток, ручний прес	встановити без перекосу	-- // --	
11.	У фланець 2 встановити ущільнення 10	Молоток, ручний прес	встановити без перекосу	-- // --	

Продовження таблиці 3.2.

1	2	3	4	5	6
12.	У фланець 2 встановити ущільнення 8	Молоток, ручний прес	встановити без перекосу	-- // --	
13.	Фланець 2 в зборі встановити в гільзу 1	Молоток, ручний прес	встановити без перекосу	-- // --	

Після завершення процесу ремонту машина 54/9RINSER 36 встановлюється в технологічну лінію вироблення мінеральної води.

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

3.3. Розроблення технологічного процесу механічної обробки фланця машини для розливу води в ПЕТ тару марки 54/9RINSER 36

3.3.1 Опис призначення та конструкції деталі. Аналіз технічних умов.

Деталь «фланець машини для розливу води у ПЕТ-тару марки 54/9RINSER 36» належить до класу тіл обертання типу втулок, тобто конструктивно являє собою деталь, у якої довжина співрозмірна з діаметральним розміром, та характеризується наявністю розвинutih торцевих поверхонь.

Найбільш відповідальною та точною конструктивною ознакою даної деталі є осьовий наскрізний отвір — посадочна поверхня під підшипник кочення, виконана за 8-м квалітетом точності з параметром шорсткості Ra3,2. Досягнення зазначених показників забезпечується послідовним виконанням трьох технологічних операцій механічної обробки: чорнового, чистового та тонкого розточування. Зазначений отвір призначений для посадки тіла кочення підшипникового вузла.

Матеріалом виготовлення деталі є сталь марки Ст.3 за ГОСТ 1050-89. Хімічний склад та механічні характеристики цієї конструкційної сталі наведено відповідно в таблицях 3.3 та 3.4.

Таблиця 3.3 – Хімічний склад сталі Ст.3 ГОСТ 1050-89, % (масова частка елементів)

C	Si	Mn	Ni	Cr	S	P
0,28-0,32	0,17-0,31	0,5-0,8	0,3	0,3	0,04	0,04

Таблиця 3.4 – Механічні властивості сталі Ст.3 ГОСТ 1050-89 у стані постачання

σ_{ϵ}	σ_m	δ	ψ	a_n	HB
МПа	МПа	%	%	кГ/см ²	
550	280	22	30	6	200

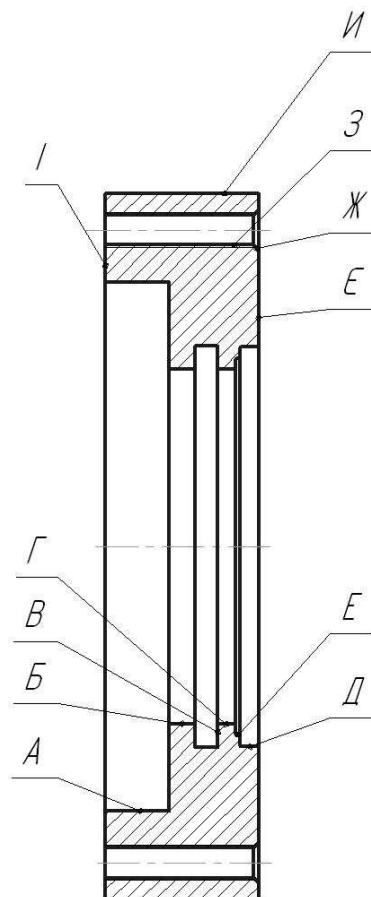


Рисунок 3.1 – Конструктивне зображення фланця машини для розливу води в ПЕТ-тару марки 54/9RINSER 36 з нумерацією та позначенням оброблюваних поверхонь

Таблиця 3.5 - Аналіз технічних умов на виготовлення деталі «фланець» з визначенням точнісних та якісних показників поверхонь

Позначення поверхні	Технічна умова або вимога	Метод виконання	Метод контролю
1	2	3	4
А, Б, В, Г, Е, Ж, И.	Точність по 12-14 кв, шорсткість Ra 6,3-12,5	Точіння та розточування напівчистове	Штангенциркуль ШЦ-1-125 ГОСТ 166-80 Взірці шорсткості
Д	Точність по 8кв, шорсткість Ra 2,5-3,2	Розточування тонке	Штангенциркуль ШЦ-1-125 ГОСТ 166-80

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4
З	Точність по 12 кв, шорсткість Ra 6,3- 12,5	Свердління	Штангенциркуль ШЦ-1- 125 ГОСТ 166-80
Ж	Точність по 7 кв, шорсткість Ra 3,2	Нарізання різі	Штангенциркуль ШЦ-1- 125 ГОСТ 166-80
Є, І	Підрізання торця по 12 кв., шорсткість Ra12,6		Штангенциркуль ШЦ-1- 125 ГОСТ 166-80

3.3.2. Техніко-економічне обґрунтування вибору методу одержання заготовки

Загальна методологія вибору технологічного способу одержання вихідної заготовки [20-23] полягає у забезпеченні максимальної відповідності її конфігурації, геометричних параметрів та масових характеристик показникам готової деталі, з урахуванням обсягу серійного виробництва. При прийнятті рішення щодо способу заготівельного виробництва підлягають аналізу: фізико-механічні характеристики конструкційного матеріалу, конструктивна форма оброблюваних поверхонь, габаритні розміри та маса деталі, вимоги до точності виготовлення, а також програма випуску виробів.

Спосіб одержання заготовки для деталей машинобудівного виробництва визначається функціональним призначенням деталі, її конструктивними особливостями, маркою матеріалу, типом виробництва (одиничне, серійне, масове) та критерієм економічної доцільності виготовлення.

У межах даного технологічного завдання розглянуто два альтернативні варіанти одержання заготовки:

I варіант — заготовка, отримана з сортового прокату;

II варіант — заготовка, отримана методом гарячого об'ємного

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

штампування.

Для обґрунтованого вибору оптимального технологічного варіанта здійснюється порівняльний техніко-економічний розрахунок вартості заготовки для кожного зі способів.

Маса готової деталі.

$$q = \left(\frac{\pi \cdot 134^2 \cdot 29}{4} - 8 \cdot \frac{\pi \cdot 5^2 \cdot 29}{4} - \frac{\pi \cdot 66^2 \cdot 17}{4} - \frac{\pi \cdot 100^2 \cdot 12}{4} \right) \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 2,37 \text{ кг}$$

Маса заготовки із штамповки.

$$Q = \left(\frac{\pi \cdot 137^2 \cdot 31}{4} - \frac{\pi \cdot 64^2 \cdot 31}{4} \right) \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 2,92 \text{ кг}$$

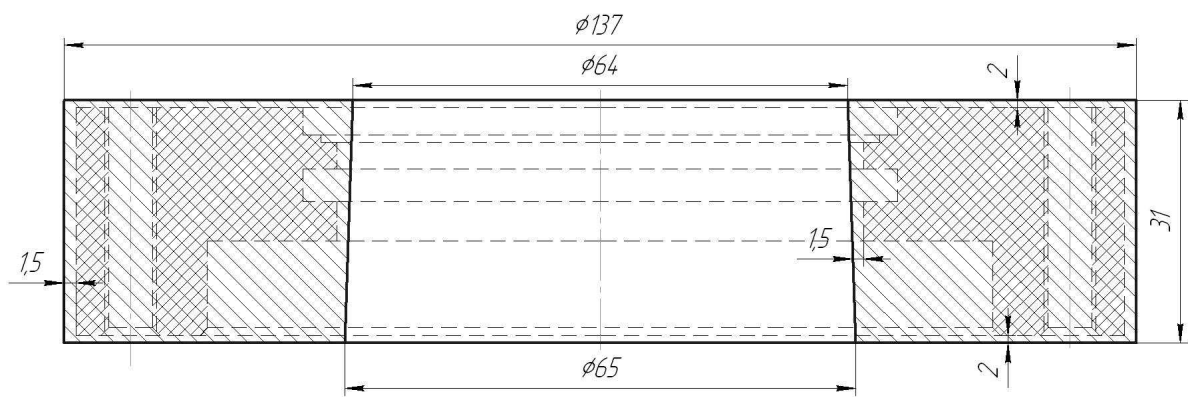


Рисунок 3.2 – Заготовка із штамповки.

Маса заготовки із прокату:

$$Q = \left(\frac{\pi \cdot 137^2 \cdot 31}{4} \right) \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 3,39 \text{ кг}$$

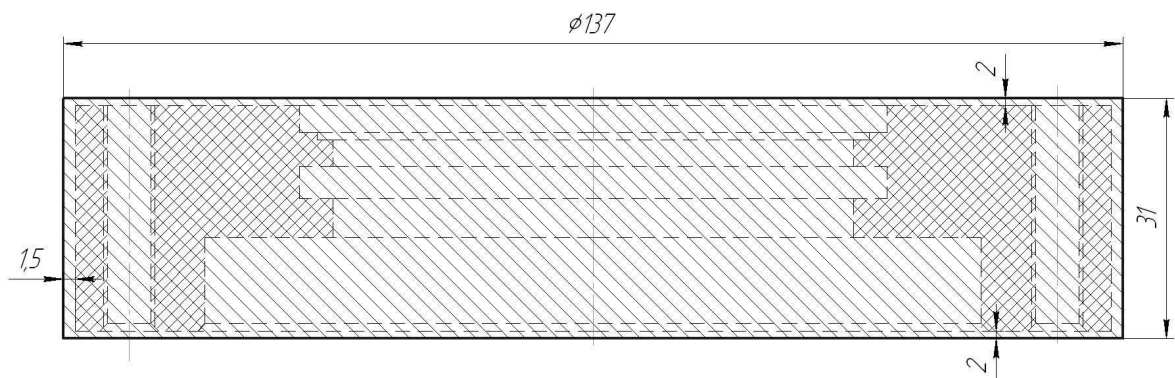


Рисунок 3.3 – Маса заготовки із прокату.

Порівняльний аналіз варіантів

Аналіз I варіанта (сортний прокат): > Перевагою використання сортового

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

прокату є мінімальні початкові витрати на підготовку виробництва, оскільки відсутня потреба у проектуванні та виготовленні дорогого технологічного оснащення (штампів). Проте цей варіант характеризується значними припусками на механічну обробку, високим рівнем відходів металу в стружку (низький Квм) та збільшенням трудомісткості й часу подальшої механічної обробки на перших технологічних операціях.

Аналіз II варіанта (гаряче об'ємне штампування): > Метод ГОШ дозволяє отримати заготовку, яка за формою та розмірами максимально наближена до готової деталі (Рисунок 3.2). Це забезпечує високий коефіцієнт використання матеріалу (Квм.шт), суттєво знижує витрати металу та скорочує час на чистову й чорнову механічну обробку. Крім того, штампування покращує макроструктуру металу, створюючи сприятливе розташування волокон, що підвищує міцнісні характеристики деталі. Основним недоліком є висока вартість штампового оснащення.

Висновок та вибір оптимального варіанта. Порівняльний аналіз показує, що маса заготовки із сортового прокату $m_{пр}$ значно перевищує масу заготовки зі штамповки $m_{шт}$, що призводить до перевитрати матеріалу та збільшення обсягу стружки, яка підлягає утилізації.

Враховуючи програму випуску та техніко-економічні показники, прийнято II варіант — заготовку, отриману методом гарячого об'ємного штампування. Цей варіант забезпечує вищий коефіцієнт використання матеріалу, знижує собівартість механічної обробки та є найбільш прогресивним і економічно доцільним у даному технологічному процесі.

3.3.3. Визначення припусків та міжопераційних розмірів, на оброблювальні поверхні

Розрахунок припусків [20-23] на механічну обробку виконується аналітичним (розрахунково-аналітичним) методом для найбільш точного конструктивного розміру 75Н8, що визначає базовий технологічний маршрут. Для решти оброблюваних поверхонь величини припусків встановлюються за

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

табличними довідковими нормативами.

Результати розрахунку міжопераційних розмірів та припусків систематизовано у формі таблиці 3.6. Графічна схема розташування технологічних припусків наведена на рисунку 3.5.

Рисунок 3.5 – Схема розміщення припусків на оброблюваний розмір 75H8

Технологічний перехід	Елементи припуску, мкм				$2Z_{min}$ мкм	δ , мкм	Гр.розмір		Гр. припуск	
	R_z	T	ρ	ε			l_{min}	l_{max}	Z_{min}	Z_{max}
Заготовка	20	140	53	—	—	640	72,77	73,41	—	—
Розточування напівчистове	10	50	3	566	2·728,5	170	74,7	74,87	1457	1927
Розточування чистове	$R_a 3,2$	—	—	28	2·88	46	75	75,046	176	300

Для решти розмірів деталі припуски визначаються табличним методом (Таблиця 3.7).

Таблиця 3.7- Табличні значення припусків

Поверхня	Розмір, мм	Припуски, мм		Допуски, мм
		табличний	розрахунковий	
И	134	1,6	—	+1/-0,5
Є	29	1	—	+1/-0,5
Б, В	66	1,4	—	+1/-0,5

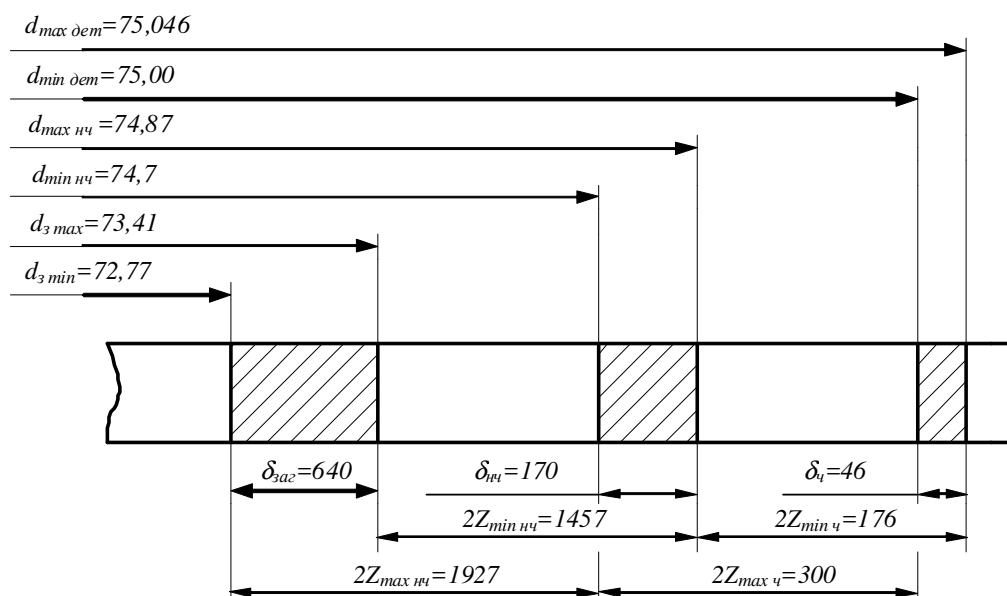


Рисунок 3.4. - Схема розміщення припусків на розмір $\varnothing 75H8$

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

Для кожної операції розробленого технологічного процесу [20-23] механічної обробки здійснюється підбір відповідного ріжучого інструменту з урахуванням матеріалу заготовки, виду обробки та необхідних параметрів точності і шорсткості. Результати підбору систематизовано у формі таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Вибір ріжучих інструментів за операціями технологічного процесу обробки деталі «фланець»

№ операції	Назва операції	Ріжучий інструмент	Шифр
005 Установа А	Токарно-гвинторізна	Різець прохідний відігнутий з твердосплавною пластиною Т15К6	2105-1054 Т15К6 ГОСТ 18883-73
005 Установа Б	Токарно-гвинторізна	Різець прохідний відігнутий з твердосплавною пластиною Т15К6	2103-1057 Т15К6 ГОСТ 18879-73
010 Установа А	Токарно-гвинторізна	Різець фасонний з твердосплавною пластиною Т15К6 Різець спеціальний канавочний з $\varphi=90^\circ$ з твердосплавною пластиною Т15К6 Різець прохідний з $\varphi=45^\circ$ з твердосплавною пластиною Т15К6	2103-1057 Т15К6 ГОСТ 18879-73 2117-1084 Т15К6 ГОСТ 18884-73 2112-1062 Т15К6 ГОСТ 18983-73
010 Установа Б	Токарно-гвинторізна	Різець фасонний з твердосплавною пластиною Т15К6	2103-1057 Т15К6 ГОСТ 18879-73
015	Вертикально-свердлильна	Свердло спіральне з конічним хвостовиком $\varnothing 5$	$\varnothing 5$ ГОСТ 10903-77
020	Вертикально-свердлильна	Мітчик для метричної різі М6	М6-7Н ГОСТ 3266-81

Вибір контрольно-вимірювального інструменту виконується відповідно до специфіки та точності кожної технологічної операції. Перелік обраних засобів контролю наведено в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Комплектація операцій вимірювальним інструментом

№ операції	Назва операції	Вимірний інструмент	Шифр
005 Установа А	Токарно-гвинторізна	Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1	ГОСТ 166-88
005 Установа Б	Токарно-гвинторізна	Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1	ГОСТ 166-88
010 Установа А	Токарно-гвинторізна	Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1,	ГОСТ 166-88
010 Установа Б	Токарно-гвинторізна	Спеціальне пристосування	
015	Вертикально-свердлильна	Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1,	ГОСТ 166-88
020	Вертикально-свердлильна	Калібр-різевий	МН 1746-66

3.3.5. Розрахунок режимів різання за етапами оброблення

Режими різання [20-23] визначають техніко-економічну ефективність усього технологічного процесу. Їхнє встановлення базується на аналізі вихідних даних, що включають: геометричні та фізико-механічні параметри заготовки (матеріал, припуски, стан поверхонь); вимоги робочого креслення деталі (точність розмірів, допуски форми й розташування, задана шорсткість); а також паспортні характеристики задіяного верстатного обладнання. Визначення режимів різання для операції розточування отвору $\varnothing 75H8$ виконано розрахунково-аналітичним способом. Для решти переходів параметри встановлено за критеріями нормативних довідників. Зведені дані розрахунків представлено в таблиці 3.10.

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Таблиця 3.10 – Параметри режимів різання для технологічних операцій

Назва операції, зміст переходу	D , мм	L , мм	t , мм	n , об/хв	v , м/хв	T_o , хв	S , мм/об
005 Токарно-гвинторізна Установа А							
1. Точити поверхню в розмір $\varnothing 64$ на довжину 30 мм.	64	30	1	500	79,1	0,2	0,35
005 Токарно-гвинторізна Установа Б							
1. Точити поверхню в розмір $\varnothing 134$ на довжину 30 мм.	134	30	1,5	400	68,3	0,3	0,35
010 Токарно-гвинторізна Установа А							
1. Точити поверхню в розмір $\varnothing 100$ на довжину 12 мм.	100	12	3	315	54,7	0,09	0,4
2. Точити поверхню в розмір $\varnothing 66$ на довжину 12,5 мм.	66	12,5	1	240	37,4	0,1	0,3
3. Точити канавку в розмір $\varnothing 76$ шириною 4,25 мм.	76	4,25	-	180	56,7	0,13	0,24
4. Точити поверхню в розмір $\varnothing 70$ шириною 1 мм.	70	1	2	240	38,4	0,07	0,3
5. Підрізати торець в розмір $\varnothing 134$ на довжину 17 мм.	134	17	1	500	63,5	0,3	0,28
015 Вертикально-свердлильна							
1.Свердлити послідовно 8 отв. $\varnothing 5$.	5	29	-	435	28,2	1,2	0,8
020 Вертикально-свердлильна							
1.Нарізати різь послідовно 8 отв. М6-7Н.	-	29	-	180	24,3	1,5	-

3.3.6. Технічне нормування операцій технологічного процесу

Розрахунок технічних норм часу [20-23] виконується на основі попередньо визначених режимів різання та кінематичних параметрів оброблення. Для токарної (або замініть на вашу) операції 010 визначення часових витрат проведено розрахунково-аналітичним методом за відповідними формулами професійного нормування. Для решти операцій розробленого технологічного процесу витрати часу встановлено на основі чинних загальнотехнічних та міжгалузевих нормативних матеріалів.

Підсумкові результати визначення елементів штучного часу для кожної технологічної операції механічного оброблення фланця зведені в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 – Результати розрахунку штучного часу за операціями технологічного процесу

Операція	T _м , хв.	T _в , хв.	$\alpha_{\text{обс.}}$, хв.	$\alpha_{\text{отл.}}$, хв.	T _{шт} , хв.	T _{п.з.} , хв.	T _{ш.к.} , хв.,
1	2	3	4	5	6	7	8
005 Токарно-гвинторізна Установа А							
1. Точити поверхню в розмір Ø64 на довжину 30 мм.	0,2	0,28	3,5	4	0,5	45	0,67
005 Токарно-гвинторізна Установа Б							
1. Точити поверхню в розмір Ø134 на довжину 30 мм.	0,3	0,28	3,5	4	0,6	45	0,77
010 Токарно-гвинторізна Установа А							
1. Точити поверхню в розмір Ø100 на довжину 12 мм.	0,09	0,28	3,5	4	0,39	45	0,56

Продовження таблиці 3.11.

1	2	3	4	5	6	7	8
2. Точити поверхню в розмір Ø66 на довжину 12,5 мм.	0,1	0,28	3,5	4	0,4	45	0,57
3. Точити канавку в розмір Ø76 шириною 4,25 мм.	0,13	0,28	3,5	4	0,43	45	0,6
4. Точити поверхню в розмір Ø70 шириною 1 мм.	0,07	0,28	3,5	4	0,37	45	0,54
5. Підрізати торець в розмір Ø134 на довжину 17 мм.	0,3	0,28	3,5	4	0,6	45	0,77
015 Вертикально-свердлильна							
1.Свердлити послідовно 8 отв. Ø5	1,2	0,4	3,5	4	1,63	16	3,65
020 Вертикально-свердлильна							
1.Нарізати різь послідовно 8 отв. М6-7Н	1,5	0,4	3,5	4	1,93	16	3,43

4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці.

4.1 Заходи з охорони праці

4.1.1 Законодавчі основи охорони праці

До основних законів та підзаконних актів, що регламентують правові відносини у сфері охорони праці, відносяться:

- Конституція України (1996 р.);
- Кодекс законів про працю (КЗпП);
- Закони України: «Про охорону праці», «Основи законодавства України про охорону здоров'я», «Про пожежну безпеку», «Про систему громадського здоров'я» (№ 2573-IX від 06.09.2022, введений у дію з 01.10.2023) та інші;
- Укази і постанови Президента, Верховної Ради, Кабінету Міністрів України.

Окремі питання щодо охорони праці [24] регламентуються Цивільним, Кримінальним та Адміністративним кодексами і здійснюються на засадах, відповідно до яких нікого неможливо примусити робити те, що не передбачено законом.

Основне завдання у підготовці фахівців з питань охорони праці полягає у тому, щоб сформувати в їх свідомості повагу до Основного Закону, до конституційних прав і в цілому до законодавчо-нормативної бази України.

Згідно з Конституцією кожна людина має право на вільний розвиток своєї особистості, а її життя й здоров'я, честь і гідність, недоторканність і безпека визнаються найвищою соціальною цінністю (ст. 3). Права і свободи людини та їх гарантії визначають зміст і спрямованість розвитку держави, яка відповідає перед людиною за свою діяльність.

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці.			Літ.	Арк.	Аркушів	
Розроб.		Мадай В.А.									
Перевір.		Пилипець О.М.							70		
Консульт.		Окіпний І.Б.						гр. МОЗ-41			
Н. Контр.		Кравець О.І.									
Затверд.		Пилипець О.М.									

Конституція України гарантує право на працю, що дає можливість людині заробляти на життя, а також право на належні, безпечні й здорові умови праці (ст. 43).

Відповідно до статті 45 Конституції кожна людина має право на відпочинок та оплачувану щорічну відпустку; законом встановлюється скорочений робочий день для окремих професій і виробництв, скорочений час роботи у нічні зміни та інше.

Громадяни України мають право на соціальний захист: забезпечення пенсії в разі повної, часткової або тимчасової втрати працездатності, втрати годувальника, безробіття з незалежних від них обставин, а також у старості та в інших випадках, передбачених законом (ст. 46). Це право гарантується загальнообов'язковим державним соціальним страхуванням.

Основний Закон держави має найвищу юридичну силу, на ньому ґрунтується вся національна система права. Закони та нормативно-правові акти приймаються на основі Конституції і повинні їй відповідати.

Трудові відносини працівників з питань охорони праці та трудового законодавства регламентує Кодекс законів про працю (КЗпП). У КЗпП зафіксовані питання трудового законодавства: право на працю, обов'язки та права працівників, умови укладання трудових договорів, тривалість робочого часу, обмеження щодо понаднормових робіт, охорона праці жінок та молоді, пільги працівникам, що поєднують роботу з навчанням, тощо.

З 1 жовтня 2023 року набрав чинності Закон України «Про систему громадського здоров'я» № 2573-IX від 06.09.2022, який прийшов на зміну Закону «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» 1994 року. Новий закон визначає правові, організаційні, економічні та соціальні засади функціонування системи громадського здоров'я в Україні, регулює суспільні відносини у сфері громадського здоров'я та санітарно-епідемічного благополуччя населення, встановлює права й обов'язки державних органів, органів місцевого самоврядування, юридичних і фізичних осіб у цій сфері.

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно з цим Законом державній реєстрації та гігієнічній регламентації підлягають будь-які небезпечні чинники фізичної, хімічної або біологічної природи, наявні у середовищі життя й діяльності людини. Підприємства зобов'язані розробляти та здійснювати санітарні й протиепідеміологічні заходи та контролювати виконання вимог санітарного законодавства.

Законами визначено, що кожен громадянин зобов'язаний дбати про збереження навколишнього середовища, відшкодовувати завдані ним збитки та не порушувати права й свободи інших людей, неухильно дотримуватися законодавчих вимог, оскільки незнання законів не звільняє від юридичної та іншої відповідальності.

4.1.2 Охорона праці в виробництві мінеральної води

Умови роботи в цеху [24] є складними: висока вологість та концентрація в повітрі парів різного роду хімічних речовин, які застосовуються при митті тари.

Перебіг технологічного процесу розливу в ньому забезпечують: машина для витягання з ящиків скляних пляшок, пристрої транспортні для переміщення пляшок, пристрої транспортні для переміщення ящиків, машина пляшкомийна Л5-АММ-6, фасувально-закупорювальна машина БЗ-ВРБ-3, машина для вкладання в ящики скляних пляшок, машина для візуального контролю Л5-ВРК, машина етикетувальна.

Пляшкомийна машина відноситься до найбільш небезпечних в цеху. В ній можна виділити систему з ланцюгового транспортера з приводом, насосів для води і лужного розчину, ванн з паровими барботерами для нагріву мийних середовищ. Особливість формування технологічного процесу та експлуатації машини обумовлює наступні типи небезпечних факторів для обслуговуючого персоналу: електричний, механічний, тепловий, хімічний. Обслуговуючий персонал в обов'язковому порядку повинен бути забезпечений гумовим захисним взуттям і рукавицями для захисту від теплових та хімічних опіків. У випадку попадання на шкіру мицного розчину слід в негайному порядку

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

промити шкіру спочатку прохолодною водою, а потім слабким розчином оцтової кислоти.

Всі двигуни, насоси і корпус машини повинні бути заземленими. Всі електричні з'єднання повинні бути добре заізолюваними. Небезпечні ділянки слід закрити захисними загорожами.

Технологічні трубопроводи повинні забезпечувати герметичність. Підтікання є недопустимим фактором, оскільки створює додаткові небезпечності для обслуговуючого персоналу (слизька підлога, підвищена вологість). Зростає імовірність падіння і отримання травм, а також ураження електричним струмом.

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

Після здійснення процесу миття пляшки потряпляють на бракеровку. Для цього застосовуються лампи денного освітлення, закриті матовим склом. Дана машина безпосередньої механічної безпеки не становить, проте в умовах підвищеної вологості актуальними є ізоляція всіх електричних контактів і надійне заземлення корпусу машини. Аналогічні вимоги ставляться при експлуатації машини контролю якості закупорення, яка крім вищезазначених повинна також відповідати вимогам безпеки обладнання, яке має механічну частину (стосується до інспекційного транспортера, на якому тара перевертається на 180°)

Фасувально-закупорювальна машина забезпечує фасування води у скляну тару і її закупорення. Основними мірами захисту персоналу, передбаченими для даної машини, є ізоляція електричних контактів, заземлення корпусу машини, захист каруселі за допомогою захисної перегородки.

Для етикетувальної машини перед початком експлуатації проводиться огляд для виявлення можливих неполадок і ознайомлення з устаткуванням.

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Роботи на етикетувальній машині або з етикетувальною машиною повинні виконуватися тільки кваліфікованим персоналом. Необхідно дотримувати допустимий законом вік робітників.

До роботи на етикетувальній машині допускається тільки спеціально навчений і проінструктований персонал з чітко певними обов'язками по експлуатації, настройці, обслуговуванню і ремонту устаткування.

Персонал, що навчається або інструктується, може працювати на етикетувальній машині тільки під постійним наглядом з боку досвідченого працівника.

Перед проведенням яких-небудь профілактичних заходів слід перевірити, чи знеструмлені вузли системи.

Вузли установки, на яких проводяться інспекційні перевірки або ремонтно- профілактичні роботи, повинні знеструмлюватися, якщо це наказало інструкцією.

При необхідності проведення робіт на струмопровідних елементах слід привертати другого співробітника, який при необхідності міг би відключити напругу аварійним або силовим вимикачем. Робоча зона повинна бути відгороджена червоно-білим ланцюгом і забезпечена табличкою з попереджувальним написом. Слід користуватися тільки ізольованим інструментом.

Перед початком ремонтних робіт слід скинути тиск до нуля на всіх ділянках системи і напірних трубопроводах (стислого повітря) згідно інструкціям для конкретних вузлів.

Лінії стислого повітря слід прокладати і вмонтовувати згідно технічним вимогам. Вся арматура, якість і довжина шлангів повинні відповідати технічним вимогам.

Під час роботи установки шумоізолюючі елементи повинні бути в робочому положенні.

необхідно забезпечити надійне кріплення цих вузлів і переконатися в тому, що від них не виходить небезпека. Слід користуватися тільки відповідними і

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

знаходяться в бездоганному технічному стані підйомними засобами, а також вантажозахватними механізмами з достатньою вантажопідйомністю. Не можна стояти чи працювати під вантажем.

Інструкція з експлуатації повинна бути завжди під рукою, поряд з установкою (наприклад, в ящику для інструменту, у відведеному для неї місці).

При змінах в установці або в режимі її роботи, що зачіпають безпеку експлуатації, слід негайно відключити установку і повідомити про порушення в компетентну службу або відповідній відповідальній особі.

Не можна торкатися до частин машини, що рухаються, - небезпека отримання різних пошкоджень і переломів.

Всі роботи по ремонту і технічному обслуговуванню слід виконувати тільки на відключеній машині

Вимогами з безпечної експлуатації електронасосів передбачається якісне складання і забезпечення точності монтажу. При складанні насосу слід старанно встановлювати ущільнюючі прокладки, кільця і манжети. Основними небезпечними для людей факторами роботи насосів є вібрації та можливість ураження електричним струмом внаслідок надмірної вологості. Для мінімізації і уникнення шкідливої дії вищеназваних чинників передбачається встановлення віброізоляції і заземлення.

4.2. Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях

Підвищення стійкості роботи заводу в умовах надзвичайних ситуацій є важливою задачею ЦО.

Основні заходи по підвищенню стійкості, що проводяться на об'єктах в мирний час, передбачають: захист робітників і службовців і інженерно-технічного комплексу від наслідків стихійних лих, аварій (катастроф), а також первинних і вторинних вражаючих факторів ядерного вибуху; забезпечення надійності керування і матеріально-технічного забезпечення; світломаскування

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

об'єкта; підготовку його до відновлення порушеного виробництва і переводу на режим роботи в умовах надзвичайних ситуацій.

Надійний захист робітників і службовців є важливим фактором підвищення стійкості роботи любого об'єкту народного господарства. З цією метою будуються захисні споруди: сховища для захисту найбільшої працюючої зміни підприємства і протирадіаційного укриття в за місцевій зоні для віддихаючої зміни і членів їх сімей. На ділянках з безперервним виробничим процесом будуються індивідуальні сховища з дистанційним керуванням технологічним процесом. Проводяться підготовчі заходи по розосередженню і евакуації в за місцеву зону виробничого персоналу і членів їх сімей; накопиченні, збереженні і підтримуванні засобів індивідуального захисту.

Важливим елементом підготовки по захисту є навчання робітників і службовців вмілому використанню засобів і методів захисту, діям в надзвичайних ситуаціях, а також в складі формувань при проведенні рятувальних і інших невідкладних робіт.

Захист інженерно-технічного комплексу передбачає збереження матеріальної основи виробництва: будівель і споруд, технологічного обладнання і комунально-енергетичних мереж.

Будівлі і споруди на об'єкті необхідно розмішувати розосереджено. Між будівлями повинні бути протипожежні розриви шириною не менше сумарній висоті двох сусідніх будівель.

Найбільш важливі виробничі будівлі необхідно будувати пониженої висоти, по конструкції — краще залізобетонні з металічним каркасом.

В камінних будівлях перекриття повинні бути з армованого бетону або із бетонних плит. Великі будівлі потрібно розділяти на секції стінами, які не горять (брандмауерами).

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

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Від стійкості будівель і споруд залежить, як правило, стійкість всього об'єкта. Підвищення їх стійкості досягається встановленням каркасів, рам, підкосів, контрфорсів, проміжних опор для зменшення зазорів несучих конструкцій (рисунок 4.1).

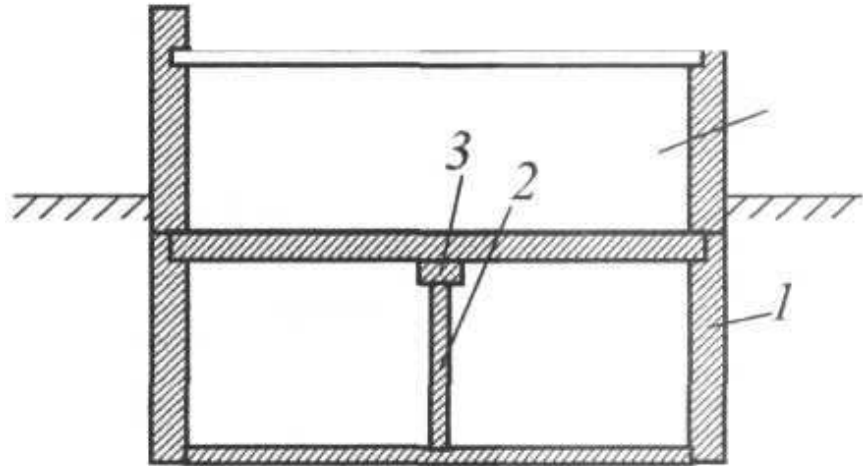


Рисунок 4.1 - Підсилення підвальних приміщень:

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

Невисокі споруди для підвищення їх міцності частково обсіпаються землею (рисунок 4.2).

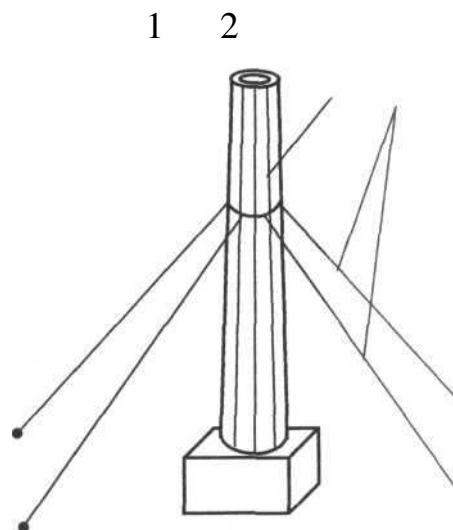


Рисунок 4.2 - Укріплення високих споруд:

1 - труба; 2 - відтяжки колони.

Високі споруди для підвищення їх міцності (труби, вишки, башти) закріплюються відтягненнями, розрахованими на дію швидкісного напору

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ударної хвилі (рисунок 7.3). Захист ємностей з сильнодіючими отруйними речовинами (СДОР) і легкозаймистими рідинами здійснюється шляхом їх обвалування - утворення земляного валу навколо ємності, розрахованого на утримання повного об'єму рідини.

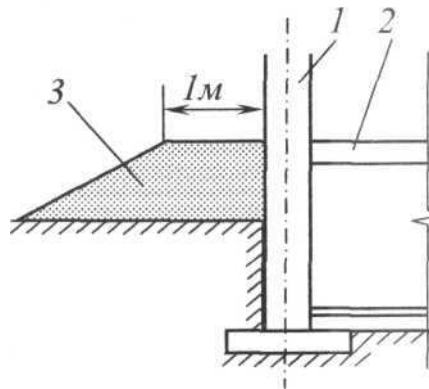


Рисунок 4.3 - Обсипання землею напівпідвальних приміщень:

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

Основні заходи по підвищенню стійкості технологічного обладнання заключаються в спорудженні на ним спеціальних пристроїв (у вигляді кожухів, наметів, зонтів і т. д.), що захищають від пошкоджень обломками конструкцій, що руйнуються. При недостатній стійкості самого обладнання від дії швидкісного напору ударної хвилі воно повинно бути міцно закріплене на фундаментах анкерними болтами.

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

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

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

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

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

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

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

В системі промислової і господарської каналізації необхідно обладнати не менше двох випусків в міські колектори. На випадок аварій в міських мережах і

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

на насосних станціях система каналізації повинна мати аварійне скидання в розміщенні поблизу струмки, яри або в дощову мережу.

Додатково проводяться слідуєчі заходи. Максимально зменшуються запаси вибухонебезпечних, вогнєнебезпечних і сильнодіючих речовин безпосередньо на території об'єкта; наднормативні резерви вивозяться на безпечну відстань. На трубопроводах потрібно встановлювати автоматичні відмикаючі пристрої і клапани-відмикачі, що перекривають ділянки, що вийшли з ладу. Для цілей дегазації на хімічних підприємствах з СДОР необхідно мати резерв різних дегазаційних речовин (лугів, водного розчину аміаку, сірчаного натрію і ін.).

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

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

Надійність матеріально-технічного забезпечення забезпечується: встановленням стійких зв'язків з підприємствами-постачальниками; завчасної підготовки складів для зберігання готової продукції; переходу на місцеві джерела сировини і палива; будівництвом за межами великих міст філіалів підприємств; створенням на об'єктах запасів сировини, палива, обладнання матеріалів і комплектуючих деталей; організацією забезпечення запасами в межах об'єднання, галузі.

Світломаскування об'єктів народного господарства проводиться для утруднення їх виявлення і розпізнання їх авіацією в темну пору доби оптичними засобами. Вона включає заходи по зниженню освітленості населених пунктів і

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

об'єктів народного господарства, інтенсивності сигнальних, транспортних і виробничих вогнів, імітацію демаскуючих ознак на спеціально створених оманних об'єктах. Підготовка об'єктів до відновлення повинна передбачати плани першочергових відновлювальних робіт по декількох варіантах можливого пошкодження, руйнування об'єкта з використанням сил самих об'єктів, будматеріалів, з врахуванням при необхідності розміщення обладнання на відкритих площадках, перерозподілення робітничої сили, приміщень і обладнання.

Для забезпечення цілісності технічної документації доцільно виготовлення копій її у вигляді мікрофільмів, один екземпляр повинен зберігатись в за місцевій зоні.

Вказані в розділі способи і засоби захисту повинні впроваджуватись у всі види переробних підприємств з урахуванням характеру небезпечностей для забезпечення надійності роботи підприємств в умовах надзвичайних ситуацій.

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

У ході виконання кваліфікаційної роботи вирішено комплекс завдань, пов'язаних із забезпеченням надійної та безперебійної роботи машини для розливу напоїв у ПЕТ-тару марки 54/9RINSER 36.

За результатами аналізу конструкції та принципу роботи машини встановлено, що вона є триблоковим агрегатом роторного типу, який забезпечує послідовне обполіскування пляшок, їх ізобаричне наповнення газованим напоєм і закупорювання гвинтовими кришками з продуктивністю до 6 000 пл/год.

Проведений огляд сучасних типів розливного обладнання показав, що машини карусельного типу з ізобаричним методом розливу є найбільш поширеними для фасування газованих рідин у ПЕТ-тару, оскільки забезпечують точність дозування та мінімальне спінювання продукту.

Розроблена схема монтажу передбачає доставку машини до місця встановлення за допомогою автонавантажувача і електроталі, стропування сталевими канатами та вивірку на суцільному залізобетонному фундаменті з контролем горизонтальності у двох взаємно перпендикулярних напрямках.

Складений графік планово-попереджувальних ремонтів та виявлені характерні причини виходу обладнання з ладу дозволяють забезпечити своєчасне усунення несправностей і подовження міжремонтного ресурсу машини.

Розроблений технологічний процес механічної обробки фланця передбачає отримання заготовки штампуванням як економічно доцільний варіант, виконання токарно-гвинторізних і вертикально-свердлильних операцій із застосуванням твердосплавних різців марки T15K6, а також нарізання різьби M6.

					<i>КРБ 762.00.00.000 ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Висновки</i>		
<i>Розроб.</i>		<i>Мадай В.А.</i>					
<i>Перевір.</i>		<i>Пилипець О.М.</i>					
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>		<i>Кравець О.І.</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Пилипець О.М.</i>					
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
						82	
					<i>гр. МОЗ-41</i>		

Розраховані режими різання та норми часу підтверджують технологічну обґрунтованість розробленого процесу і забезпечують необхідну точність виготовлення деталі відповідно до встановлених технічних умов.

Розроблені заходи з охорони праці враховують специфіку роботи в умовах підвищеної вологості, можливість впливу хімічних, механічних і електричних небезпечних факторів, а також передбачають комплекс заходів із підвищення стійкості виробничого об'єкта в надзвичайних ситуаціях.

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						83
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». Тернопіль : ФОП Паляниця, 2024. 48 с.

2. Технологічне обладнання харчових виробництв : навч. посібник / В. І. Теличкун, Ю. С. Теличкун, О. О. Губеня, С. В. Стефанов, С. Т. Дамянова. – Київ : Сталь, 2023. – 634 с.

3. Технологічне обладнання консервної промисловості. Навч. посібник / М.М. Шинкарик, В.Я. Ворощук. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2023. 284 с.

4. Єресько Г. О., Шинкарик М. М., Ворощук В. Я. Технологічне обладнання молочних виробництв. — Київ: Фірма«ІНКОС», Центр навчальної літератури, 2007. — 344 с.

5. Півоваров О. А. Інноваційні технології та обладнання бродильних виробництв : навч. посіб. / МОН України ; ДДАЕУ ; О. А. Півоваров, О. С. Ковальова, В. С. Кошулько – Дніпро : ФОП Обдимко О.С., 2025. – 396 с.

6. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості / за ред. І. С. Гулого. Вінниця : Нова книга, 2001. 576 с.

7. Дацишин О. В. Машини та обладнання переробних підприємств. - К.: Вища освіта, 2005.

8. Черевко О.І., Поперечний А.М. Процеси і апарати харчових виробництв. Харків, 2017. 496с.

9. Бойко В.С., Самойчук К.О., Тарасенко В.Г. та інші. Процеси і апарати харчових виробництв. Гідромеханічні процеси. Підручник. Мелітополь, 2019. 212 с

					<i>КРБ 762.00.00.000 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>Мадай В.А.</i>					
<i>Перевір.</i>		<i>Пилипець О.М.</i>					
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>		<i>Кравець О.І.</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Пилипець О.М.</i>					
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
						84	
					<i>гр. МОЗ-41</i>		

10. Ворощук В. Я., Вітенько Т. М. Інжиніринг та 3D моделювання в середовищі SolidWorks : навч. посіб. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2023. 164 с.

11. Вітенько Т. М., Ворощук В. Я. Сучасні підходи до конструювання і моделювання робочих органів технологічного обладнання харчових виробництв. Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності : третя міжнародна науково-практична конференція, 4–6 вересня 2019 р. / під ред. Г. В. Дейниченко. Харків : ХДУХТ, 2019. С. 108–109.

12. Крупа В. В. Теорія технічних систем: особливості побудови, створення та розвитку : навч. посіб. Тернопіль : ФОП Осадця, 2023. 308 с.

13. Ковбашин В. І., Пік А. І. Інженерна графіка : навч. посіб. Тернопіль : Підручники і посібники, 2023. 240 с.

14. Мирончук В.Г., Орлов Л.О., Українець А.І., та ін. розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. Навчальний посібник. – Вінниця: Нова книга, 2004. – 288с;

15. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. / Павлище В.Т. та ін. – К.: Вища школа, 1993.– 556с.

16. Кіркач Н.Ф., Баласанян Р.А. Розрахунки і проектування деталей машини. - Харків. Основа, 1991.- 275с.

17. Мирончук В. Г. та ін. Монтаж та технічний сервіс обладнання : навчальний посібник / за ред. В. Г. Мирончука. Київ : НУХТ, 2017. 162 с.

18. Ялпачик В. Ф. та ін. Монтаж, експлуатація і ремонт машин та обладнання переробних підприємств. Мелітополь : Таврійський державний агротехнологічний університет, 2014. 235 с.

19. Заплетніков І. М., Мирончук В. Г., Кудрявцев В. М. Експлуатація і обслуговування технологічного обладнання харчових виробництв. Київ : Центр учбової літератури : Кафедра, 2016. 344 с.

20. Григурко І. О., Брендуля М. Ф., Доценко С. М. Технологія машинобудування (дипломне проектування) : навчальний посібник. Львів : Новий Світ-2000, 2011. 770 с.

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

21. Дячун А. Є., Капаціла Ю. Б., Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г. «Технологія обробки типових деталей та складання машин» : методичний посібник з виконання курсового проекту. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 75 с.

22. Структура технологічного процесу ремонтного виробництва : методичні вказівки з дисципліни «Технологія ремонту та відновлення деталей машин» для практичних занять і самостійної роботи студентів всіх форм навчання та дистанційної освіти / уклад.: Д. Л. Радик, І. Г. Ткаченко, М. Д. Радик. Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. 56 с.

23. Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів : навч.-метод. посіб. / уклад.: М. І. Пилипець, І. Г. Ткаченко, М. Г. Левкович, В. В. Васильків, Д. Л. Радик. Тернопіль : ТДТУ, 2009. 108 с.

24. Одарченко М. С., Одарченко А. М., Степанов В. І., Черненко Я. М. Основи охорони праці. Харків : Стиль-Издат, 2017. 334 с.

					КРБ 762.00.00.000 ПЗ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		