

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Розрахунок дозувально-наповнювального автомату
марки ДН 1 та розроблення технічних заходів з ремонту
фасувального вузла.**

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

(шифр і назва спеціальності)

	<u>Любий Р.М.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Керівник	<u>Пилипець О.М.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<u>Ворощук В.Я.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	<u>Вітенько Т.М.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Рецензент	<u>Левкович М.Г.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)

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

Факультет Інженерії споруд, машин та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра Обладнання харчових технологій

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Вітенько Т.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

2024 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва спеціальності)

студенту Любоому Роману Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розрахунок дозувально-наповнювального автомату марки ДН 1 та розроблення технічних заходів з ремонту фасувального вузла

Керівник роботи Пилипець Оксана Михайлівна, к.т.н, доц.

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

Затверджені наказом ректора від «30» травня 2024 року № 4/7- 572

2. Термін подання студентом завершеної роботи

3. Вихідні дані до роботи Паспорт дозувально-наповнювального автомату марки ДН 1

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

Аналіз завдання. Характеристика дозувально-наповнювального автомату ДН-1. Аналіз основних технічних засобів і сучасних технологічних методів проведення ремонтних робіт. Планування і організація ремонту дозувально-наповнювального автомата. Розробка загальної інструкції по ремонту дозувально-наповнювального автомата. Визначення основних технічних умов на ремонт дозувально-наповнювального автомата. Розробка технології виготовлення зубчастого колеса. Встановлення норм витрат запасних частин і матеріалів на ремонт дозувально-наповнювального автомата. Розроблення технічних засобів для механізації ремонтних робіт Кінематичний аналіз дозувально-наповнювального автомату. Розрахунок передачі приводу каруселі дозувально-наповнювального автомату марки ДН1. Аналіз технологічності дозувально-наповнювального автомату. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці. Висновки. Перелік посилань Додатки.

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

1. Дозувально-наповнювальний автомат марки ДН 1. Загальний вигляд – лист Ф-А1

2. Карусель дозувально-наповнювальний автомат марки ДН 1. Скл. креслення – лист Ф-А1

3. Патрон. Складальне креслення – лист Ф-А2

4. Привід дозувально-наповнювальний вузол. Складальне креслення – лист Ф-А2

5. Складання розбирання каруселі дозувально-наповнювальний автомат марки ДН 1 – Ф-А1

6. Технологічний процес механічної обробки зірочки лист Ф - А1

7. Кондуктор для свердління 4 отв. Ф -А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності та основи охорони праці	Окіпний І.Б., к.т.н., доц.		
Нормо контроль	Ворощук В.Я, к.т.н., доц.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА. Аналіз завдання. Характеристика дозувально-наповнювального автомату ДН-1. Аналіз основних технічних засобів і сучасних технологічних методів проведення ремонтних робіт..		
2	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА Планування і організація ремонту дозувально-наповнювального автомата типу ДН-1.. Розробка загальної інструкції по ремонту дозувально-наповнювального автомата типу ДН-1. Визначення основних технічних умов на ремонт дозувально-наповнювального автомата типу ДН-1.Розробка технології виготовлення зубчастого колеса. Встановлення норм витрат запасних частин і матеріалів на ремонт дозувально-наповнювального автомата типу ДН-1. Розроблення технічних засобів для механізації ремонтних робіт		
3	КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА. Кінематичний аналіз дозувально-наповнювального автомата марки ДН 1. Розрахунок передачі приводу каруселі дозувально-наповнювального автомата марки ДН 1.Аналіз технологічності дозувально-наповнювального автомата марки ДН 1		
4	БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ. Забезпечення охорони праці на підприємстві. Здійснення заходів щодо знезаражування об'єктів у разі виникнення радіаційного, хімічного, бактеріологічного забруднення.		
	Висновки		
	Перелік посилань		
	Додатки		
	Дозувально-наповнювальнийого автомат марки ДН 1. Загальний вигляд – лист А1		
	Карусель дозувально-наповнювальнийого автомата марки ДН 1. Скл. креслення– лист А1		
	Патрон. Складальне креслення– лист А2		
	Привід дозувально-наповнювальнийого вузла. Складальне креслення– лист А2		
	Складання розбирання каруселі дозувально-наповнювальнийого автомата марки ДН 1 – л. А1		
	Технологічний процес механічної обробки зірочки лист А1		
	Кондуктор для свердління 4 отв		

Студент

(підпис)

Любий Р.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Пилипець О.М.

(прізвище та ініціали)

Реферат

Автор кваліфікаційної роботи бакалавра – Любий Роман Миколайович.

Тема кваліфікаційної роботи бакалавра: Розрахунок дозувально-наповнювального автомату марки ДН 1 та розроблення технічних заходів з ремонту фасувального вузла.

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування.

Кваліфікаційну роботу бакалавра виконано в Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя в 2024 році

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з пояснювальної записки обсягом 76 сторінок та графічної частини 6 креслень формату А1.

В кваліфікаційній роботі бакалавра пропонуються заходи з ремонту фасувального вузла дозувально-наповнювального автомату марки ДН 1.

Ключові слова: привід, карусель, патрон, ремонт, обслуговування.

ANNOTATION

Lyubiy R.M. Calculation of a dosing-filling machine for the brand DN 1 and development of technical measures for repairing the packaging unit. 133 Industrial Machinery Engineering - Ternopil Ivan Puluj National Technical University.- Ternopil, 2024.

Measures to repair of a dosing-filling machine for the brand DN 1 are proposed and technical measures for repairing the packaging unit are development in the bachelor's thesis.

Key words: drive, carousel, cartridge, repair, maintenance.

Вступ	6
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	7
1.1. Аналіз завдання.	7
1.2. Характеристика дозувально-наповнювального автомату ДН-1.	7
1.3. Аналіз основних технічних засобів і сучасних технологічних методів проведення ремонтних робіт..	9
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	20
2.1. Планування і організація ремонту дозувально-наповнювального автомата типу ДН-1	21
2.1.1. Розробка структури ремонтного циклу та системи ППР дозувально-наповнювального автомата типу ДН-1	24
2.1.2. Організація ремонту і технічного обслуговування дозувально-наповнювального автомата типу ДН-1	
2.1.3. Структура і організація ремонтно - обслуговуючої бази	24
2.2. Розробка загальної технології ремонту і матеріально-технічних засобів ремонтних робіт.	27
2.2.1. Розробка загальної інструкції по ремонту дозувально-наповнювального автомата типу ДН-1	27
2.2.2. Визначення основних технічних умов на ремонт дозувально-наповнювального автомата типу ДН-1	31
2.3. Розробка технології виготовлення зубчастого колеса.	34
2.3.1. Аналіз технічних умов колеса зубчастого.	34
2.3.2. Вибір і обґрунтування способу отримання заготовки.	36
2.3.3. Розрахунок припусків і міжопераційних розмірів.	37
2.3.4. Розробка технологічного маршруту механічної обробки колеса зубчастого.	42
2.3.5. Вибір ріжучого і вимірювального інструменту.	42
2.3.6. Розрахунок режимів різання по операціях	43
2.3.7. Вибір обладнання і його технічна характеристика.	46

2.3.8.	Технічне нормування технологічного процесу.	49
2.4.	Встановлення норм витрат запасних частин і матеріалів на ремонт дозувально-наповнювального автомата типу ДН-1	51
2.5.	Розроблення технічних засобів для механізації ремонтних робіт	52
3.	КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	55
3.1.	Кінематичний аналіз дозувально-наповнювального автомата марки ДН 1	55
3.2.	Розрахунок передачі приводу каруселі дозувально-наповнювального автомата марки ДН 1	61
3.3.	Аналіз технологічності дозувально-наповнювального автомата марки ДН 1	66
4	БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	67
	Висновки	72
	Перелік посилань	73
	Додатки	

ВСТУП

Дозувально-наповнювальні автомати є важливими компонентами в технологічних лініях для фасування різних продуктів. Вони забезпечують точність і швидкість дозування, що є критичним для багатьох галузей промисловості, зокрема харчової, фармацевтичної та хімічної. Однією з популярних моделей таких автоматів є дозувально-наповнювальний автомат марки ДН 1, який відзначається своєю надійністю та ефективністю.

При експлуатації таких автоматів важливим є їхній своєчасний та якісний ремонт. Зношування деталей та вузлів, збої в роботі систем управління та інші несправності можуть суттєво вплинути на продуктивність обладнання. Тому розробка технічних заходів з ремонту фасувального вузла є необхідною умовою для забезпечення безперебійної роботи дозувально-наповнювального автомату.

Дана робота присвячена розрахунку дозувально-наповнювального автомату ДН-1 та розробленню технічних заходів з ремонту фасувального вузла. В роботі буде проведено детальний аналіз конструкції автомату, визначені основні технічні характеристики та параметри, необхідні для його ефективного роботи та розроблено заходи з технічного обслуговування та ремонту дозувально-наповнювального вузла, що дозволить знизити тривалість простоїв та підвищити надійність роботи обладнання.

Запропоновані технічні заходи та рекомендації сприяють забезпеченню безперебійної роботи автомату, зменшення витрат на обслуговування та підвищення загальної ефективності виробничих процесів. Використання сучасних методів діагностики та ремонту, а також впровадження передових технологій дозволить досягти високих показників продуктивності та якості продукції.

Метою даної кваліфікаційної роботи бакалавра є розробка технічних заходів і документації для процесу ремонту дозувально-наповнювального автомата типу ДН-1.

Шляхом до досягнення цієї мети є вирішення задач, які ставляться у роботі:

- проведення аналізу основних технічних засобів і сучасних технологічних методів проведення ремонтних робіт;
- розробка структури ремонтного циклу і системи ППР НП ремонту дозувально-наповнювального автомата типу ДН-1

- планування організації ремонту і технічного обслуговування дозувально-наповнювального автомата типу ДН-1
- розробка структури і планування організації ремонтно-обслуговуючої бази;
- розробка загальної інструкції по ремонту дозувально-наповнювального автомата типу ДН-1;
- розробка основних технічних умов на ремонт дозувально-наповнювального автомата типу ДН-1;
- розробка технології виготовлення колеса зубчастого;
- встановлення норм витрат запасних частин і матеріалів на ремонт дозувально-наповнювального автомата типу ДН-1.
- кінематичний аналіз дозувально-наповнювального автомата типу ДН-1.
- конструктивні розрахунки вузла приводу дозувально-наповнювального автомата типу ДН-1.

АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1. Аналіз завдання

Метою виконання кваліфікаційної роботи є: підвищення надійності та продуктивності роботи дозувально-наповнювального автомата типу ДН-1, зменшення витрат на ремонт та обслуговування, а також підвищення загальної ефективності виробництва.

Дозувально-наповнювальний автомат типу ДН-1, використовується для наповнення банок рідкими харчовими продуктами. Підвищення надійності роботи дозувально-наповнювального автомата є важливим завданням для забезпечення стабільної та ефективної роботи досягти якої можна шляхом проведення попереджувальної діагностики для виявлення потенційних проблем на ранніх етапах, а також регулярного технічного обслуговування та перевірки всіх компонентів автомата з своєчасною заміною зношених або пошкоджених деталей.

Завданням для оптимізації виробничих процесів та збільшення обсягів продукції є підвищення продуктивності роботи дозувально-наповнювального автомата, яке можна досягнути шляхом планування технічного обслуговування в неробочий час, проведення регулярного технічного обслуговування для підтримання обладнання в робочому стані, перевірка та заміна зношених частин для запобігання простоїв, а також застосування матеріалів та компонентів, які забезпечують стабільну та швидку роботу обладнання.

1.2. Аналіз завдання Характеристика дозувально-наповнювального автомату ДН-1

На дозувально-наповнювальному автоматі ДН-1 (аркуш А1 графічної частини) відбувається розлив продукту у пляшки. Основними частинами автомата є станина, дозуючий пристрій, бак для рідини, механізм приймання, вивантаження пляшок, карусель, привід, продуктопривід.

Станина служить для встановлення і кріплення на ній всіх вузлів і агрегатів автомата.

Конструктивно вона складається із зварної рами та нержавіючого листа, що покриває станину зверху, набору шестерень, що служать для передачі крутного моменту до валів каруселі, зірочки, шнека.

Уніфікований привід кріпиться до станини і служить для передачі крутного

моменту від електродвигуна до шестерень станини. Конструктивно він виконаний у вигляді черв'ячно-циліндричного редуктора, на черв'ячному валу якого закріплений ведений шків. Ведучий шків розміщений на валу електродвигуна. Обидва шківів з'єднані клиновим пасом.

Штурвал ручного повороту дозволяє повернути автомат вручну. Обертання передається через два пальці безпосередньо на редуктор.

Механізм приймання пляшок служить для прийому неорганізованого потоку пляшок і його організації. Даний механізм кріпиться на верхньому кінці вала і складається із транспортуючих зірочок і дистанційних кілець. Весь набір стягується болтами, що проходять через пази у фланці маточини. Він здатний приймати пляшки або з цехового транспортера (скляна тара), або з пічок. Карусель являє собою литу конструкцію на пустотілому валу якого закріплені столики і продуктовий бак.

Столики встановлюються на каруселі і служать для підймання і транспортування пляшок. Транспортування проходить при обертанні каруселі, а підймання – при обкатуванні ролика по копіру.

Регулятор подачі продукту служить для подачі остання при наповненні бака до рівня 50...80 мм від верхнього краю бака. При падінні рівня в баку нижче 50...80 мм від верхньої кромки бака поплавков спускається і продукт починає поступати в бак з трубопроводу.

Дозуючий пристрій – патрон, призначений для наповнення пляшок продуктом. Він попереджує виливання продукту з бака при відсутності пляшки. Пляшка, що знаходиться на столику, піднімаючись сумісно із столиком, стискає пружину патрона і піднімає вверх кільце. При цьому відкривається щілина продукт починає поступати в пляшку. Повітря з пляшки виходить по трубці і через ковпачок, розміщений вище рівня продукту, потрапляє в бак. При опусканні пляшки пружина відтискає корпус і відсікає подачу продукту.

Автомат працює наступним чином.

Рідина поступає в бак через продуктопровід по трубці. В середині продуктопроводу знаходяться пробки, які служать для регулювання витрати продукту. Дана пробка приводиться в рух виконавчим механізмом. Виконавчий механізм спрацьовує, коли рівень продукту в баку піднімається вище норми, що

викликає збільшення тиску повітря під клапаном зв'язаним трубою з датчиком і реле тиском. При повному баці пробка перевертається на 900 і перекриває продуктопровід. Продуктовий бак кріпиться до вертикального вала за допомогою зажимів.

Порожні пляшки, що поступають на транспортер, шнеком встановлюються на рівній відстані одна від одної, захоплюються подаючою зірочкою і зміщуються на столики нижніх патронів. При підніманні столиків з пляшками проходить фасування продукту в тару. Заповнені пляшки опускаються і передаються на розвантажувальний пристрій і транспортер.

1.3. Аналіз основних технічних засобів і сучасних технологічних методів проведення ремонтних робіт.

Розрізняють індивідуальний, вузловий, послідовно-вузловий і агрегатний методи технологій ремонту.

Деталі і вузли, зняті при розбиранні обладнання, що ремонтується, після їх ремонту встановлюють на ту ж саму машину, за винятком непридатних деталей і вузлів, які замінюють новими. Недоліки цього методу - тривале простоювання обладнання в ремонті, висока його собівартість, потреба у висококваліфікованих ремонтних робітниках, мала степінь механізації ремонтних операцій. Даний метод може застосовуватися для ремонту обладнання, яке є на підприємствах у невеликій кількості.

Вузловий метод. При цьому методі ремонту несправні вузли замінюють, а зняті вузли ремонтують і зберігають, як запасні. Даний метод застосовують для ремонту однотипного обладнання, яке є на підприємствах у невеликій кількості, а також для обладнання, яке затримує випуск продукції. Вузловий метод ремонту дозволяє скоротити тривалість простоїв обладнання.

Послідовно-вузловий метод. Вузли (складальні одиниці) ремонтують всі неодноразово, а послідовно в залежності від терміну їх служби і в основному в неробочий час. Даний метод ремонту зручно застосовувати для обладнання, яке має конструктивно відокремлені вузли, наприклад, редуктор дозувально-наповнювального автомата типу ДН-1.

Агрегатний метод. Передбачає заміну на робочому місці всієї машини

(агрегату) попередньо відремонтованої або нової машини тієї ж марки. Машину, яка підлягає ремонту, направляють в ремонтно-механічні майстерні РММ). Агрегатний метод доцільно застосовувати на великих підприємствах з добре оснащеною ремонтною базою для проведення капітального ремонту малогабаритного обладнання, яке порівняно легко ремонтувати, транспортувати і монтувати (насоси, сепаратори і т.п.). Даний метод дозволяє механізувати ремонтні роботи, то в свою чергу скорочує їх проведення, а також зменшує вартість.

Найбільшу складність при обслуговуванні дозувально-наповнювального автомата типу ДН-1 становлять роботи по ремонту станини, робочих органів, правці валів, обслуговуванню тіл обертання (зубчастих коліс і підшипників).

Основними дефектами таких деталей є: знос шийок валів, вкладишів, що веде до зміни форми та розміру валів, згин вала, знос шпоночної канавки, тріщини і розслоювання, а також виплавка бабіту в корпусі вкладиша, зминання різей і центровочних отворів.

При виявленні на валу злому і тріщин на глибину більше 10% діаметра вала (при відсутності ударної загрузки) тріщину заварюють, попередньо розроблюють її до здорового металу.

Невеликі овальність (до 0,2 мм) і конусність, а також неглибокі задирки і подряпини на шийках валів усувають шляхом обпилювання бархатним напильником і шліфування наждачним папером або притирочною пастою ГОИ з допомогою хомута. При більш значних відхиленнях і дефектах шийки вала проточують і шліфують на станку; однак при цьому діаметр шийок не повинен зменшуватись більш ніж на 5%, якщо на вал діють ударні навантаження, і на 10% -- при спокійному статичному навантаженні.

Шийки вала, які мають незначний знос, відновлюють металізацією. Шийки вала, які працюють при статичній нарузці, при значному зносі відновлюють електронаплавкою з наступним обпалом і проточкою до номінального діаметра. Шийки наварюють вздовж осі вала, причому кожен шов, що наварюється розміщують на діаметрально протилежній стороні, так як безперервна наварка приведе до згину вала.

Таблиця 1.1 Параметри граничного згину валів.

Частота обертання вала, хв ⁻¹	Стріла згину	
	На 1 м довжини	На всю довжину вала
Менше 500	0,15	0,3
Більше 500	0,1	0,2

Вали і осі з згином в межах, вказаних табл.1.1, при відсутності тріщин виправляють в холодному або гарячому стані. Правку виконують з використанням токарного станка і домкрата або спеціального гвинтового пристрою. В першому випадку вал затискають в центрах станка, під зігнуту частину вала встановлюють домкрат, що регулюється по висоті. Потім з допомогою оправки, вдаряючи по ній молотком, усувають згин вала. При використанні правильної скоби вали невеликих діаметрів правлять в холодному стані, а великих діаметрів - в гарячому. Для цього вал вкладають зігнутою частиною вверху і в місці невеликого згину нагрівають полум'ям газової горілки або паяльної лампи до 500...600°С (темно-червона накатка). Обертаючи рукоятку, вал виправляють. Місце накалки покривають азбестом і вал охолоджують.

Відновлений або заново виготовлений вал перевіряють з допомогою мікрометра і індикатора годинникового типу. Вал повинен повністю відповідати робочому кресленню. Биття вала не повинно перевищувати 0,02-0,06 мм на 1000 мм. На шийках вала не допускається наявність рисок і раковин. В залежності від матеріалу підшипника твердість поверхонь шийок повинна бути в межах HRC 45-56.

Особливо відповідальні вали відновлювати і виготовляти на місці забороняється. В випадку зносу їх замінюють новими.

Невеликі пошкодження шпоночних канавок (до 5% ширини) усувають обпилюванням і шабруванням, при значних пошкодженнях збільшують ширину канавки і шпонки (не більше 15% від початкової). При великому зносі шпонок нову канавку фрезерують на новому місці під кутом 120°, стару заварюють і зачищають заплавлене місце. Навантаженні грані шпонок і шпоночних канавок повинні бути ретельно і точно підігнані одна до другої з обпилюванням і абруванням по красці. Для врізних шпонок підганяють по красці бокові поверхні, а в тангенціальних верхню і нижню поверхні. При цьому шпонки не повинні вpirати в ступицю.

В технологічному устаткуванні застосовують приводні втулкові, роликові і

рідше зубчаті ланцюгові передачі. Їх працездатність залежить від точності, зносостійкості (особливо при абразивній дії) і корозостійкості. Навіть невеликий знос валів і втулок ланцюга обумовлює зміну кроку і зсув шарнірів; внаслідок цього ланцюг подовжується і збільшуються динамічні навантаження, які можуть привести до обриву ланцюга.

Для сполучення зірочок з валом використовують призматичні шпонки; при роботі без поштовхів і ударів здійснюють в системі отвору (А) із зазором (З) посадку, а при динамічному, змінному характері навантаження виконують відповідно перехідну (Я) і натягом (Т) посадки.

Осьова фіксація зірочок, середні площини яких повинні співпадати із заданим допуском, здійснюють настановними гвинтами, що упираються в шпонки, а при тому, що розташовує зірочок на кінці валу - за допомогою гайок або торцевих шайб.

Основні несправності роботи гнучкої передачі: 1) биття шківів через неточність виготовлення або установки шпонок; 2) неспівісність обода шківів і отвору маточини або опорної поверхні валу; 3) викривлення або не горизонтальність цапфи або шийки валу; 4) непаралельність валів; 5) неспівпадання середніх площин парне зв'язаних шківів; 6) незадовільна підготовка, погане з'єднання і регулювання передачі.

Ухил валу можна перевірити натягнутою струною із сталевого дроту або крученого шпагату. На валу закріплюють хомут із стрілкою. Потім вимірюють відстань А між кінцем стрілки і струною з схилом. При достатній довжині опорної поверхні валу таку перевірку можна зробити рівнем, провівши вимірювання при чотирьох положеннях валу через 90° .

паралельність валів також перевіряють по струні, натягнутій перпендикулярно до осі валу. Для цього необхідно, щоб відстані В між струною і стрілкою в двох діаметрально протилежних положеннях були однаковими. Користуючись стрілкою, вимірюють потім відстань; при $C=B$ осі валів паралелі. Для натягнення струн вагу вантажу приймають 0,1; 0,2 кН при діаметрі струн 0,35; 0,50 мм.

Після усунення торцевого биття перевіряють положення середніх площин парних шківів: якщо $S_i=52$ (рис. 1.1, в), використовують перевірочну лінійку або

натягнуту струну 2; якщо $S_i > 52$ (рис. 1.1, г), використовують натягнуту струну при приляганні її без перегину до висунутих пластин 1, які закріплюють струбцинами 2. Відстань, на яку висувають пластини, повинна бути рівно 0,5 ($S_i - 52$).

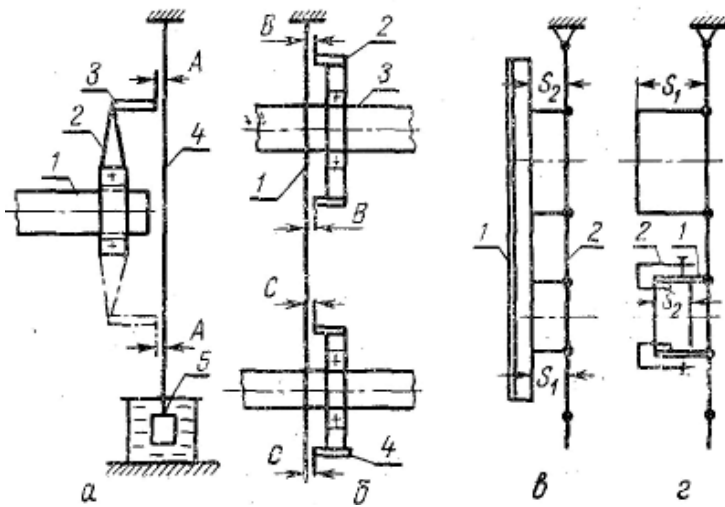


Рисунок. 1.1. Пристосування для з'єднання ланцюгів:

Зовнішні поверхні шківів для плоскопасових передач виготовляють звичайно циліндричними; якщо ж осі валів, на яких встановлені шківви, можуть мати відхилення від паралелі, застосовують один з шківів з опуклою поверхнею або з двома усіченими конічними поверхнями при висоті кожної 0,25 ширини обода; при ширині ременя b ширина обода $(1,154-1,25)b$. Шківви, що мають биття, демонтується, використовуючи гвинтові зйомники (рис.1.2.)

Для забезпечення нормальної роботи передачі важливо правильно вибрати прогумований ремінь. Використовують –головним чином прогумовані приводні ремені типу А. Кромки ременів мають водостійке покриття. Ремені пошарово і спіральнотвернутих конструкцій (типу б) використовують відповідно при швидкості $v=20$ і $v=15$ м/с. При роботі передачі в приміщеннях з високою відносною вологістю повітря (наприклад, в приміщеннях, в яких встановлені мийні машини) слід застосовувати ремені з гумовими обкладаннями.

Плоскопасову передачу натягують пристосуванням періодичної дії з гвинтовим переміщенням (опорні санчата, поворотні плити, натяжні ролики) і постійної дії, що забезпечують натягнення під дією сил тяжкості або пружного відновлення пружини стиснення (маятникові плити або підпружинені ролики).

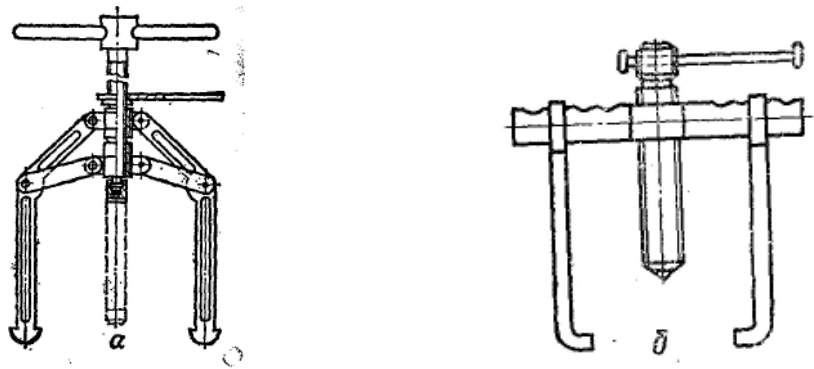


Рисунок. 1.2. Гвинтові зйомники для шківів. а-шарнірний; б- розсувний

Вантаж підвішують за допомогою клемового затиску. Для відновлення еластичності ремінь протягують кілька разів через ряд крупних стрижнів, східчасто закріплених в дерев'яних брусах.

При нерозсувних валах ремінь слід надягати на шківи з деяким натягненням, а для прогумованих ременів, що зрощуються, розрахункову овжину зменшують на 1%. Прогумовані ремені допускають короткочасне перевантаження на 30%.

Застосовують такі способи зрощення прогумованих ременів у відкритій передачі: 1) зшивання в накладку свинячою сирицею східчасто-розшарованих кінців або зшивання в стик не розшарованих кінців (другий спосіб експлуатаційно гірше першого); 2) східчасте склеювання і зшивання розшарованих кінців ременя; 3) гарячу вулканізацію розшарованих кінців.

Кінці ременя щоб уникнути перекоосу слід обрізати під прямим кутом, а стягувати за допомогою полиспастих або гвинтових затягачів (рис. 1.3). Кінці ременя розшаровують уступами по числу прокладок; при ширині ременя до 125; 150-200; 200-250 мм довжина ступеня відповідно рівна 90; 125; 150.

Розмітивши отвори в ремені за шаблоном (табл. 1.1), їх пробивають різними пуансонними приспособленнями. Через кожний отвір пропускають одночасно і в протилежних напрямках два ушивальника, затягуючи їх і ущільнюючи шов ударами молотка.

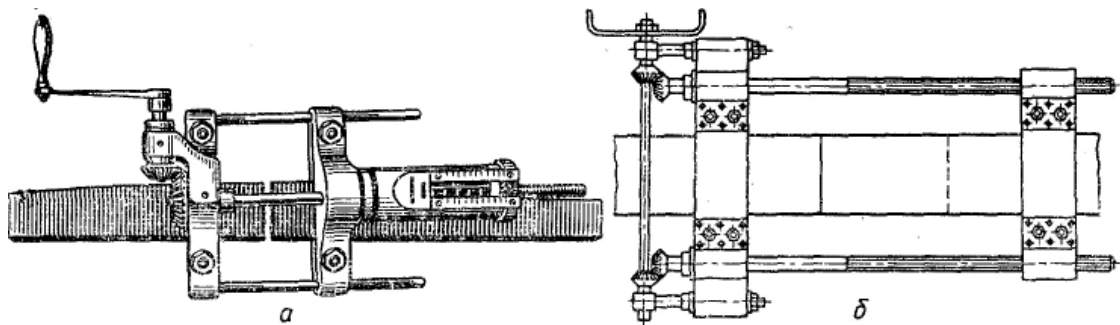


Рисунок. 1.3. Гвинтові стягнуті пристосування для плоских ременів: *а* - з динамометром; *б* - без динамометра.

Клинові ремені типів Про; А; Б; В застосовують у відкритих передачах при $v = 25$ м/с. При збірці клинопасових передач необхідно забезпечити паралель осей ведучого і веденого шківів, збіг їх середніх площин, а також не допускати торцеве і радіальне биття шківів відповідно більше 0,1 і 0,05 мм; 0,15 і 0,08 мм ; 0,25 і 0,12 мм .

При одночасній роботі декількох клинових ременів їх необхідно комплектувати по внутрішній довжині: допускається відхилення від + 0,75 до - 1,25% від номінального розміру. Різна довжина ременів в комплекті обумовлює прискорене зношування передач і шківів.

Таблиця 1.2 - Розмітка отворів для зшивання прогумованих ременів

	Ширина ремня, мм		
Показники	80-90	100-150	200-250
Відстань отворів до кромки ремня, мм	10	14	18
Діаметр отворів, мм	4	5	6
Подовжній крок отворів, мм	40	50	60
Число рядів отворів	2	2	3
Ширина сиром'ятного ушивальника, мм	5	6	8

При довжині клинових ременів 500-950 і 1000-1600 мм максимально допустима різниця між довжинами ременів в комплекті ± 2 і ± 3 мм.

Комплект клинових ременів слід підбирати по маркіровках, вказуючи номінальну довжину і номер групи відхилень. При цьому важливо, щоб ремені були однойменні по конструкції, оскільки величина пружного ковзання ременів іншої конструкції через менший модуль пружності в 2,0- 2,5 рази більше, ніж другої конструкції. Для надійної роботи передач нові ремені необхідно заздалегідь витягнути при напрузі 0,30-0,35 кН/см².

Клинові паси мають відхилення не тільки по довжині, але і по пружних властивостях, тому при розриві навіть одного ремня треба замінити весь

комплект, не допускаючи сполучення пасів нових і тих, що були в роботі; останні комплектують самостійно.

Для компенсації витяжки клинових ременів і можливості вільного надягання нових ременів передбачають можливість збільшення міжцентрової відстані на 3% і зменшення на 1,5% від розрахункової довжини ремня.

Зубчаті передачі фіксують на валах призматичними . чи клиновими шпонками, створюючи таким чином ненапружені або напружені з'єднання. Клинові з'єднання шпонкою потребують, ретельної установки, оскільки виникають зусилля, яке може порушити центрування деталі на валу і викликати її биття.

Монтаж зубчатих і ланцюгових передач включає слюсарно-механічні і настановні операції, а також перевірконо-регулювальні роботи. Нормально працюючу зубчатку передачу (циліндрову, конічну, черв'ячну) характеризує рівномірний контакт зубів, якщо бічні і радіальні зазори в зачіпляюче в межах встановлених норм.

При виготовленні і збірці зубчатих передач можливі відхилення в міжосьовій відстані і в кроці, биття коліс і непаралельність зубів. Такі похибки приводять до збільшення сили тиску, направленої по лінії зачіпляє зубчатої передачі, до змінним в часі напругам вигину в поперечних перетинах зубів і до

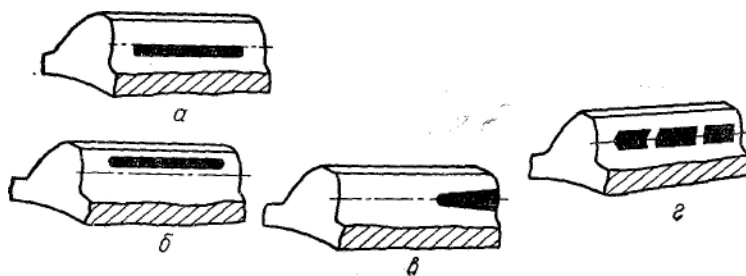


Рисунок 1.4.- Похибки збірки циліндричної зубчатої передачі.

змінних контактних напруг в поверхневих кулях останніх. Все це викликає підвищений шум працюючої передачі, поломку або заїдання зубів, інтенсивне зношування або втомне фарбування поверхневих шарів.

В циліндричному зубчастому зачепленні для оцінки кінематичної точності перевіряють: 1) міжосьову відстань; 2) паралель осей; 3) величину бічного зазору (найкоротша відстань між неробочими профільними поверхнями суміжних зубів, коли їх поверхні знаходяться в контакті); 4) ступінь прилягання робочих поверхонь зубів по довжині і висоті; 5) радіальне і торцеве биття зубчатих коліс.

В спряжених циліндричних колесах бічний зазор вимірюють в перетині, перпендикулярному до напрямку зубів, в конічних колесах його оцінюють приблизно по товщині суцільного свинцевого дроту при прокачуванні її між зубами.

Нормально змонтовані передачі видають слабкий шум, а змонтовані недостатньо ретельно – видають великий шум з періодичною зміною його інтенсивності. Поштовхи викликає заклинювання зубів в результаті радіального і торцевого биття коліс, а стукоти - підвищені бічні зазори, що є наслідком збільшеної відстані між центрами коліс в нерегульованій передачі.

Недостатній зазор (рис. 1.4, а) в зачепленні обумовлений збільшеною товщиною зубів або зменшеною міжосьовою відстанню; збільшений зазор (рис. 1.4, б) викликаний недостатньою товщиною зубів або підвищеною міжосьовою відстанню; односторонній зазор (рис. 1.4, в) виникає через перекіс отвору в маточині зубчатого колеса або викривлення посадочного місця на валу. Іноді при роботі зубчатої передачі виникає нерівномірний зазор (мал. 1.4, г). Якщо на зубах ведучого колеса відбиток розташований у ніжки, а на зубах відомого колеса - у головки, те відбувається періодичне довбання бічних поверхонь. При збірці конічних зубчатих передач перевіряють биття, якнайменший бічний зазор і прилягання (контакт) робочих поверхонь зубів. В конічних зубчатих передачах бічний зазор можна змінювати, переміщаючи клиноподібні зуби коліс уздовж осі 1-1 вліво або управо (рис. 1.5, а).

При регулюванні прямозубих конічних коліс по фарбі можна знайти: недостатній зазор через надмірне зближення коліс (рис. 1.5, б); відхилення дійсної величини міжосьового кута від номінальної (рис. 1.5, в при позитивному, рис. 1.5, г - при негативному відхиленні). Про перекіс осей зубчатих коліс свідчить тієї, що щільне розташовує слідів фарби: на одній стороні зуба на вузькому кінці, на іншій - на широкому.

Помилки в кроці коліс сприяють появі шуму, що нагадує клацання; на поверхні зубів виникають надири з металевим блиском.

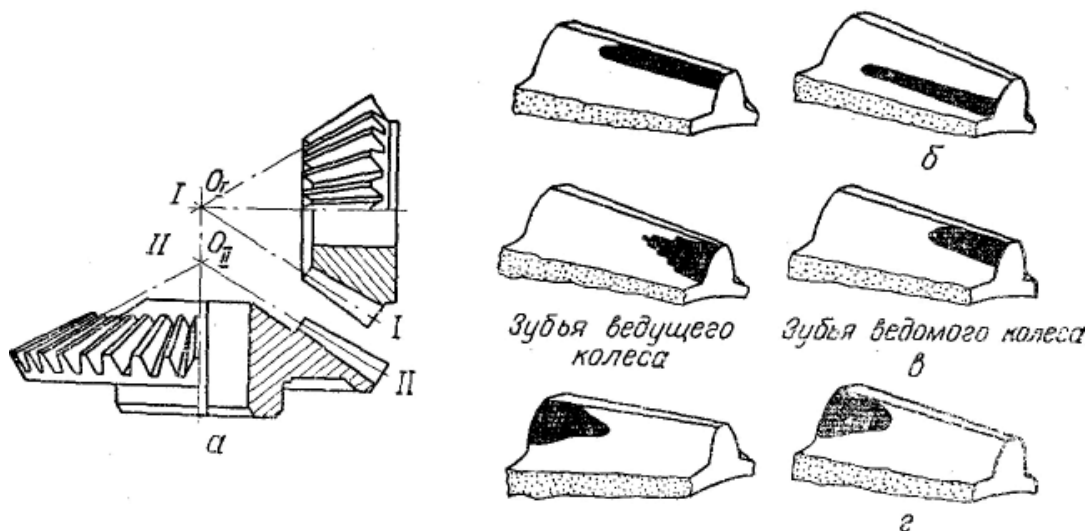


Рисунок 1.5.- Похибка збірки конічної зубчатої передачі.

Високочастотний шум, перехідний в свист і завивання, нерівномірний стукіт відбуваються через спотворення форми робочих поверхонь зубів чи через дефект. Шум та вібрація передачі, можуть бути викликані тим, що при вході в зачеплення зуб веденого колеса підрізає ніжку зуба ведучого колеса або на головках зубів з'являються гострі кромки. Це відбувається через малий бічний зазор (щільне зачеплення) або розцентровки колеса. Циклічний шум, що посилюється, чи слабшає – внаслідок ексцентричного розміщення зубів щодо осі обертання.

При зборці зубчато-гвинтових (черв'ячних) передач необхідно забезпечити правильне зачеплення одно - або двозахідного черв'яка із зубами колеса. Для цього контролюють по корпусу редуктора відхилення міжосьової відстані.

Прилягання робочої сторони зубів колеса до ниток черв'яка перевіряють по фарбі: воно повинне бути рівномірним з розподілом торкання по всій робочій висоті уздовж зубів колеса. В нормально зібраній черв'ячній передачі величина плями торкання повинна бути не менше 60% висоти зуба і 50% його довжини (рис. 1.6, а). Мінімальні бічні зазор в зачіпляюче приймають при міжосьовій відстані 75-150 і 150-300 мм відповідно 0,05 і 0,1 мм Для виправлення установки черв'ячної передачі по плямах торкання необхідне колесо зсунути вправо (рис. 1.6, б) або вліво (рис. 1.6, в).

Установкою шайби або підрізуванням торця колеса можна досягти збігу середньої площини передачі. Якщо необхідно збільшити зазор в зачепленні, поверхні зубів колеса значить шабрить з неробочої сторони.

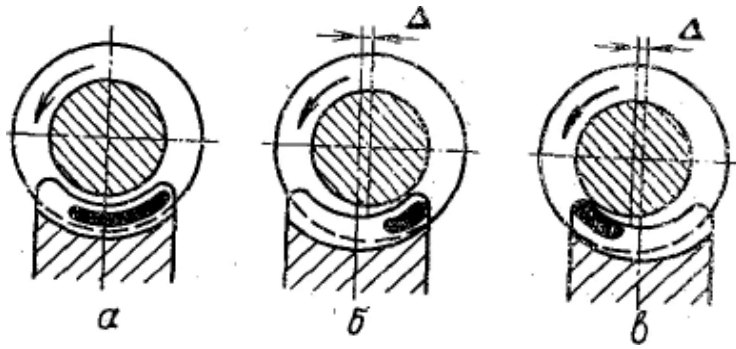


Рисунок. 1.6.- Перевірка установки черв'яка щодо черв'ячного колеса:

а - нормальне зачеплення; б - зсув черв'яка управо; в - зсув черв'яка вліво.

Перпендикулярність осей черв'ячної передачі перевіряють за допомогою стрілки, що надягає на вал черв'ячної шестерні; при її повороті на 180° відстані між кінцем стрілки і помилковим валом (встановленим замість черв'яка) повинні бути однаковими.

Останнім часом в редукторах (наприклад, для приводу дискових трієрів) застосовують циліндрові зубчаті передачі М. Л. Новикова; вони вимагають ільш ретельної зборки, оскільки вельми чутливі до зміни міжосьової відстані, а неправильне положення зубів може бути причиною виникнення додаткових динамічних навантажень.

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Планування і організація ремонту дозувально-наповнювального автомата типу ДН-1

2.1. 1. Розробка структури ремонтного циклу та системи ППР дозувально-наповнювального автомата типу ДН-1

Визначаємо структуру ремонтних циклів дозувально-наповнювального автомата типу ДН-1 наступна (див. дод.1) отримані значення вносимо у відповідні графи Графіку ППР дозувально-наповнювального автомата типу ДН-1:

Затверджую
Головний інженер

Графік планово-попереджувального ремонту дозувально-наповнювального автомата типу ДН-1 на 2024 рік

№ П/П	Обладнання	Тип, марка	Інвентарний номер	Час вводу в експлуатацію	Останній ремонт в попередньому році		Строк служби чи напрацювання з часу останнього ремонту		Тривалість			План і виконання	
					Вид	Міс	Ремо нту	ТО	Ремонтного циклу	Періодів			
										Ремонтами	ТО		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
	дозувально-наповнювального автомата	ДН-1	1526389312	2020	О	12	2100	1050	48/16800	12/4200	3/1050	Строк служби, міс/год	Планові очікування
												План	
												Виконання	

Напрацювання і види ремонтів і ТО по місяцях і їх трудомісткість												Загальна трудомісткість робіт			
Січ 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	Інш і
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	69	49,69	13,8	5,52
K/36			ТО/ 1			ТО/ 1			ТО/ 1						

2.1.2. Організація ремонту і технічного обслуговування дозувально-наповнювального автомата типу ДН-1

Тривалість простою дозувально-наповнювального автомата під час ремонту може залежати від багатьох факторів, таких як складність поломки, наявність запасних частин, кваліфікація обслуговуючого персоналу, а також ефективність організації ремонтних робіт. Простої в ремонті електроустаткування, як правило, окремо не планують, тому що його ремонтують одночасно з технологічним обладнанням.

Якщо обладнання по технічному стану в даний місяць не вимагає ремонту, то складають акт про перенесення ремонту на інший термін, на підставі якого обладнання допускають до експлуатації до призначеного нового терміну.

На підприємствах харчової промисловості ремонт обладнання здійснюють слюсарі-ремонтники, слюсарі-електрики, зварники, верстатники та ін. Транспортне обладнання, як правило, ремонтують машиністи транспортних установок, котельне - кочегари. Ремонтні роботи виконуються під керівництвом головного механіка або енергетика заводу. Для правильної організації ремонту необхідно забезпечити всі необхідні матеріально-технічні засоби для провадження робіт, провести технічно грамотне їхнє планування, передбачити прогресивну технологію ремонту, механізацію слюсарних, підйомно-транспортних та інших робіт, забезпечити спеціалізацію й закріпити відповідальних виконавців за кожним видом обладнання, що підлягає ремонту.

Склад ремонтної бригади або ланки слюсарів підбирають для кожного типу

обладнання, виходячи зі складності ремонту й обсягу робіт. Для визначення кількості і кваліфікації ремонтників можна скористатися укрупненими нормами а капітальний ремонт або прийняти склад бригади по досвіду проведення ремонту в попередні роки. Наприклад, для ремонту лінії по розливу оцту бригада повинна складатися зі слюсарів-ремонтників IV, V, VI розряду, зварника й робітників-верстатників. Після добору складу ремонтної бригади для особливо складного обладнання (технологічні ваги, зерносушарки) складають графік ремонту окремих механізмів або груп складальних одиниць із вказівкою прізвищ виконавців. Контроль за виконанням графіка покладається на особу, відповідальну за проведення ремонту, наприклад бригадира ремонтної бригади, і механіка заводу. Члени бригади повинні бути ознайомлені з оперативним графіком на місяць не пізніше ніж за 4 дні до початку ремонту.

На підставі виявлених при технічному обслуговуванні й малих ремонтах дефектів на обладнання, що підлягає середньому або капітальному ремонту, складають відомість дефектів, а потім замовлення на виготовлення деталей, яких немає на складі. Деталі й матеріали, наявні на складі, виписує й одержує головний механік заводу.

При правильній організації ремонту кожен член бригади одержує конкретне завдання й за ним закріплюється робоче місце. Необхідний інструмент, матеріали й змінні деталі підготовляють заздалегідь.

По кресленнях, інструкціях заводів-виготовлювачів й іншій технічній документації кожен член бригади до початку роботи вивчає послідовність розбирання й складання окремих складальних одиниць, а також особливості їхньої конструкції, і тільки після цього приступають до розбирання. Ремонт технологічного обладнання виконують у ремонтно-механічних майстернях або в цехах підприємства. До місця ремонту повинна бути підведена електроенергія: для підключення електрозварювального обладнання й для переносного електроосвітлення напругою 12В.

Для миття деталей варто використовувати розчин соди. Деталі, що знімають із машини при ремонті, необхідно розміщувати на спеціальних дерев'яних (стаціонарних або пересувних) стелажах.

Виконавцями ремонтних робіт на підприємстві є робітники наступних

спеціальностей. Міжремонтне технічне обслуговування здійснюють чергові слюсарі-наладчики, слюсарі-електрики й слюсарі служби засобів вимірювання й автоматизації. На період проведення найбільшого об'єму ремонтних робіт (I-II квартали) чергових слюсарів-наладчиків і слюсарів-електриків рекомендується переводити в слюсарі-ремонтники, що буде сприяти їхній зацікавленості в якості ремонту устаткування й приладів, які надалі вони будуть обслуговувати, оволодінню суміжною професією й підвищенню кваліфікації.

По закінченні робіт відремонтоване обладнання приймають в експлуатацію по акту. Акт входить до складу зведеної документації по прийманню обладнання до робочого сезону, що складають звичайно в першій половині квітня.

Способи організації ремонту. Розрізняють централізовані, децентралізовані й змішаний способи організації ремонту.

Централізований спосіб організації ремонту. Він передбачає проведення всіх видів ремонтних робіт, а в окремих випадках і технічного обслуговування силами й засобами ремонтно-механічних майстерень, підлеглих головному механікові заводу. Даний спосіб організації ремонту доцільно застосовувати на невеликих підприємствах з великою кількістю однотипних машин, а також для ремонту малогабаритного,

Децентралізований спосіб організації ремонту. Цей спосіб включає всі види ремонтних робіт і технічного обслуговування обладнання, які виконують ремонтники виробничих цехів під керівництвом механіка цеху. У майстернях роблять тільки ті роботи, які не можуть бути виконані у виробничих цехах заводу, наприклад верстатні, і виготовляють запасні деталі.

Змішаний спосіб організації ремонту. Він полягає в тому, що технічне обслуговування й малі ремонти здійснюють ремонтники виробничих цехів, як і при децентралізованому способі, а капітальний і середній ремонти -силами ремонтно-механічних майстерень.

Спосіб організації ремонту дозувально-наповнювального автомата типу ДН-1 залежить від виду ремонту (малий, середній, капітальний); типу, конструкції й технічних даних автомата; умов і тривалості його експлуатації; своєчасності і якості проведення попередніх ремонтів і ТО, а також від оснащеності РММ підприємства, штату й кваліфікації ремонтного персоналу. Спосіб організації ремонту вибирається

головним механіком або енергетиком і головним інженером.

Для правильної організації ремонтних робіт на підприємстві необхідно впровадити систему ППР.

Для успішного впровадження системи ППР необхідно здійснити наступні організаційно-технічні заходи: провести інвентаризацію (облік) устаткування, експлуатованого на кожній ділянці, по видах (технологічне, дозуюче, котельне, електроустаткування й ін.); оформити особисті картки машин й апаратів і заводити їх у міру введення в експлуатацію нового обладнання. Кожній одиниці обладнання присвоюють інвентарний номер, що наносять олійною фарбою на корпус машини. Потім оцінюють технічний стан устаткування, з огляду на його зношеність й проведені раніше ремонти. Складають відомості на наявні й відсутні запасні деталі, пристосування, інструмент і матеріали.

Перераховані заходи зручно проводити під час річної інвентаризації основних засобів підприємства станом на 1 грудня, для того щоб впровадити рафік ППР із 1 січня наступного року.

2.1.3. Структура і організація ремонтно - обслуговуючої бази

На підприємстві виконують всі види робіт, які не вимагають спеціального устаткування. Оснащення МРМ і чисельність ремонтного персоналу обумовлює виробнича потужність підприємства.

Для підвищення економічності й поліпшення якості ремонтів створені спеціалізовані ремонтні підприємства; проводиться централізований ремонт обладнання; оснащуються ремонтні підрозділи діючих підприємств сучасною технікою, на них впроваджуються технологічно передові процеси виконання робіт.

Основне призначення ремонтно-механічних майстерень (РММ) - проведення капітального й середнього ремонтів технологічного, дозуючого, котельного, санітарно-технічного обладнання, комунікацій, електроустаткування, а також модернізація, відновлення зношених і виготовлення нових деталей машин й апаратів.

Структура й технічне оснащення майстерень. До складу РММ більшості типів підприємств харчової промисловості входять наступні відділення: верстатне, слюсарне, електроремонтне, ковальсько-зварювальне, будівельне, лабораторія

засобів вимірювання й автоматизації й комори. Технічне оснащення відділень залежить від парку зазначеного обладнання й категорії складності його ремонту.

Верстатне відділення. У верстатному відділенні виконують механічну обробку валів при їхньому відновленні та виготовленні; розточення циліндрів, вкладишів і корпусів підшипників, муфт; нарізування різей; свердління, зенкерування й розвертання отворів; стругання шпонок; фрезерування шпонкових канавок; нарізку зубів зубчастих коліс.

Продуктивність обладнання верстатного відділення залежить від завантаження верстатів і скорочення їхнього простою. На підприємстві встановлені наступні верстати: токарно-гвинторізні (мод. 16K20), універсальний фрезерний (мод. 6P11), вертикально-свердлильні (мод. 2H125), поперечно-стругальний, шліфувальний (ЗБ153Т), шпоночно-фрезерний (мод. 692М) і заточувальний. Кожен робітник-верстатник відділення повинен мати шафку, тумбочку або з столик, де він міг би зберігати оснащення та інструмент.

Для збору стружки окремо чорних і кольорових металів у верстатному відділенні встановлені ящики із кришками.

Слюсарне відділення. Це відділення виконує найбільший обсяг ремонтних робіт. Відділення оснащують верстаками, пристосуванням для вирізки прокладок, приводними або важільними ножицями, розміточною, притирочною і шабрувальною плитами, ваннами для мийки деталей шили ванною для нагрівання підшипників у мастилі перед монтажем й ін. Крім того, установлюють два вертикально-свердлильних верстати, заточувальний верстат, стелажі й шафи для зберігання деталей і матеріалів. Для механізації робіт по транспортування, розбиранню й складанню обладнання у відділенні розміщена електроталь ТЗ1-511 вантажопідйомністю 1 т, для якої монтують монорейковий підвісний шлях. Ручна таль може бути підвішена до переносної триноги або козла. Для доставки в майстерню обладнання для ремонту, деталей і матеріалів зі складу можна використовувати акумуляторні навантажувачі, передбачений для них проїзд відповідних розмірів.

Електроремонтне відділення (електроцех). У відділенні ремонтують електродвигуни, трансформатори, апаратуру управління та ін. Електроцех оснащують верстатами з лещатами, стелажами й шафами для

електрообладнання, що підлягає ремонту, деталей, інструменту й матеріалів, а також вертикально-свердлильним, обмотувальним, балансувальним верстатами, ванною для просочення обмоток статорів двигунів, столом для стікання лаку й сушильною шафою. У відділенні повинен бути стенд із електрощитом, до якого підводять одно- і трифазний струм. Щит обладнаний контрольно-вимірювальними приладами.

Ковальсько-зварювальне відділення. У відділенні встановлюють горн на один або два вогні з механічним дуттям, ковадло, верстат, спеціальні лещата, пристосування для гнуття труб, баки з водою й маслом для загартування деталей. Над горном розмішають витяжний зонтик із вентилятором. Для електродугового й газового зварювання й різання металів у ковальсько-зварювальному відділенні повинне бути наступне обладнання: зварювальні трансформатор, перетворювач і генератор, а також ацетиленовий генератор, зварювальні інструменти й матеріали. Підлога у відділенні звичайно земляна без покриття. З метою протипожежного захисту при проведенні ковальських і зварювальних робіт необхідно мати засоби ожежогасіння.

Будівельне відділення застосовують для столярних, теслярських, жестяничних, малярських та інших робіт. Воно повинне бути оснащене деревообробними верстатами, наборами спеціальних, бажано електрифікованих, інструментів, а також верстаками, стелажми, шафами.

Лабораторія засобів вимірювання й автоматизації. У лабораторії роблять ремонт, перевірку, випробування КВП і ЗА, складають річний графік державної перевірки й таврування приладів і вагового обладнання й здійснюють контроль його виконання. У лабораторії повинні бути стенд для випробування приладів, верстат, набір спеціальних інструментів і комплект контрольних приладів.

2.2. Розробка загальної технології ремонту і матеріально-технічних засобів ремонтних робіт.

2.2.1. Розробка загальної інструкції по ремонту дозувально-наповнювального автомата типу ДН-1

При роботі дозувально-наповнювального автомата типу ДН-1 виникають

різного роду несправності, для усунення яких розроблено відповідні заходи (табл. 2.1). Частина з них можна усунути простими налагоджувальними операціями, а для частини доводиться здійснювати складні ремонтні роботи.

Таблиця 2.1.- Несправності при роботі дозувально-наповнювального автомата ДН-1

№ п/п	Найменування неполадок, зовнішні прояви і додаткові ознаки	Імовірна причина	Способи усунення
1	2	3	4
1	При вмиканні кнопки керування сигнальна лампа не загоряється	1) Немає напруги в мережі 2) Перегоріла сигнальна лампочка 3) Несправний кінцевий вимикач	Усунути дефект мережі Замінити сигнальну лампочку Перевірити або замінити кінцевий вимикач
2	Двигун гудить	Міжвиткове замикання	Відремонтувати обмотку
3	Нерівномірне або неточне дозування	Знос або пошкодження дозуючих механізмів, забруднення дозаторів, неправильне налаштування параметрів дозування.	Регулярне чищення дозуючих механізмів, перевірка та заміна зношених частин, повторне налаштування параметрів дозування.
4	Витік продукту	Пошкодження ущільнювачів або клапанів, неправильне встановлення комплектуючих, зношення деталей.	Перевірка та заміна ущільнювачів і клапанів, правильне встановлення всіх деталей, регулярна перевірка на зношення.
5	Машина у ході автоматичного режиму зупиняється	Механічні блокуючі вимикачі спрацювали, перевантаження машини Низький тиск води	Усунути причину перевантаження Контроль тиску води у трубопроводі

При проведенні ремонтних робіт проводять розбирання вузла, деталі якого підлягають ремонту. При цьому розробляють певну документацію, а саме схему (лист А1 графічної частини) та карту розбирання вузла.

Вузол розбирається в певній послідовності, а складається в оберненій. При цьому до процесу складання ставляться певні вимоги.

Перед складанням валів, посаджених на них з допомогою шпонкових з'єднань шківів, перевіряють якість поверхонь деталей, що вкладаються, усувають забоїни, заусениці і задирки. Розміри призматичних шпонок і пазів регламентовані стандартами. При складанні призматичну шпонку направляють в паз легким ударом молотка.

Перед складанням вузлів підшипники кочення підлягають розконсервуванню і очистці, промиванні їх в бензині чи в підігрітому до 80°C мінеральному маслі. При установці підшипників на вали і в корпус дотримуються певних правил монтажу. Порядок розбирання розбирання вузла карусель зведемо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2.– Технологічна карта розбирання вузла карусель

№ п\п	Операції і переходи	Інструмент пристосован. матеріал	Технічні вимоги на складання	Професія і розряд робочого	Но-рма часу	При-міт-ка
1	2	3	4	5	6	7
1	Відкрутити гайку 32 зняти кришку 31	Ключ		Слюсар II розряд	3,6	
2	Зняти стакан 28			Те ж	1	
3	Зняти шпонку 27	Молоток		- // -	3,5	
4	Зняти карусель 26			- // -	2	
5	Зняти гайку 25, шайбу 24, втулку 23	Ключ		- // -	1	
6	Зняти зубчасте колесо 22	Зйомник		- // -	1	

7	Зняти шпонку 21	Молоток		- // -	0,5	
8	Зняти шток 20	Молоток		- // -	0,5	
9	Зняти втулку 17	Молоток		- // -	3	
10	Зняти підшипник 16	Зйомник		- // -	0,5	
11	Зняти кришку 15			- // -	1	
12	Зняти манжету 14			- // -	0,5	
13	Зняти манжету 12			- // -	1	
14	Зняти підшипник 11	Зйомник		- // -	0,5	
15	Зняти манжету 10			- // -	1	
16	Зняти кришку 9			- // -	1	
17	Зняти манжету 8	Ключ		- // -	1	
18	Зняти столик 7			- // -	1	
19	Зняти вал 6			- // -	1	
20	Зняти шайбу 5, болти 4,3			- // -	1	
21	Зняти станину 2			- // -	0.5	
22	Зняти станину 1			- // -	1	

Після ремонту автомат встановлюється в технологічну лінію виробництва розливу продукції. Встановлений автомат перед пуском слід підготувати до роботи. (паспорт ст. 11-14).

У випадку тривалого простоювання здійснюється консервація автомату.

2.2.2. Визначення основних технічних умов на ремонт дозувально-наповнювального автомата типу ДН-1

Розбирання машин являється першим етапом ремонту типових деталей і збірних одиниць технологічного обладнання. Після розбирання здійснюють очистку і мийку деталей; визначення характеру ступені пошкодження і зносу деталей; відновлення зношених і заміна новими; збирання; змазка; фарбування

станини, корпусу і рами; випробування на холостому ході і під навантаженням.

Розбирання дозувально-наповнювального автомата типу ДН-1 і наступне збирання здійснюють в визначеному технологічному порядку.

При ремонті автомату на місці без зняття з фундаменту потрібно відключити електродвигун від електромережі, зняти огорожу, пасові і ланцюгові передачі після чого приступають до розбирання більш великих вузлів. В першу чергу знімають деталі, які заважають демонтажу інших. При частковому розбиранні знімають тільки частину деталей, які підлягають ремонту або заміні. При розбиранні використовують зйомники механічної, гідравлічної і пневматичної дії.

Для зберігання знятих малих деталей (пальці, втулки, підшипники, болти, гайки та інше) застосовують рухомі металеві етажерки і шафи з полицками. При розбиранні автомата ніяких механічних пошкоджень деталей не дозволяється.

Після розбирання вузлів деталі очищають від бруду, масла, фарби і залишків продукції. Після очистки деталей від бруду щітками деталі промивають в гасі, а особливо відповідальні - в бензині. Після цього деталі витирають насухо ганчірками або обдувають стиснутим повітрям і змащують невеликим шаром масла або технічного вазеліну.

Для видалення старої фарби після механічної очистки деталі занурюють в ванну з 10%-им розчином каустичної соди, підігрітий до 70°С через 8-10 год. шар фарби видаляють.

Промивають деталі зануренням рухомий апарат заповнений водою (до 60-70°С) з додаванням омилувачів, наприклад сода, пральний порошок, 0,5 %-ий водний розчин мила, розчин рідкого скла, трихлоретилен.

Якщо деталі, що виготовлені зі сталі, підлягають тривалому зберігання, то їх промивають 4 %-му водному розчині (суміш кальцинованої соди, рідкого скла і гідроксиду натрію з температурою до 60-65°С). Деталі промивають в цьому розчині, після чого виймають, ретельно витирають і насухо обсушують, змащують технічним вазеліном або гарматною змазкою, потім обгортають промасленим папером. Для промивки деталей застосовують також стаціонарні металеві ванни або спеціальні промивні барабани.

ВІДОМІСТЬ ДЕФЕКТІВ

на середній ремонт дозувально-
(середній, капітальний) (обладнання)

наповнювального автомата типу ДН-1

інв. № 152638931 встановленого в розливочному цеху

№ п/п	Деталі, які мають дефект	Дефект	Способи усунення	Необхідна кількість запасних деталей і матеріалів		Трудо-місткість, люд·год	Оцінка стану обладнання при здачі в ремонт
				Найменування	Кількість		
1	Зубчате колесо	Знос зубів	Виготовлення нового вінця і заміна				Незадовільний
2	Шток	Зношений	Заміна				Задовільний
3	Підшипник	Стукає	Заміна				Незадовільний
4	Втулка	Зношена	Виготовлення нової і заміна				Незадовільний
5	Вал	Згин Зношення шийок вала	Правка вала Наплавлення з мех.-обробкою				Незадовільний

В залежності від результатів дефектування деталі сортують на три групи [8]:

- не потребують ремонту (розміри, посадки, знос знаходяться в допустимих межах);
- підлягають ремонту; можуть бути відновлені після виконання відповідних ремонтних операцій (проточка, наварка, наплавлення і т.п.);
- підлягають повній заміні як непридатні; не можуть бути відновлені з

технічних причин або внаслідок економічної нерациональності.

Після усунення дефектів деталі машин можуть бути повторно використані.

Відновлення зношених деталей обладнання економічно нерационально, так як затрати на відновлення складають менше 1/3 повної вартості нових деталей. Зношені деталі відновлюють наступними методами: без зміни розмірів за допомогою установки або видалення прокладок, підтягування різьбових з'єднань, правки деформованих ділянок; з зміною початкових розмірів, використовуючи додаткові втулки, кільця та інші деталі ремонтних розмірів; з зміною розмірів шляхом нарощення зношених поверхонь зварюванням, наплавленням, полімерами з наступною слюсарно-механічною обробкою, а також пластичного деформування (накатка, правка і інше). Вибір того чи іншого методу відновлення деталей зумовлений його економічністю.

2.3 Розробка технології виготовлення зубчастого колеса.

2.3.1. Аналіз технічних умов колеса зубчастого.

Деталь - зубчасте колесо належить до тіл обертання класу диски, тобто це деталь, у якій довжина значно менша за діаметр і має великі торцеві поверхні. Проаналізувавши технічні умови, вказані на кресленні, можна зробити висновок, що посадочні поверхні 40H7 і поверхня зубів з шорсткістю $R_a = 0,63$ мкм потребують чистової обробки. Інші поверхні вимагають застосування ряду інструментів (чорнового, напівчистового, чистового) з розподілом припуску на мінімальний при чистовому переході, що вимагає використання високоточного обладнання. Зірочка виготовляється із матеріалу Сталь 45 ГОСТ 1050 – 89.

Таблиця 2.3. – Хімічний склад сталі 45 ГОСТ 1050 – 89 в %.

C	Si	Mn	Ni	Cr	S	P
0,43-0,46	0,17-0,31	0,5-0,8	0,3	0,3	0,04	0,04

Таблиця 2.4. – Механічні властивості сталі 45 у стані поставки.

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

Таблиця 2.5. – Аналіз технічних умов зубчастого колеса.

Позначення поверхні	Технічна умова або вимога	Метод виконання	Метод контролю
И	Забезпечити точність по 16 квалітету і шорсткість $R_z=180\text{мкм}$	Відрізання заготовки	– // –
А, Г, Д	Забезпечити точність по 9-12 квалітету і $R_z = 40-60$	Точіння чистове	Точність-штангенциркулем, Шорсткість-методом порівняння за зразками або на профілометрі, профілографі
Б	Забезпечити точність по 8 , шорсткість $R_a 1,25$	Розточування тонке	– // –
Е, Ж	Забезпечити точність по 14-16 квалітету Шорсткість R_z60	Свердління	Точність-штангенциркулем, Шорсткість-методом порівняння за зразками
В	Забезпечити точність по 7-8 квалітету Шорсткість R_z20	Шевінгування	– // –
Б	Забезпечити точність по 9 квалітету Шорсткість R_z40	Довбання шпоночного паза	– // –

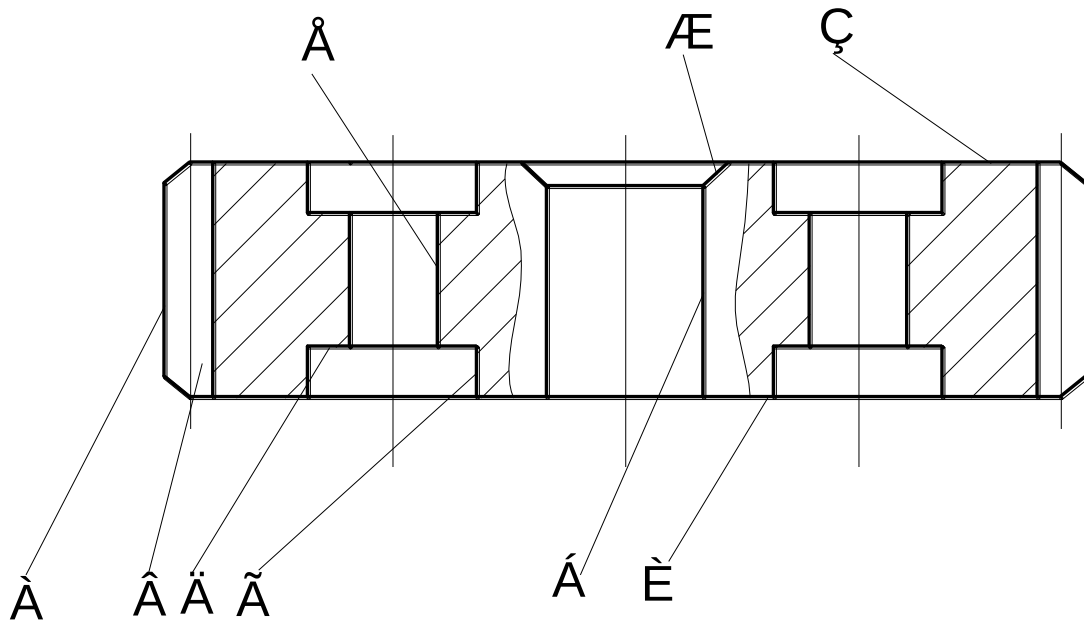


Рисунок 2.1. Зубчасте колесо

2.3.2. Вибір і обґрунтування способу отримання заготовки.

Метод одержання заготовки для деталей машин визначається призначенням, конструкцією деталі, матеріалом, типом виробництва і економічністю виготовлення.

Заготовку для даної деталі при одиничному типі виробництва можна отримати штамповкою, або з прокату.

Перевіримо економічну доцільність використання прокату.

1) Вартість штамповки:

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

$$C_i = 1100 \text{ грн} \quad S_{відк} = 700 \text{ грн} \quad ([4] \text{ с.32 табл.9})$$

Коефіцієнти k по ([4] с.38,40 табл.14,15)

$$S_{заг} = \frac{1100}{1000} \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 2,87 \cdot 0,89 \cdot 2,2 - (0,6 - 0,4) \cdot \frac{700}{1000} = 53,7 \text{ грн.}$$

2) Вартість прокату:

$$S_i = 1,1 \text{ грн} - \text{вартість 1 кг заготовок} \quad ([4] \text{ с.32 табл.9})$$

$$S_{заг} = \frac{Q \cdot S_i}{1000} - (Q - g) \cdot \frac{S_{відк}}{1000} = \frac{0,6 \cdot 1,1}{1000} - (0,6 - 0,4) \cdot \frac{700}{1000} = 10,16 \text{ грн.}$$

Вартість виготовлення з прокату нижча отже заготовка з прокату.

2.3.3. Розрахунок припусків і міжопераційних розмірів.

Розрахуємо припуск на поверхню Б $\varnothing 80 H7$, для якої $Ra = 1,25$.

Визначимо необхідну кількість переходів за формулою:

$$n = \frac{\lg(\varepsilon)}{0,46};$$

$$\varepsilon = \frac{T_3}{T_\delta};$$

де T_3 – допуск заготовки, *мкм*;

T_δ – допуск деталі, *мкм*;

$T_3 = 870$ *мкм* для $\varnothing 80$ при ІТ 14;

$T_\delta = 35$ *мкм* для $\varnothing 80$ при ІТ 7.

Тоді.

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

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

Тобто задану точність можна досягти за три переходи: розсверлювання, розточування і тонке розточування.

За таблицями [4] знаходимо для кожного переходу шорсткість, глибину дефектного шару, відхилення і похибку базування.

Заготовка $Rz = 150$ *мкм*; $T = 150$ *мкм*. ([4] с.66 табл. 27).

Розточування чорнове

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

Розточування напівчистове

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

Розточування тонке

$$Rz = 15 \text{ мкм}; \quad T = 15 \text{ мкм}. \quad ([4] \text{ с.67 табл. 29}).$$

Визначимо відхилення за формулою

$$\rho = \sqrt{\rho_k^2 + \rho_u^2};$$

$$\Delta_{\kappa} = 0,5_{\text{мкм/мм}}, \quad ([4] \text{ с.72 табл. 32}).$$

Довжина, на якій розглядається відхилення $l = 90 \text{ мм}$. Тоді.

$$\rho_{\kappa} = L \cdot \Delta_{\kappa} = 60 \cdot 0,5 = 30_{\text{мкм}};$$

$$\rho_{\psi} = 0,25_{\text{мм}} \quad ([4] \text{ с.73 табл. 33}).$$

Підставивши у формулу визначимо відхилення ρ .

$$\rho = \sqrt{\rho_{\kappa}^2 + \rho_{\psi}^2} = \sqrt{30^2 + 250^2} = 251_{\text{мкм}};$$

Після чорнового свердління

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

Після кінцевого розточування

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

Похибка базування $\varepsilon = 0$ (самоцентруючий патрон) ([4] с.76 табл.18).

Розраховуємо мінімальні припуски.

Розточування чорнове

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

Розточування напівчистове

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

Кінцеве розточування.

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

Розрахункові діаметри.

$$d_{p1} = 40,870 - 2 \cdot 0,090 = 40,69_{\text{мм}};$$

$$d_{p2} = 40,68 + 2 \cdot 0,175 = 40,33_{\text{мм}};$$

$$d_{p3} = 40,33 + 2 \cdot 0,551 = 39,228_{\text{мм}}.$$

Найменші граничні розміри.

$$d_{\min 1} = 39,228 - 0,87 = 38,36_{\text{мм}};$$

$$d_{\min 2} = 40,33 + 0,22 = 40,11_{\text{мм}};$$

$$d_{\min 3} = 40,69 + 0,087 = 40,60_{\text{мм}};$$

$$d_{\min 4} = 40,87 + 0,035 = 40,83_{\text{мм}}.$$

Граничні значення припусків.

$$2 \cdot z_{\max 1} = 40,11 - 38,36 = 1,75_{\text{мм}};$$

$$2 \cdot z_{\max 2} = 40,60 - 40,11 = 0,49_{\text{мм}};$$

$$2 \cdot z_{\max 3} = 40,83 - 40,60 = 0,23_{\text{мм}};$$

$$2 \cdot z_{\min 1} = 40,33 - 39,23 = 1,1_{\text{мм}};$$

$$2 \cdot z_{\min 2} = 40,69 - 40,33 = 0,36_{\text{мм}};$$

$$2 \cdot z_{\min 3} = 40,87 - 40,69 = 0,18_{\text{мм}}.$$

Номінальний припуск

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

Розраховані значення припусків і допусків на поверхню $\varnothing 80 \text{ H7}$ записуємо у таблицю 2.6.

На решту поверхонь зірочки припуски і допуски приймаємо по таблицях ДСТУ записуємо їх значення у таблицю 2.7.

Таблиця 2.7. – Зведена таблиця припусків і допусків на обробку колеса зубчастого.

Поверхня	Розмір, мм	Припуск, мм		Допуск мкм
		табличний	розрахунковий	
<i>A</i>	Ø252h8	2·2,5	—	970
<i>Б</i>	Ø80 H7	2·2,5	2·0,991	970
<i>E</i>	Ø24 H14	2·4,5	—	870
<i>Ж, И</i>	30	0,5	—	870
<i>З</i>	3x45	2·4,5	—	65
<i>Г</i>	Ø200H14	2·4,5	—	740

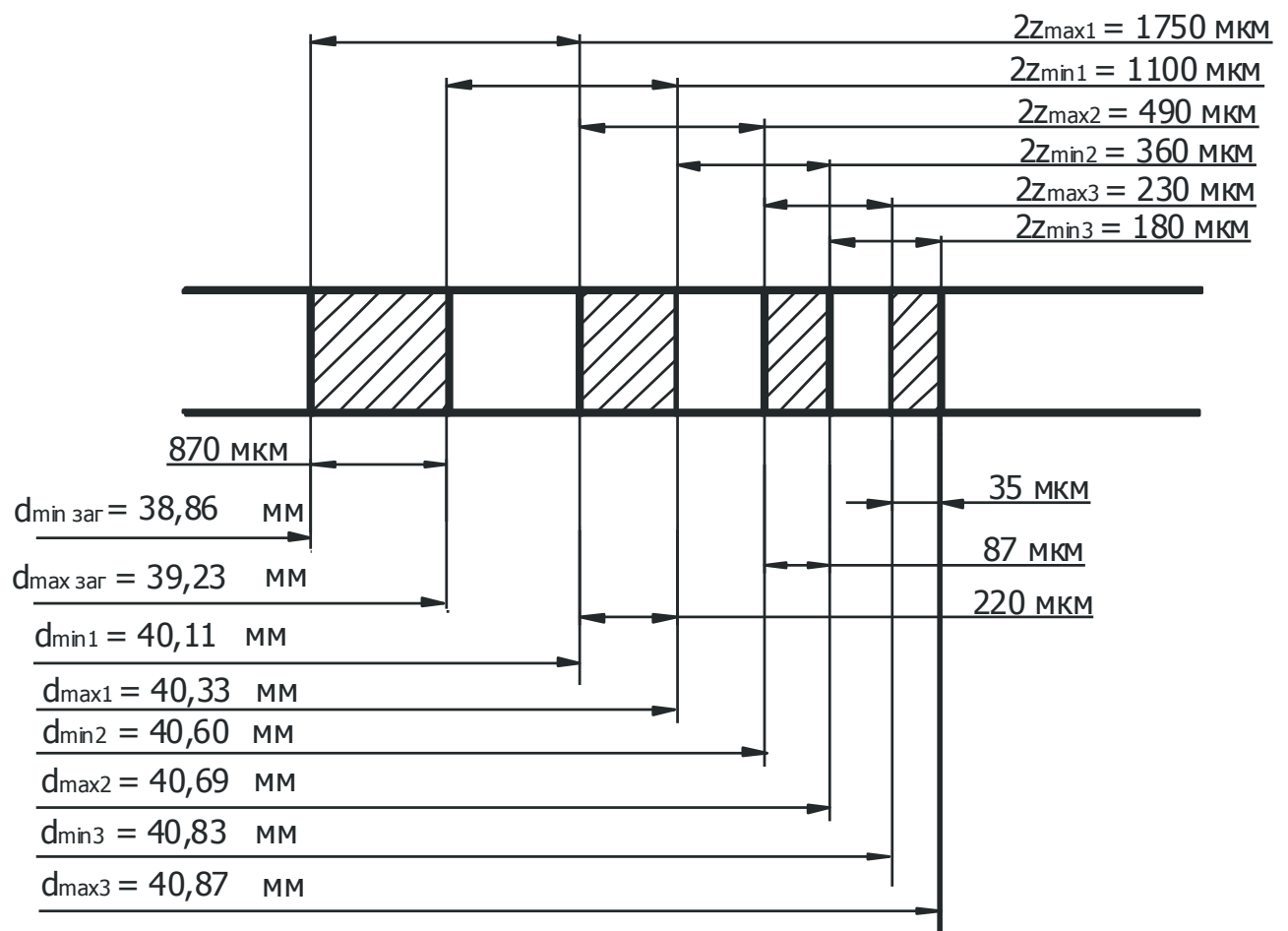


Рисунок 2.2. – Схема графічного розміщення припусків і допусків на поверхню Ø 80 H7.

2.3.4. Розробка технологічного маршруту механічної обробки колеса зубчастого.

Маршрут механічної обробки технологічного процесу виготовлення зубчастого колеса складаємо у вигляді таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Маршрут механічної обробки технологічного процесу виготовлення зубчастого колеса

№ операції.	Назва операції (переходу)	Оброблювана поверхня	Базова поверхня	Обладнання
005	Токарно-гвинторізна	А, Б, Д, Е, З, И	Поверхня заготовки	Токарно-гвинторізний верстат 16K20
010	Зубофрезерна	В	Б, И	Фрезерний верстат 5K380
015	Шевінгувальна	В	Б, И	Шевінгувальний верстат 5851
020	Довбальна	К	Б, И	Довбальний верстат 7A412
025	Свердлильна	Е	Б, И	Свердлильний верстат 2Н135

2.3.5. Вибір ріжучого і вимірювального інструменту.

Таблиця 2.9 – Вибір ріжучого і вимірювального інструменту.

№ операції	Назва операції	Інструмент	
		Ріжучий	Вимірювальний
005	Токарно-гвинторізна	Різець розточний 2318 ГОСТ 18870 – 73	Штангенциркуль ШЦ – 1 – 400 ГОСТ 166 – 80
	чорнова	Різець прохідний 2113 ГОСТ 18878 – 73	– // –
	підрізання торців	Різець підрізний 2334 ГОСТ 18463 – 73	– // –
	точіння канавок	Різець прохідний упорний 2112 ГОСТ 184790 – 73	– // –
	свердління отвору	Свердло Ø 25 мм 2300-7515 по ГОСТ 4010 – 77. матеріал Р6М5.	– // –

010	Зубофрезерна	Фреза дискова модульна $\varnothing 36$ мм по ГОСТ 6210 – 69. матеріал Р6М5.	Штангенциркуль ШЦ – 1 – 400 ГОСТ 166 – 80 Шаблон
015	Шевінгувальна	Шевер дисковий $\varnothing 38$ мм по ГОСТ 8235 – 71.	Штангенциркуль ШЦ – 1 – 400 ГОСТ 166 – 80 Шаблон
020	Довбальна	Довб'як шпоночний Шириною 10 мм по ГОСТ 5164 – 71.	Штангенциркуль ШЦ – 1 – 400 ГОСТ 166 – 80 Щуп
025	Свердлильна	Свердло $\varnothing 28$ мм 2300-7515 по ГОСТ 4010 – 77. матеріал Р6М5.	Штангенциркуль ШЦ – 1 – 400 ГОСТ 166 – 80

2.3.6. Розрахунок режимів різання по операціях

Режими різання розраховуємо для обробки поверхні $\varnothing 80$ H7, а на інші операції і переходи режими різання вибираємо за нормативними даними [2].

Вихідні дані:

Верстат 16K20.

Заготовка – відливка сталь 45.

Інструмент:

а) чорнове розсвердлювання – свердло діаметром 30 мм.

б) чистове розточування – різець розточний $\varphi = 45^\circ$, матеріал Т5К10.

Кріплення – патрон.

1) По величині загального припуску на обробку 1,5 мм з врахуванням залишення припуску на чистове розточування 0,4 мм, встановлюємо глибину різання при точінні $t = 0,4$ мм.

2) По таблиці 11 (с. 266 [4]) визначаємо подачу:

$S = 0,8$ мм/об.

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

Міцність пластинки твердого сплаву допускає подачу $S = 2,6$ мм/об ([4] табл.13, с.268).

Для досягнення шорсткості $Ra 3,2$ при чистовому точінні допустима подача $S = 0,6$ мм/об; ([4] табл.14, с.268).

Остаточно коректуємо подачі по паспорту верстату.

$$S = 0,6 \text{ мм/об.}$$

3) Швидкість різання визначаємо по формулі:

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

де C_v , x , y , m – коефіцієнти, які за ([4] табл. 17, с.269) рівні:

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

T – період стійкості різця. При одноінструментній обробці $T = 30 - 60 \text{ хв.}$

Приймаємо $T = 50 \text{ хв.}$

K_v – комплексний коефіцієнт, який залежить від багатьох факторів.

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

$$K_{mv} = K_z \cdot \left(\frac{750}{\sigma_s} \right)^{n_v} \quad (\text{табл.1, с. 261, [4]}).$$

$$K_z = 0,95 \quad (\text{табл.2, с. 262, [4]}).$$

$$n_v = 1 \quad (\text{табл.2, с. 262, [4]}).$$

$$K_{nv} = 0,9 \text{ для прокату} \quad (\text{табл.5, с. 263, [4]}).$$

$$K_{uv} = 0,65 \quad (\text{табл.6, с. 263, [4]}).$$

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

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

Тоді швидкість різання

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

4) Частота обертів шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 116,6}{3,14 \cdot 40} = 928 \text{ об/хв.}$$

по паспорту $n = 800 \text{ об/хв.}$

5) Фактична швидкість різання.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 800}{1000} = 102,9 \text{ м/с.}$$

6) Потужність необхідна для різання

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

де P_z – тангенціальна сила;

$$P_z = C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p;$$

$$C_p = 300; x = 1; y = 0,75, n = -0,15 \quad (\text{табл.22, с. 273 [4]}).$$

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

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^n; \quad n = 0,75 \quad (\text{табл.9, с. 264 [4]}).$$

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

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

$$K_{\lambda p} = 1; K_{ep} = 1 \quad (\text{табл.23, с. 275 [4]}).$$

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

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

Тоді

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

Потужність різання

$$N = \frac{P_{z1} \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{217 \cdot 102,9}{1020 \cdot 60} = 0,36 \text{ кВт.}$$

7) Потужність на шпинделі

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

Потужність на шпинделі вища від необхідної потужності, отже верстат зможе виконати дані операції.

Режими різання для інших поверхонь визначаємо по довіднику [30] і зводимо у таблицю 2.10

Таблиця 2.10. – Зведена таблиця режимів різання по операціях

№ п/п	Назва операції, переходу, позиції	t , мм	L , мм	S_p , мм/об	n , об/хв	V , м/хв, м/с	S_m , мм/хв м/хв	N , кВт
5	Токарна							
	1	-	60	0.23	63	4,0	15	0.4
	2	0,5	60	0.6	630	102,9	378	2.3
	3	0,5	252	0.8	125	75,4	100	2.8
	4	1	252	0.6	630	64,8	378	0.64
	5	2,5	60	0.6	315	76,8	189	0.64
	6	0,5	2	0.8	315	34,5	252	1.4
	7	1	18	0.6	125	76	75	1.4
	8	1,5	1,5	0.6	630	124,4	378	1.2
	9	3	252	0.8	315	75.4	252	1.1
	10	2	2	0.6	125	35.6	76	2.1
	11	2,5	18	0.6	125	35.8	76	1.6
010	Зубофрезерна	7.21	60	2	100	31.4	200	2.8
015	Шевінгувальна	0.05	60	0.32	146	29,9	56	0.1
020	Довбальна		60	0.32	-	4,0	-	0.68
025	Свердлильна	-	40	0.1	125	94	63	0.12

2.3.7. Вибір обладнання і його технічна характеристика.

Технічна характеристика токарно-гвинторізного верстату 16K20.

Найбільший діаметр обробки, мм

над станиною 400

над супортом 220

Найбільший діаметр прутка що проходить через отвір

шпинделя, мм 53

найбільша довжина оброблюваної заготовки, мм 1400;2000

Частота обертів шпинделя, об/хв. 12,5 –1600

Кількість швидкостей шпинделя 22

Найбільше переміщення супорта, мм

поздовжнє	645 –1935
поперечне	300
Подача супорта, <i>мм/об</i>	
поздовжня	0,05 – 2,8
поперечна	0,025 – 1,4
Число ступеней подач	24
Потужність електродвигуна, <i>кВт</i>	11
Габарити, <i>мм</i>	
довжина	3795
ширина	1190
висота	1500
Маса, <i>кг</i>	3685
Технічна характеристика зубо-фрезерного верстата 5K380	
Розміри стола, <i>мм</i>	800x200
Кількість шпинделів	1
Відстань від осі шпинделя до направляючих станини, <i>мм</i>	205
Найбільше переміщення пінолі, <i>мм</i>	
гідравлічне	40
ручне	100
Вертикальна подача шпинделя	
на кожен хід бабки, <i>мм</i>	0,05 – 0,5
Кількість швидкостей шпинделя	12
Кількість обертів шпинделя, <i>об/хв</i>	375-3750
Поздовжня подача шпиндельної бабки, <i>мм/хв</i>	450-1200
Потужність електродвигуна, <i>кВт</i>	1,6/2,2
Габарити, <i>мм</i>	
довжина	1520
ширина	1400
Технічна характеристика вертикально-свердлильного верстата 1Н135	
Найбільший діаметр свердління по сталі, <i>мм</i>	35

Найбільше зусилля подачі, Н	9000
Відстань від шпинделя до плити, мм	690 – 1060
Конус морзе отвору	№3
Найбільша відстань від торця шпинделя до стола, мм	700
Найбільше переміщення шпинделя, мм	200
Кількість ступеней подач	9
Потужність електродвигуна, кВт	2,2
Розміри стола, мм	400x450
Габарити верстата, мм	1130x805
Технічна характеристика шевінгувального верстата 5851	
Найбільший розмір оброблюваної заготовки, мм	
діаметр	200
довжина	750
Конус Морзе передньої бабки	№4
Діаметр шліфувального круга, мм	400-500
Кількість обертів шпинделя шліфувальної бабки, об/хв	1250
Швидкість переміщення стола, мм/хв	0,1-6
Кут повороту стола, град	+6; -7
Найбільше поперечне переміщення шліфувальної бабки, мм	200
Кількість швидкостей повідкового патрону	безступ
Межі чисел обертів патрона за хв.	78-780
Потужність двигуна, кВт	7,5
Габаритні розміри, мм	
довжина	2260
ширина	1920

2.3.8. Технічне нормування технологічного процесу.

Норми часу визначаємо на основі технологічного розрахунку і проводимо для операції 015 розрахунково-аналітичним методом, а на інші операції – вибираємо за нормативами [14].

Основний технологічний час

Сумарний основний технологічний час на операцію 015

$$t_0 = 3.9 \text{ хв.}$$

Норма штучного часу:

$$T_{шт} = T_0 + t_{\partial} + t_{обсл} + t_{відп}$$

де T_0 – основний час;

t_{∂} – допоміжний час;

$t_{обсл}$ – час на обслуговування робочого місця;

$t_{відп}$ – час на відпочинок.

Використовуючи довідник [14] визначаємо:

$$t_{уст.з} = 0,17 \text{ хв} - \text{встановлення заготовки.}$$

час на встановлення і зміну інструменту

$$t_{уст} = 0,17 \text{ хв};$$

Час на керування верстатом

$$t_{уп} = 0,53 \text{ хв};$$

Час на вимірювання деталі

$$t_{вим} = 0,16 \text{ хв};$$

Загальний допоміжний час

$$T_{доп} = t_{уст} + t_{уст.з} + t_{уп} + t_{вим} = 0,17 + 0,17 + 0,53 + 0,16 = 0,71 \text{ хв}$$

Оперативний час:

$$T_{оп} = T_{доп} + T_0 = 0,71 + 3,9 = 4,61 \text{ хв.}$$

Час на обслуговування робочого місця

$$T_{обсл} = 4\% T_{оп} = 0,04 \cdot 4,61 = 0,04 \text{ хв}$$

Час на відпочинок і природні потреби

$$T_{відп} = 4\%; T_{оп} = 0,04 \text{ хв}$$

Штучний час на операцію

$$T_{шт} = 3,09 + 0,72 + 0,17 + 0,17 = 4,15 \text{ хв.}$$

Підготовчо заключний час:

$$T_{п.з.} = 13 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час можна визначити по формулі

$$T_{шк} = \varphi_k \cdot T_0.$$

$\varphi_k = 2,14$ для одиничного виробництва ([4] с.173 табл.1)

$$T_{ш.к.} = 2,14 \cdot 4,15 = 8,9 \text{ хв}$$

Обчисленні результати заносимо в таблицю.

Норми часу на інші операції визначаємо по нормативах [14] і заносимо в таблицю.

Таблиця 2.11. – Розрахунок штучного часу по операціях технологічного процесу

№ п/п	Назва операції	T_0 хв	$T_{доп. хв}$			$T_{оп.}$ хв	Час обслугов.		$T_{відп}$ хв	$T_{шт}$	$T_{п.з.}$
			$t_{уст}$	$t_{упр}$	$t_{ви.м}$		$T_{обсл}$	$T_{уст}$			
005	Токарна	2,06	0,43	0,62	0,82	3,93	0,21	0,31	0,4	4,85	24
		1,64	0,1	0,08	0,06	1,88	0,04	0,03	0,03	1,98	
		0,94	0,04	0,06	0,05	1,09	0,04	0,02	0,03	1,18	
		0,94	0,22	0,15	0,23	1,54	0,05	0,06	0,2	1,85	
		0,95	0,25	0,22	0,23	1,65	0,08	0,07	0,05	1,85	
		0,15	0,09	0,04	0,03	0,31	0,02	0,03	0,04	0,4	
		0,14	0,15	0,12	0,04	0,45	0,04	0,03	0,72	1,24	
		0,4	0,05	0,06	0,07	0,58	0,02	0,02	0,02	0,64	
		0,15	0,06	0,08	0,06	0,35	0,02	0,02	0,01	0,4	
		0,1	0,02	0,03	0,03	0,18	0,02	0,02	0,02	0,24	
		3,4	0,36	0,32	0,33	4,41	0,12	0,17	0,15	4,85	
		2,06	0,43	0,62	0,82	3,93	0,21	0,31	0,4	4,85	
010	Зубофрезерна	7.25	0,7	0,08	0,06	15,4	1,2	0,14	0,17	9,15	10
015	Зубо- шевінгувальна	3.9	0,12	0,17	0,03	4.0	0,02	0,02	0,02	4.01	8
020	Довбальна	4,2	0,17	0,53	0,17	2,72	0,092	0,17	0,16	5,6	13
025	Свердлильна	2.05	0,09	0,08	0,02	2,29	0,02	0,02	0,02	2.42	10

2.4. Встановлення норм витрат запасних частин і матеріалів на ремонт дозувально-наповнювального автомата типу ДН-1

Потребу в матеріальних ресурсах для ремонтно-експлуатаційних служб визначають декількома методами:

- по індивідуальних нормах затрат ресурсів на фізичну одиницю обладнання для плинного чи капітального ремонту (з додатковим врахуванням витрати матеріалів при міжремонтному обслуговуванні);
- по нормах затрати ресурсів на умовну ремонтну одиницю і об'єм робіт, виражений в одиницях ремонтної складності обладнання;
- на основі огляду технічного стану обладнання.

За технічним станом дозувально-наповнювального автомата необхідно здійснювати періодичний нагляд, враховуючи частоту необхідної заміни деталей, що швидко зношуються. Ремонтно-експлуатаційна служба підприємства обліковує норми витрат запасних частин, враховуючи як паспортні дані обладнання, так і фактичну експлуатацію автомата в умовах підприємства.

Змащування автомата проводять у строки, визначені як у паспортній документації обладнання, так і згідно нормативної літератури. В паспорті дозувально-наповнювального автомата приводиться карта змащування, у якій визначено порядок і точки внесення змащувальних матеріалів.

Таблиця 3.13 - Норми витрат запасних частин і матеріалів на ремонт.

п/п	Матеріали	к-сть
1	Манжети 24x36 ГОСТ 6969-74	12
2	Ремболти ГОСТ 7808-70	8
1	Рулетка 10 м	1
2	Домкрат телескопічний	2
3	Нівелір	1
4	Набір крейди для розмітки	1
5	Ключ II 19-62 ГОСТ 9106-71	1

2.5. Розроблення технічних засобів для механізації ремонтних робіт

Виходячи з вимог сучасного виробництва для обробки даної деталі (колеса зубчастого) застосовують верстатні пристрої багатократного використання, які зберігаються при зміні номенклатури виробів, які випускаються, або у випадку часткового вдосконалення технології.

Верстатний пристрій для свердлильної операції призначений для закріплення і базування заготовки при обробці 4 отворів. Основна частина пристрою - плита з циліндричною оправкою, на який установлюється деталь. Пневмокамера, встановлена в нижній частині, запобігє провороту деталі під час ообробки.

При розрахунку пристосувань на точність сумарна похибка при опрацюванні деталі не повинна перевищувати розмір допуску розміру.

Розміри, які координують розміщення осей отворів забезпечується кондуктором. Допустиме зміщення осей отворів відносно номіналу не більше 0,5 мм. Розташування отворів заготовки визначається діаметром центрального кола ($D = 40$ мм), кутовим розміщенням ($\alpha = 90^\circ$), співпаданням вісі центрального кола D з віссю базового отвору заготовки.

Допустиме відхилення : $\delta_{D \text{ доп}} = 0,5 + 0,5 = 1$ мм.

Допустиме зміщення вісі кола діаметром D відносно базового отвору заготовки: $l_{\text{доп}} = \pm 0,5$ мм.

Параметри, які визначають розташування осей отворів заготовки, різнотипні, тому для виконання розрахунків на точність необхідно скласти два рівняння.

Число координатних розмірів, що визначають розташування осей отворів, може бути і більшим. От тому досить виконати розрахунок для перевірки основних розмірів [7]

$$\varepsilon_{u1} = l_d - \sqrt{\varepsilon_{cm1}^2 + \varepsilon_{cm2}^2 + e_n^2 + X^2 + X_1^2 + \varepsilon_{вим}^2}, \quad (3.5.1)$$

ε_{cm1} – найбільша похибка розташування деталі в пристосуванні внаслідок її зміщення відносно центруючого пальця.

Встановимо розмір встановленої поверхні пальця $\varnothing 90^{+0,2}$. При розмірі базового отвору заготовки $\varnothing 90^{+0,8}$, $S_{\max} = 0,6$ мм, $\varepsilon_{cm1} = 0,3$ мм. Із конструктивних міркувань спряження приймемо $\varnothing 95H7/d6$ – тоді найбільший зазор буде рівний 0,041 мм, звідси $\varepsilon_{cm2} = 0,025$ мм, $e_n = 0,005$ мм [7]

$$e_n = (1/3 \dots 1/5) e_d \quad (3.5.2)$$

$\delta_{Dн} = \pm 0,06$ мм, $\delta_\alpha = \pm 0,06$ мм, $l_n = 0,03$ мм, розмір свердла $\varnothing 28^{+0,36}$.

Приймемо $l = 15$ мм, $H = 20$ мм, $h = 4$ мм [7], тоді $X = 0,0852$ мм – найбільше

зміщення осі центрального кола заготовки відносно номінального розташування

$$X_1 = (l+h)/100 \cdot 0,02 = 0,03 \text{ мм.}$$

Після підстановки:

$$\varepsilon_{u1} = 0,35 - \sqrt{0,3^2 + 0,025^2 + 0,03^2 + 0,0852^2 + 0,0038^2 + 0,07^2} = 27,9 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_{u2} = \delta_D - \sqrt{\delta_{Dn}^2 + 2X^2 + \varepsilon_{\text{вим}}^2},$$

$$\delta_{Dn} = 0,06 \text{ мм, } \varepsilon_{\text{вим}} = 0,06 \text{ мм, } \delta_D = 0,3 \text{ мм,}$$

$$\varepsilon_{u2} = 0,3 - \sqrt{0,06^2 + 0,1704^2 + 0,06^2} = 0,109 \text{ мм} = 109 \text{ мкм.}$$

Два координатних розміри заготовки надійно забезпечуються кондуктором у межах заданих відхилень.

3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Кінематичний аналіз обладнання дозувально-наповнювального автомату марки ДН 1

Кінематику машини реалізуємо наступним чином: від електродвигуна 1 через клинопасовий варіатор 2-3 крутний момент передається до черв'ячного редуктора 4-5. З редуктора 4-5 момент передається на шестерню 6, яка приводить в рух шестерні приводу дозувально-наповнювальної каруселі 7, та транспортних зірочок 10, 11 і 13.

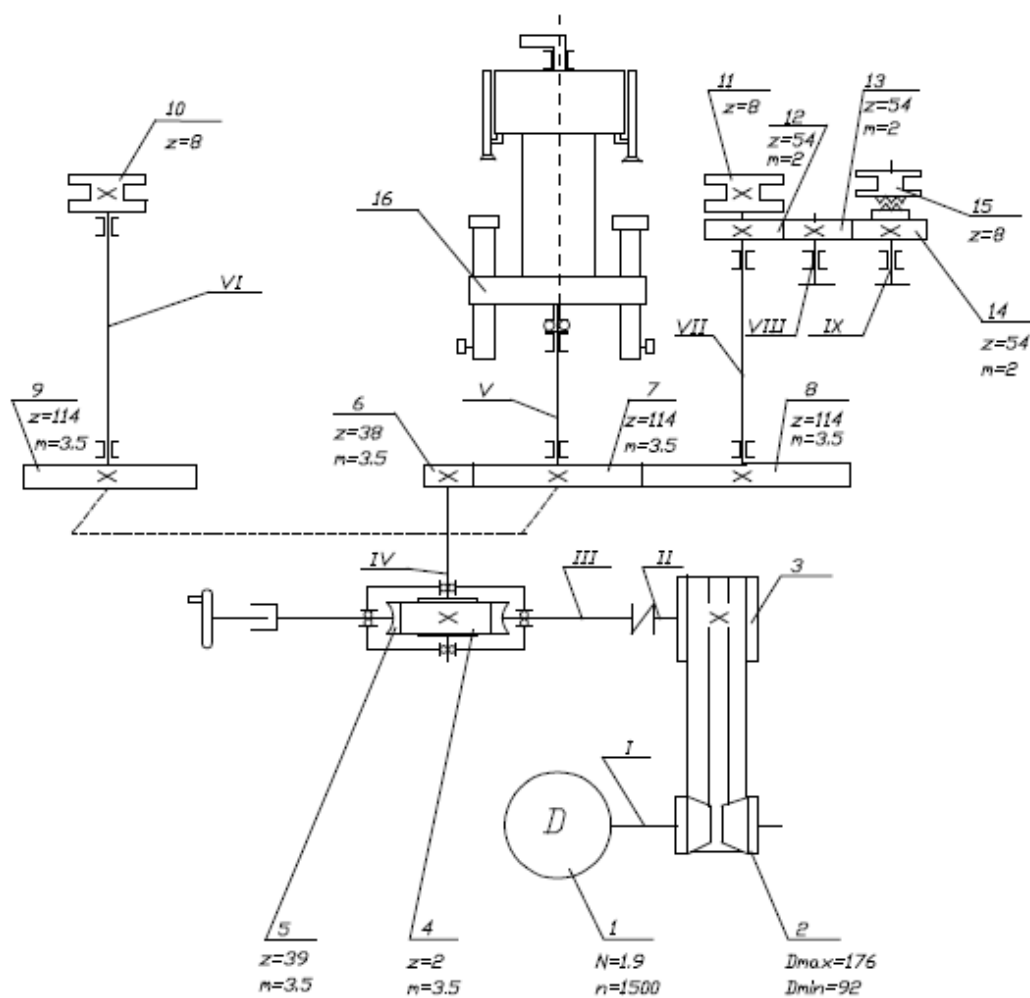


Рисунок 3.1 - Кінематична схема дозувально-наповнювального автомату марки ДН 1

Розрахуємо основні параметри кінематичної схеми машини.
Вихідні дані:

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

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

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

Необхідне передаточне число пари привідне колесо-наповнюючий стіл:

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

Необхідне передаточне число пари наповнюючий стіл-подаюча зірочка:

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

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

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

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

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

Розрахуємо необхідну для приведення в рух машини потужність.

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

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

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

К.к.д. вараіатора

$$\eta_{\text{вар}} := 0.67 \quad [3]$$

Передана передачею на валу IX потужність:

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

Частота обертання вала IX:

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

Крутний момент:

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

Передана передачею на валу VIII потужність:

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

Частота обертання вала VIII:

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

Крутний момент:

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

Передана передачею на валу VII потужність:

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

Частота обертання вала VII:

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

Крутний момент:

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

Передана передачею на валу VI потужність:

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

Частота обертання вала VI:

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

Крутний момент:

$$T_{VI} := \frac{N_{VI} \cdot 1000}{\omega_{VI}} \qquad T_{VI} = 1.24 \quad (\text{Н*м})$$

Передана передачею на валу V потужність:

$$N_V := \frac{N_{\phi}}{\eta_{підш}^3} + \frac{N_{VI}}{\eta_{ц.пер}} + \frac{N_{VII}}{\eta_{ц.пер}} \qquad N_V = 0.506 \quad (\text{кВт})$$

Частота обертання вала V:

$$\omega_V := \omega_{\phi} \qquad \omega_V = 0.873 \quad (\text{рад/с})$$

Крутний момент:

$$T_V := \frac{N_V \cdot 1000}{\omega_V} \qquad T_V = 579.618 \quad (\text{Н*м})$$

Передана передачею на валу IV потужність:

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

Частота обертання вала IV:

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

Крутний момент:

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

Передана передачею на валу III потужність:

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

Частота обертання вала III:

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

Крутний момент:

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

На валу II потужність:

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

Частота обертання вала II:

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

Крутний момент:

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

На валу I потужність:

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

Частота обертання вала I:

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

Крутний момент:

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

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

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

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

3.2. Розрахунок передачі приводу каруселі дозувально-наповнювального автомату марки ДН 1

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

Параметри навантаження зубчастої передачі

Номінальний обертовий момент на ведучому валу

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

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

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

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

Кутова швидкість веденого вала

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Матеріали зубчастих коліс.

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

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

$\sigma_{B1} := 900$ (НПа), $\sigma_{T1} := 750$ (НПа)

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

$\sigma_{B2} := 790$ (НПа), $\sigma_{T2} := 640$ (МПа)

Допустимі напруження для розрахунку зубчастої передачі.

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

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

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

Базу випробувань для матеріалу шестерні та колеса визначаємо за формулою:

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

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

Оскільки $N_{H01} < N_{HE1}$ і $N_{H02} < N_{HE2}$, то коефіцієнт довговічності 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:

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

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

Для зубців передачі розрахункове допустиме контактне напруження:

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

Допустиме граничне контактне напруження

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Модуль зубців

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

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

Попередні значення деяких параметрів передачі.

Ділильні діаметри шестерні та колеса будуть такі:

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

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

Ширина зубчастих вінців

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

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

Колова швидкість зубчастих коліс

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

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

Еквівалентні числа зубців шестерні та колеса будуть такими:

Коефіцієнт торцевого перекриття:

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

Коефіцієнт осьового перекриття зубів

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

Колова сила у зачепленні зубчастих коліс

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

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

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.

$$Z_{\epsilon} := \sqrt{\frac{4 - \epsilon_{\alpha}}{3}} \quad Z_{\epsilon} = 0.863$$

Коефіцієнт, який враховує розподіл навантаження між зубцями [3]

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

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

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

Питома розрахункова колова сила

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

Розрахункове контактне напруження

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

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

Розрахунок активних поверхонь зубців на контактну міцність

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

3.3. Аналіз технологічності дозувально-наповнювального автомату марки ДН 1

Аналіз технологічності дозувально-наповнювального автомату марки ДН 1 передбачає оцінку його конструкції з точки зору зручності виготовлення, складання, обслуговування та ремонту. Даний вузол є простий у виготовленні, оскільки потребує використання стандартних технологічних процесів, доступних та поширених матеріалів, не має у своєму складі унікальних деталей і складних форм.

Вузли автомата зручні у складанні з мінімальною кількістю операцій, їх конструкція дозволяє використовувати стандартні інструменти та обладнання для складання та забезпечено доступність всіх необхідних з'єднань та кріплень.

Дозувально-наповнювальний автомат марки ДН 1 легкий у обслуговуванні та ремонті, оскільки передбачено:

- можливості легкого доступу до частин, що потребують регулярного обслуговування.
- використання з'єднань, які дозволяють швидко і легко замінювати зношені або пошкоджені деталі.
- можливості здійснення ремонту без демонтажу великих частин вузла.

В вузлах дозувально-наповнювального автомату марки ДН використовуються стандартні деталі і кріплення, що спрощує процес виробництва та обслуговування, зменшення кількості різноманітних деталей забезпечено шляхом уніфікації конструктивних елементів, матеріали та технології, що забезпечують тривалий термін служби вузла.

Під час вибору матеріалів та технологій враховувались екологічні аспекти, можливості утилізації або переробки деталей після закінчення терміну їх експлуатації.

4. Охорона праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

4.1. Забезпечення охорони праці на підприємстві:

Згідно зі ст. 15 Закону «Про охорону праці» служба охорони праці обов'язково повинна бути створена на підприємстві з кількістю працюючих 50 і більше осіб у відповідності з Типовим положенням про службу охорони праці, затверджене наказом Держкомітету з нагляду за охороною праці від 15.11.2004 р. № 255. На підставі цього документа також має бути розроблено Положення про службу охорони праці цього підприємства, визначено структуру такої служби, її чисельність, основні завдання, функції та права її працівників. Крім того, повинні бути затверджені посадові інструкції посадових осіб служби, що визначають їх обов'язки, права та відповідальність за виконання покладених на них функцій.

Положення, інструкції та інші акти з охорони праці на підприємстві.

Обов'язок роботодавця за твердженням таких документів передбачений в ст. 13 Закону «Про охорону праці». Вони повинні встановлювати правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках і робочих місцях. Інструкції та інша документація з охорони праці розробляються на підставі положень законодавства з охорони праці, типових інструкцій та технологічної документації підприємства з урахуванням виду діяльності підприємства і конкретних умов праці на ньому.

Організація проведення інструктажів з питань охорони праці.

Перед початком роботи нового працівника роботодавець згідно зі ст. 29 КЗпП зобов'язаний проінформувати його під розписку про умови праці, наявні на його робочому місці. У тому числі, про всі небезпечні чи шкідливі виробничі фактори, які ще не усунуто, та про можливі наслідки їх впливу на здоров'я працівника, а також про можливі пільги та компенсації за роботу в таких умовах.

Крім того, при прийнятті на роботу всі працівники повинні за рахунок роботодавця пройти вступний інструктаж, навчання, перевірку теоретичних

знань, первинний інструктаж на робочому місці, стажування і набуття навичок безпечних методів праці. Тільки після цього працівники допускаються до самостійної роботи. Вступний інструктаж проводить спеціаліст з охорони праці, а первинний - безпосередній керівник працівника. Надалі з працівниками повинні проводитися повторні інструктажі (раз на квартал або раз на півріччя), позапланові (при зміні правил охорони праці, зміни в обладнанні або при порушенні працівником правил охорони праці) та цільові інструктажі (зокрема, при разових роботах, не пов'язаних зі спеціальністю). Інформація про проведення інструктажів має вноситися до відповідного журналу, завірені підписом як того, кого інструктували, так і того, хто інструктував.

Забезпечення навчання і перевірки знань з питань охорони праці.

Згідно зі ст. 18 Закону «Про охорону праці» працівники, зайняті на роботах з підвищеною небезпекою або там, де є потреба у професійному доборі, повинні щороку проходити навчання і перевірку знань з питань охорони праці. Навчання з питань охорони праці таких працівників може проводитися як безпосередньо на підприємстві, так і іншим суб'єктом господарювання, що займаються таким навчанням. Перевірка знань працівників з питань охорони праці повинна здійснюватися відповідною комісією підприємства, склад якої затверджується керівником підприємства.

Керівники підприємств з кількістю працівників понад 1000 осіб, керівники та спеціалісти служби з питань охорони праці та члени комісії з питань охорони праці таких підприємств повинні раз на три роки проходити навчання в Головному науково-методичному центрі Держгірпромнагляду. Керівники підприємств з кількістю працівників менше 1000 чоловік, керівники та спеціалісти служби з питань охорони праці та члени комісії з питань охорони праці таких підприємств повинні проходити навчання з питань охорони праці у галузевих навчальних центрах або в навчальних закладах та установах, які проводять таке навчання. Там же навчання проходять посадові особи малих підприємств.

Детальніше порядок проходження навчання та перевірки знань з питань охорони праці прописаний в наказі Держкомітету з питань охорони праці від 26.01.2005 р. № 15. Там же передбачено, що на підприємстві повинні бути затверджені положення про навчання з питань охорони праці, а також графіки проведення навчання та перевірки знань з питань охорони праці. З цими документами працівники повинні бути ознайомлені.

Проведення медичних оглядів.

Згідно зі ст. 169 КЗпП роботодавець зобов'язаний за свої кошти організувати проведення попереднього (при прийнятті на роботу) та періодичних (протягом трудової діяльності) медоглядів працівників, зайнятих на важких роботах, роботах із шкідливими чи небезпечними умовами праці або таких, де є потреба у професійному доборі. Також він зобов'язаний проводити щорічний обов'язковий медогляд осіб віком до 21 року.

Перелік професій, виробництв та організацій, працівники яких підлягають обов'язковим Профмедоглядам і порядок їх проведення затверджені постановою КМУ від 23.05.2001 р. № 559. Терміни проведення таких медоглядів встановлюються Міністерством охорони здоров'я. Плани-графіки їх проведення, місце проведення та перелік докторів, які проводять обстеження, затверджується головними лікарями закладів охорони здоров'я, які проводитимуть медогляди. Результати профмедогляду працівників у вигляді заключення фахівців про можливість допуску працівника до роботи заносяться в їх медичні книжки, які повинні зберігатися у роботодавця.

Забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, милом, молоком, солоною водою та інше.

На роботах із шкідливими і небезпечними умовами праці, а також на роботах, пов'язаних із забрудненням або несприятливими температурними умовами, працівникам згідно зі ст. 164 КЗпП має безкоштовно видаватися спеціальний одяг, спеціальне взуття та інші засоби індивідуального захисту (ЗІЗ). Норми безплатної видачі ЗІЗ затверджені окремими наказами

профільних міністерств або інших держорганів для конкретних видів виробництва. Видача замість ЗІЗ матеріалів для їх виготовлення або грошових сум для їх придбання заборонена. Але якщо працівник купить ЗІЗ за свій рахунок через порушення термінів їх безкоштовної видачі, то роботодавець зобов'язаний компенсувати працівникові вартість їх придбання.

Крім того, на роботах, пов'язаних із забрудненням, працівникам повинне видаватися спец. мило на дім(в кількості 400 грам на місяць) понад мила, що знаходиться на підприємстві при умивальниках. На роботах, де можливий вплив на шкіру шкідливо діючих речовин, безкоштовно повинні видаватися змиваючі та знешкоджуючі засоби. На роботах з шкідливими умовами праці працівникам повинні безкоштовно видаватися відповідно встановленими нормами молоко (по 0,5 літра за зміну) або інші рівноцінні харчові продукти, а на роботах з особливо шкідливими умовами праці - лікувально-профілактичне харчування. Також роботодавець зобов'язаний безкоштовно постачати працівникам гарячих цехів і виробничих ділянок газовану солону воду.

Проведення атестації робочих місць.

На підприємствах, де технологічний процес, використовуване обладнання, сировина та / або матеріали є потенційними джерелами шкідливих і небезпечних виробничих факторів, які можуть негативно впливати на стан здоров'я працюючих, повинна проводитись атестація робочих місць за умовами праці. Така атестація повинна проводитись атестаційною комісією, склад і повноваження якої визначаються наказом по підприємству в строки, передбачені колективним договором, але не рідше одного разу на 5 років. Порядок проведення такої атестації передбачений постановою КМУ від 01.08.1992 р. № 442. Відомості про результати атестації заносяться в картку умов праці.

4.2. Здійснення заходів щодо знезаражування об'єктів у разі виникнення радіаційного, хімічного, бактеріологічного забруднення.

У разі виникнення надзвичайних ситуації техногенного характеру, які пов'язані з викидом небезпечних речовин є висока ймовірність того, що в осередку ураження люди, об'єкти, місцевість продукти харчування можуть бути зараженими. З метою виключення або максимального зменшення ураження людей в даному випадку потрібно негайне проведення відповідних заходів з знезараження (спеціальної обробки відповідних об'єктів).

Дезактивація - це процес видалення радіоактивних речовин з поверхні, що обробляється до допустимих норм.

Дегазація - це процес видалення або нейтралізації небезпечних хімічних речовин.

Дезінфекція - це процес зниження або видалення хвороботворних мікробів та їх токсинів.

Дезінсекція - це процес знищення комах, які є збудниками різноманітних хвороб.

Дератизація - це процес знищення гризунів, які є збудниками різноманітних хвороб.

Спеціальна обробка - складова частина ліквідації наслідків радіаційного, хімічного, біологічного зараження і проводиться з метою відновлення готовності техніки, транспорту й особового складу формувань до виконання своїх завдань з проведення рятувальних робіт.

Спеціальна обробка включає:

- санітарну обробку виробничого персоналу підприємства;
- дезактивацію технологічного обладнання, техніки, інших матеріальних засобів, сировини і готової продукції;
- дегазацію технологічного обладнання, техніки, інших матеріальних засобів, сировини і готової продукції;

- дезінфекцію технологічного обладнання, техніки, інших матеріальних засобів, сировини і готової продукції.

Спеціальна обробка може бути частковою або повною.

Загальні висновки.

В результаті виконання кваліфікаційної роботи бакалавра розроблено технологічний процес ремонту дозувально-наповнювального автомата типу ДН-1. Проаналізувавши наявні на сьогодні основні сучасні технічні засоби і технологічні методи для проведення ремонтних робіт виконано планування організації і ремонту дозувально-наповнювального автомата типу ДН-1.

Згідно технічної характеристики і принципу роботи складено графік ППР автомату і розроблено відповідну документацію на проведення ремонту. Розроблено загальні інструкції по ремонту автомату і визначено основні технічні умови на ремонт обладнання. Розроблено технологічний процес виготовлення колеса зубчастого, вибране необхідне для ремонту оснащення. В результаті проведеної роботи можна прийти до висновку, що дозувально-наповнювальний автомат типу ДН-1 є нескладний в експлуатації і ремонті, не вимагає додаткових затрат на більш кваліфікований персонал.

Для надійної і довговічної роботи автомату необхідне правильне і кваліфіковане виконання ремонтних робіт, своєчасний ремонт з дотриманням графіка ППР та інших вимог приведених у розділах кваліфікаційної роботи. Завдяки виконанню цих вимог зменшується імовірність виникнення непередбачуваних поломок автомату, збільшується час якісної роботи, а отже відбувається економія коштів, збільшення продуктивності праці і ефективності використання обладнання.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1 Закалов О.В. Технологічне обладнання харчових виробництв / Закалов О.В., Закалов І.О. – Тернопіль : Видавництво ТДТУ, 2000 .– 406 с.
- 2 Мирончук В.Г. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості: підручник/ В.Г. Мирончук. – Вінниця: Нова книга, 2007.– 648 с.
- 3 Боженко Л.І. Технологія виробництва заготовок в машинобудуванні [Текст] / Л.І. Боженко – К.: УМК.ВО, 1990. – 264 с.
- 4 Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні – К.: Вища школа, 1993. – 416 с.
- 5 Яковенко І. Е. Технологічні основи машинобудування: навчальний посібник для студентів спеціальностей 131 –Прикладна механіка, 133 – Галузеве машинобудування / І. Е. Яковенко, О. А.Пермяков, А.В. Фесенко – Харків: НТУ «ХПІ», 2022. – 421с.
- 6 Технологічні основи машинобудування. [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування» / С.С. Добрянський, Ю.М. Малафєєв; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 13,4 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 379 с.
- 7 Паливода Ю. Є. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки : навчально-методичний посібник / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 240 с.
- 8 Паливода Ю. Є. Технологія оброблення зубастих коліс / Ю. Б. Капаціла, Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко. - Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2016. – 136 с.
- 9 Теорія різання. Розрахунок режимів різання : практикум / Булига Ю. В., Веселовська Н. Р., Міськов В. П. – Вінниця : ВНТУ, 2019. – 67 с.

- 10 Справочник технолога машиностроителя: в 2-х т.; справочник / Под ред. А. М. Дальского, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова, А. Г. Суслова. Изд. 5-е. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2003. – Т. 1. – 912 с. Т. 2. – 944 с.
11. Гевко Р.Б., Хомик Н.І., Жаровський О.С., Довбуш Т.А Деталі машин та основи автоматизованого конструювання: навчальний посібник до лабораторних робіт Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 256 с.
- 12 Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів : навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль : ТДТУ, 2009. 108 с.
13. Мирончук В.Г. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості; навчальний посібник / Мирончук В.Г., Орлов Л.О., Українець А.І. та ін. – Вінниця: Нова книга, 2004.– 288 с.
14. Стадник І.Я. Обґрунтування параметрів надійності і довговічності машини статистичним моделюванням./ І.Я. Стадник, О.М.Пилипець, Ю. Паньків // Матеріали міжнародної наукової конференції “Іван Пулюй: життя в ім’я науки та України” (до 175-ліття від дня народження).Т. : ФОП Паляниця В. А., 2020. -С.101
15. Васильків В.В. Передумови розроблення комбінованих операцій виготовлення гвинтових і шнекових заготовок методом обробки металів тиском./ В.В.Васильків, М.І. Пилипець, Д.Л. Радик, О.М.Пилипець/ Збірник наукових праць «Перспективні технології та прилади». Луцький НТУ. Випуск 18, 2021/5. С.112-123. Галузь науки: технічні (17.03.2020) . Категорія: Б
16. Пилипець М.І. Рациональні способи виготовлення заготовок для одиничного і дрібносерійного виробництва/ М.І. Пилипець, О.М. Пилипець //Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції присвяченої пам’яті професора Гевка Богдана Матвійовича „Проблеми теорії проектування та виготовлення транспортно-технологічних машин “, 2021. - с.13

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