

Міністерство освіти і науки України

Луцький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет транспорту та механічної інженерії

(повне найменування факультету)

Кафедра прикладної механіки та мехатроніки

(повна найменування кафедри)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»**

**ПРОЕКТУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ РЕМОНТНО-МЕХАНІЧНОГО
ЦЕХУ З РОЗРОБКОЮ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
ВІДНОВЛЕННЯ БЛОКУ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС**

спеціальність 131 Прикладна механіка
(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Прикладна механіка»
(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої
освіти групи ІМ-41
Івануха Едуард
Анатолійович

(підпис)

Керівник:
к.т.н., доцент
Редько Ростислав
Григорович

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«__» _____ 20__ р.
Гарант освітньої програми:
к.т.н., доцент
Божко Тетяна Євгенівна

(підпис)

Луцьк – 2025 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет: Транспорту та механічної інженерії

Кафедра: Прикладної механіки та мехатроніки

Ступінь вищої освіти: бакалавр

Галузь знань: 13 Механічна інженерія

Спеціальність: 131 Прикладна механіка

Освітня програма: Прикладна механіка

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

_____ Р. Редько

“ _____ ” _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ **НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Іванусі Едуарду Анатолійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Проектування ділянки ремонтно-механічного цеху з розробкою технологічного процесу відновлення блоку зубчастих коліс
Керівник роботи: Редько Ростислав Григорович, к.т.н., доцент,
затверджені наказом закладу вищої освіти від «14» травня 2025 р., № 339/01-07
2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи «01» червня 2025 р.
3. Вихідні дані до роботи: Конструкторсько-технологічна документація, відгуки підприємств про роботу обладнання, креслення деталі блоку зубчастих коліс, річна програма випуску 400 шт/рік, базовий технологічний процес, нормативні дані _____
4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити)
Анотації. Вступ. 1. Технологія ремонту обладнання. 2. Технологія ремонту заданої деталі обладнання, 3. Визначення трудомісткості ремонту механізму обладнання. 4. Монтаж промислового обладнання і підготовка його до експлуатації. 5. Конструкторська частина, 6. Охорона праці, Висновки і пропозиції. Список використаних джерел. Додатки _____

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

Загальне креслення вузла шпindelної бабки – 1 лист (ф.А1), складальне креслення блоку зубчастих коліс – 1 лист, ремонтне креслення зубчастого колеса – 1 лист, карта налагоджень – 1 лист, креслення пристрою -1 лист

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання

1.03.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Обґрунтування теми	14.03.25	
2.	Розділ 1, Розділ 2	10.04.25	
3.	Розділ 3, Розділ 4	15.04.25	
4.	Розділ 5, Розділ 6	20.04.25	
5.	Висновки та пропозиції	10.05.25	
6.	Формування списку використаних джерел та додатків	15.05.25	
7.	Оформлення ілюстраційного матеріалу	25.05.25	
8.	Нормоконтроль та інструментальна перевірка на академічний плагіат	30.05.25	
9.	Представлення кваліфікаційної роботи бакалавра до захисту	03.06.25	

Здобувач вищої освіти

_____ (підпис)

Івануха Е.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

Редько Р.Г.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Івануха Е.А. Проектування дільниці ремонтно – механічного цеху з розробкою технологічного процесу відновлення Блоку зубчастих коліс. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Прикладна механіка» спеціальності 131 Прикладна механіка. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2025.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з вступу, шести розділів, висновків і пропозицій, списку використаних джерел, додатків.

У роботі розроблено технологічний процес відновлення Блоку зубчастих коліс. В кваліфікаційній роботі бакалавра встановлено тип та організаційну форму виробництва. Відпрацьовано деталь на технологічність. Вибрано спосіб отримання заготовки, економічно обґрунтовано. Вибрано метод обробки поверхонь. Проведено розрахункове обґрунтування баз. Визначено допуски і припуски, а також операційні розміри. Проведено розрахунок режимів різання розрахунковим і програмно - технологічним методом, вибір обладнання для правильного оснащення. Проведено нормування технологічного процесу.

Спроектовано пристрій «Знімач регульований» для зняття підшипників і деталей з робочого вузла Шпindelної бабки. Проведено розрахунок міцності фундаменту і спроектовано встановлення верстату на фундамент.

В розділі охорона праці напрацьовані заходи при роботі з верстатами і верстатним обладнанням.

Ключові слова: технологічний процес, блок зубчастих коліс, верстат, інструмент, оснастка.

ANNOTATION

Ivanukha E.A. Design of a repair and mechanical workshop section with the development of a technological process for restoring a gear block. Manuscript.

Bachelor's qualification work OP "Applied Mechanics" specialty 131 Applied Mechanics. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2025.

Bachelor's qualification work consists of an introduction, six chapters, conclusions and proposals, a list of sources used, and appendices.

The work developed a technological process for restoring a gear block. The bachelor's qualification work established the type and organizational form of production. The part was tested for manufacturability. The method of obtaining the workpiece was selected, economically justified. The method of surface treatment was selected. The calculation justification of the bases was carried out. Tolerances and allowances were determined, as well as operational dimensions. The calculation of cutting modes was carried out by the calculation and software-technological method, the selection of equipment for the correct equipment. The technological process was standardized.

The device "Adjustable Puller" was designed for removing bearings and parts from the working unit of the Headstock. The strength of the foundation was calculated and the installation of the machine tool on the foundation was designed.

In the section on labor protection, measures were developed when working with machine tools and machine tool equipment.

Keywords: technological process, gear unit, machine tool, tool, equipment.

ЗМІСТ

ВСТУП	08
РОЗДІЛ 1 ТЕХНОЛОГІЯ РЕМОНТУ ОБЛАДНАННЯ	10
1.1. Опис призначення обладнання і коротка його характеристика.....	10
1.2. Опис складу та принципу роботи вузла, який ремонтується.....	13
1.3. Визначення ремонтної складності обладнання.....	14
1.4. Визначення структури і періодичності робіт по плановому технічному обслуговуванню і ремонту. Складання графіку планових ремонтів.....	15
1.5. Визначення трудомісткості ремонтних робіт.....	17
1.6. Підготовка обладнання до ремонту, та оформлення дефектної Відомомості.....	19
1.7. Розробка технологічного маршруту капітального ремонту обладнання.....	22
РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЯ РЕМОНТУ ЗАДАНОЇ ДЕТАЛІ ОБЛАДНАННЯ.....	25
2.1. Характеристика і конструкторський аналіз деталі.....	25
2.2. Обґрунтування технологічного процесу капітального ремонту деталі обладнання.....	27
2.3. Розробка технологічного процесу ремонту деталі.....	32
РОЗДІЛ 3 ВИЗНАЧЕННЯ ТРУДОМІСТКОСТІ РЕМОНТУ МЕХАНІЗМУ ОБЛАДНАННЯ.....	37
3.1. Визначення режимів різання для верстатних операцій відновлення деталі.....	37
3.2. Вибір норм часу на верстатні операції технологічного процесу відновлення деталі.....	43
3.3. Вибір норм часу на слюсарно-складальні операції.....	47
РОЗДІЛ 4 МОНТАЖ ПРОМИСЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ І ПІДГОТОВКА ЙОГО ДО ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....	49
4.1. Монтаж промислового обладнання.....	49

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

4.2. Установка обладнання на фундамент.....	53
4.3. Підготовка промислового обладнання до експлуатації.....	56
5. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	58
5.1. Опис пристрою.....	58
РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	59
6.1. Інструкція при роботі з верстатними приладами та верстатним обладнанням.....	59
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ.....	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	62
ДОДАТКИ.....	63

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

ВСТУП

Машинобудування — важлива галузь промисловості розвинутих країн світу. Воно значною мірою визначає не лише галузеву структуру промисловості, а й її розміщення. Рівень розвитку машинобудування є одним з основних показників економічного, і насамперед промислового розвитку країни.

Велике значення машинобудування в народногосподарському комплексі визначається тим, що воно виробляє знаряддя праці як для галузей, що виготовляють засоби виробництва (робочі машини і апарати, верстати, технологічне і силове устаткування, контрольно-вимірювальні прилади, технічні засоби автоматики тощо), так і для галузей, які виробляють предмети споживання (машини для сільського господарства, технологічне устаткування для легкої і харчової промисловості і т. п.), а також самі предмети споживання (легкові автомобілі, побутову техніку, телевізори, радіоприймачі, відеотехніку, годинники тощо). Крім того, машинобудування виробляє різноманітне устаткування для будівництва, транспорту, зв'язку, торгівлі, спецобладнання для невиробничих галузей, а також продукцію оборонного призначення.

Продуктивність праці, якість продукції та її собівартість залежить від стану технологічного устаткування, що у процесі роботи зношується. Відсутність своєчасного профілактичного обслуговування та ремонту може призвести до аварій та передчасного виходу обладнання з ладу, а це, у свою чергу, може спричинити порушення всього виробничого процесу.

Проте досягнення показників технічного рівня, які гарантуються заводами-виробниками, неможливе без чіткого дотримання підприємствами - власниками обладнання комплексу вимог щодо його експлуатації та виконання системи технічного обслуговування та ремонту. Для того щоб така система могла бути практично здійсненою, необхідна єдність вимог щодо організації технічного обслуговування та ремонту великих груп верстатів та машин, усунення різнобою у правилах обслуговування та ремонту верстатів та машин різних моделей, неминучого при розробці їх багатьма заводами-виробниками.

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Типовою системою технічного обслуговування та ремонту називається сукупність взаємопов'язаних положень та норм, що визначають організацію та виконання робіт з технічного обслуговування та ремонту обладнання з метою збереження протягом обумовленого часу за заданих умов експлуатації продуктивності, точності та інших показників, гарантованих у супровідній технічній документації заводів-виробників.

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

ТЕХНОЛОГІЯ РЕМОНТУ ОБЛАДНАННЯ

1.1. Опис призначення обладнання і коротка його характеристика

Токарно-гвинторізний верстат 16К25 — один із типів верстатів токарної групи, які призначені для виконання різноманітних токарних робіт, а також для нарізування метричних, дюймових, модульних, пітчевих і торцевих різьб. Верстати як правило мають високу жорсткість, достатню потужність, високі частоти обертання шпинделя, і це дозволяє обробляти деталі на підвищених режимах різання. При обробці складних криволінійних поверхонь на верстатах можна застосовувати гідрокопіювальний супорт, що автоматизує процес обробки. При обробці отворів задня бабка за допомогою спеціального замка може з'єднуватися із супортом і одержувати механічну подачу. У фартуху є пружинна муфта, що дозволяє обробляти деталі за упором, що також автоматизує процес обробки.

Верстат складається із таких основних частин: станини, передньої бабки, задньої бабки, супорта, гітари, коробки подач, фартуха, клино-пасової передачі.

Станина є основною і служить для монтажу всіх основних складальних одиниць верстата. По напрямним станини переміщується каретка супорта і задня бабка.

Передня бабка встановлюється в лівій частині станини для закріплення заготовки і повідомлення їй обертального руху. В ній розміщена коробка швидкостей.

Задня бабка підтримує вільний кінець довгих заготовок. В ній кріплять різальні інструменти (свердла, зенкери, розвертки). Вона складається із основних трьох частин: корпусу, пінолі та плити. В кінцевий отвір пінолі можна встановити центр або інструмент. При необхідності корпус задньої бабки суміщають в поперечному напрямку для обточування конусних отворів.

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Супорт призначений для кріплення різців у різцетримачі і переміщення їх в поздовжньому і поперечному напрямках, відносно оброблюваної заготовки, вручну або механічно.

Гітара служить для передачі обертання від коробки швидкостей до коробки подач.

Коробка подач передає обертання на ходовий гвинт або ходовий вал. Її конструкція дозволяє налагоджувати верстат на необхідну подачу чи на крок нарізання різьби.

Клинопасова передача служить для передачі обертального руху від електродвигуна на вал коробки швидкостей.

Фартух призначений для виконання ручної поздовжньої подачі супорта, а також механічної поздовжньої подачі від ходового валика і ходового гвинта. Ручна подача здійснюється за допомогою маховика, на валу якого знаходиться зубчасте колесо, яке зачіпляється із зубчастим колесом, насадженим на валик з реєчною шестернею. Це колесо знаходиться в постійному зачепленні із зубчастою рейкою, яка прикріплена до станини.

Механічну подачу від ходового валика здійснюють через черв'як, насаджений на ковзну шпонку. Черв'як обертає колесо і через кулачкову муфту і зубчасті колеса рух передається на рейкову шестерню. Для включення механічної подачі рукоятку слід повернути на себе.

Для безпечної роботи всі рухомі частини верстата закриті кожухами. Відкидний екран над різцетримачем і кожух токарного патрона обладнанні електроблокуванням, тому верстат можна включити лише при опущених кожусі та екрані.

Коробка швидкостей складається із циліндричних зубчастих передач, а вони, як і пасові, характеризуються передаточним числом. Для зміни частоти обертання шпинделя в коробці швидкостей є блоки зубчастих коліс, які можна переміщати вздовж валу на шліцах, або шпонках.

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічна характеристика верстату:

Найбільша довжина оброблюваної заготовки, мм _____ 710;

Висота центрів над плоскими направляючими станини, мм _____ 250;

Межі чисел оборотів шпинделя, мм _____ 12,5-1600;

Межі подач мм/об:

-поздовжні _____ 0,05-2,8;

-поперечні _____ 0,025-1,4;

Потужність електродвигуна головного приводу кВт - _____ 11;

Габарити верстата, мм:

довжина _____ 2505;

ширина _____ 1240;

висота _____ 1500;

Маса верстата, кг _____ 2925;

Найбільший діаметр заготовки, встановленого над станиною, мм _____ 500;

Найбільший діаметр обробки над поперечними салазками супорта, мм _____ 290;

Найбільша довжина обточування, мм _____ 645;

Максимально допустима маса заготовки встановленого в патроні, кг _____ 300;

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2. Опис складу та принципу роботи вузла, який ремонтується

Передня бабка складається з корпусу (найчастіше чавунного) та шпинделя. У верстатах із коробкою швидкостей додаються вали, шестерні та пристрій перемикання діапазонів для забезпечення різних моментів різання для обробки заготовок, система змащення шпindelної бабки. Зусилля обертання деталей передається через шків першому валу. При встановленні шпинделя "картриджного" типу - обертальний рух патрона передається від двигуна через ремені на шків, встановлений на шпинделі. При встановленні електрошпинделя - ремінна передача та зовнішній двигун не застосовуються.

Корпус шпindelної бабки може мати різну форму, що відливається, як правило, з чавуну. У сучасних верстатах в жорсткому корпусі передньої бабки є точні отвори для установки передніх і задніх підшипників шпинделя, це досягається розточуванням корпусу на верстаті з борштангою, з подальшим контролем на вимірювальній машині. Передбачена можливість регулювання осі шпинделя у площині руху осі X (для верстатів із горизонтальною станиною це буде горизонтальна площина, напрямком "до оператора або від оператора"). У вертикальній площині точність досягається пришабруванням

Передача обертального руху від двигуна до шпинделя, найчастіше, здійснюється за допомогою клинових або поліклінових ременів та шестерень зубчастої передачі. У верстатах токарної групи з ЧПУ для забезпечення функцій нарізування різьблення та підтримки сталості швидкості різання встановлюється додатковий датчик - енкодер шпиндель. Енкодер сприймає обертання шпинделя і перетворює його на електричний імпульс, що посилається в модуль ЧПУ. У свою чергу, контролер управляє роботою серводвигуна приводу для плавного (не дискретного) регулювання частоти обертів шпинделя.

Шпindelний вузол, як правило, має систему циркуляційного мастила і може мати систему охолодження. У шпинделя "картриджного" типу консистентне мастило закладається на весь термін служби підшипників.

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3. Визначення ремонтної складності обладнання

Степінь складності обладнання, що ремонтується і особливості ремонту оцінюються категорією складності ремонту.

Трудомісткість ремонтних операцій залежить від складності обладнання і виду ремонту. Складність обладнання визначається його конструктивними і технологічними можливостями, а також розмірами.

Об'єм і характер всіх ремонтних робіт вказуються у відомості дефектів. Чим складніше обладнання, чим більші його основні розміри і чим вище точність обробки, тим вище категорія складності його ремонту.

Ремонтна складність обладнання визначається за емпіричними формулами або за відповідними таблицями довідників.

Визначаємо ремонтну здатність верстата 16К25:

$$RM = K_{ko} \times (K_1 \times d_o \times D_0 + K_2 \times L_{ми} + K_3 \times n_1) + R_{сп} R_{ом} \times R_{г}$$

де K_{1-3} – коефіцієнти технічних параметрів, $K_1 = 0,012$; $K_2 = 0,001$; $K_3 = 0,2$;

d_o – найбільший діаметр оброблюваної деталі, $d_o = 500$ мм;

$L_{ми}$ – відстань між центрами, $L_{ми} = 710$;

$R_{ст} R_{ом}$ – ремонтна складність окремих механізмів, $R_{ом} = 1,0$;

$R_{г}$ – ремонтна складність гідравлічної частини обладнання, $R_{г} = 0$;

n_1 – число ступеней швидкостей приводу, $n_1 = 22$;

$K_{ко}$ – коефіцієнт виконання;

$$K_{ко} = K_{т} \times K_{хг} \times K_{чт}$$

де $K_{т}$ – коефіцієнт класу точності, ККО $K_{т} = 1,0$;

$K_{хг}$ – коефіцієнт виконання, $K_{хг} = 1,0$ – для верстата з ходовим гвинтом;

$K_{чт}$ – коефіцієнт частоти обертання шпинделя. $K_{чт} = 1,0$ при частоті обертання шпинделя < 2000 об/хв.

$$K_{ко} = 1 \times 1 \times 1 = 1$$

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_M = 1,0 \times (0,012 \times 500 + 0,001 \times 710 + 0,2 \times 22) + 1,0 = 12,11$$

Слід відмітити, що при значних відхиленнях, які можуть давати відповідні формули, слід коригувати значення ремонтної складності у відповідності до таблиць відповідних довідників.

Приймаємо значення ремонтної складності: механічної частини - $R_M = 12,0$; електричної частини - $R_e = 9$ [4] с.307, табл.2.5.

1.4. Визначення структури і періодичності робіт по плановому технічному обслуговуванню і ремонту. Складання графіку планових ремонтів

Структура міжремонтного визначає перелік і послідовність виконання робіт по технічному обслуговуванню і ремонту обладнання в період між капітальними ремонтами, або між вводом верстата в експлуатацію і першим капітальним ремонтом.

Структуру ремонтного циклу визначаємо по [4] с.41, табл.1.3 .

Верстат 16K25 відноситься до металорізальних верстатів масою до 10 т (2925 кг), клас точності - П.

Прийнята структура: КР-ПР-ПР-СР-ПР-ПР--КР

де КР - капітальний ремонт,

ПР - поточний ремонт,

СР - середній ремонт.

Число планових оглядів в міжремонтний період – 1; поточних ремонтів – 4; середніх ремонтів - 1 [4] с.41, табл.1.3.

Величину ремонтного циклу в міжремонтний період визначаємо по формулі [4] с.44, табл.1.4:

$$T_{ц.р.} = 16800 \times K_{о.м.} \times K_{м.і.} \times K_{т.с.} \times K_{к.с.} \times K_{в.} \times K_{д.},$$

Величину міжремонтного періоду визначаємо по формулі [4] с.44, табл.1.4:

$$T_{м.п.} = T_{ц.р.} : 6,$$

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Величина між оглядового періоду визначаємо по формулі:

$$T_o = \frac{T_{цр}}{n_o + 1},$$

де n_o – число планових оглядів в міжремонтному періоді, $n_o=1$.

Значення коефіцієнтів, які входять в формулу вибираємо по [4] табл1.5, с. 47-48:

$K_{o.m}$ - оброблювальний матеріал (сталь конструкційна), $K_{o.m} = 1$;

$K_{m.i}$ - матеріал інструменту (метал) , $K_{m.i} = 1$;

$K_{т.с}$ - клас точності (Н), $K_{т.с} = 1$;

$K_{к.с}$ - категорія маси (маса до 10 т), $K_{к.с} = 1,0$;

K_v – вік (вік більше 10 років), $K_v=0,8$;

K_d - рік виготовлення обладнання (до 1981 р.), $K_d=1,0$.

$$T_{цр} = 16800 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,8 \times 1 = 13440 \text{ год.}$$

$$T_{м.р} = 13440 : 6 = 2240 \text{ год.}$$

$$T_o = \frac{2240}{1+1} = 1120 \text{ год.}$$

Так, як точний облік фактично відпрацьованих верстатом годин ведеться на всіх підприємствах, то дати виконання ремонтів можуть бути визначені приблизно з точністю до місяця, з врахуванням коефіцієнта змінності роботи обладнання $K_{зм}=1,5$.

Тривалість ремонтного циклу в місяцях:

$$T_{цр.міс.} = 12 \times \frac{T_{цр}}{\Phi_p \times K_{зм}}$$

де Φ_p – розрахунковий річний фонд роботи обладнання в одну зміну, $\Phi_p=2030$ год.

$$T_{цр.міс.} = 12 \times \frac{13440}{2030 \times 1.5} = 52,9 \text{ міс.} \approx 53 \text{ міс.}$$

$$T_{м.р.міс.} = 53 : 6 = 8,8 \text{ міс.}$$

$$T_{o.міс.} = 8,8 : 2 = 4,4 \text{ міс.} = 4 \text{ міс.}$$

Визначаємо календарні дати виконання планових ремонтних робіт для верстата 16K25, дата останнього капітального ремонту - травень 2023р.,

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

коефіцієнт змінності - 1,6, розрахунковий річний фонд часу роботи в одну зміну $\Phi_p = 2030$ год. Графік планових ремонтів на ремонтний цикл приводимо у вигляді таблиці 1.1.

Таблиця 1.1- Графік планових ремонтів на ремонтний цикл

Вид ремонту	Дата	Вид ремонту	Дата
1	2	3	4
КР	05.2023	О	09.2025
О	09.2023	ПР	01.2026
ПР	01.2024	О	05.2026
О	05.2024	ПР	09.2026
ПР	09.2024	О	01.2027
О	01.2025	КР	05.2027
СР	05.2025	-	-

1.5. Визначення трудомісткості ремонтних робіт

Розрахунок трудомісткості ремонтних робіт проводиться для кожного виду ремонту і планового огляду окремо на основі ремонтної складності обладнання.

Для верстата моделі 16К25 ремонтна складність становить: механічної частини - $R_m = 12,0$; електричної частини - $R_e = 9,0$.

Визначаємо трудомісткість планового огляду для слюсарних робіт.

$$T_{o.m.} = t_{o.m.} \times R_m,$$

де $t_{o.m.}$ – норма трудомісткості, $t_{o.m.}=1$ [4] стр.126 табл.1.16;

R_m – ремонтна складність механічної частини.

$$T_{o.m.} = t_{o.m.} \times R_m = 1 \times 12,0 = 12 \text{ год}$$

Визначаємо трудомісткість планового огляду для електрослюсарних робіт:

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{o.e.} = t_{o.e.} \times R_e ,$$

де $t_{o.e.}$ – норма трудомісткості, $t_{o.e.}=0,25$ [4] стр.127 табл.1.16;

R_e – ремонтна складність електричної частини.

$$T_{o.e.} = 0,25 \times 9 = 2,25 \text{ год.}$$

Визначаємо трудомісткість планового огляду для верстатних робіт:

$$T_{o.m.m.} = t_{o.m.m.} \times R_m .$$

де $t_{o.m.m.}$ – норма трудомісткості, $t_{o.m.m.}=0,1$ [4] стр.126 табл.1.16.

$$T_{o.m.m.} = 0,1 \times 12,0 = 1,2 \text{ год.}$$

Сумарна трудомісткість планового огляду:

$$\Sigma T_o = T_{o.m.} + T_{o.e.} + T_{o.m.m.} ,$$

$$\Sigma T_o = 12 + 2,25 + 1,2 = 15,45 \text{ год.}$$

Перевірка:

$$\Sigma T_o = t_o \times R_m + t_o \times R_e ,$$

$$\Sigma T_o = 1,1 \times 12 + 0,25 \times 9 = 13,2 + 2,25 = 15,45 \text{ год.}$$

Визначаємо трудомісткість капітального ремонту для слюсарних робіт:

$$T_{п.м.} = t_{п.м.} \times R_m ,$$

де $t_{п.м.}$ – норма трудомісткості, $t_{п.м.}=36$ [4] стр.126 табл.1.16.

$$T_{п.м.} = 36 \times 12 = 432 \text{ год.}$$

Визначаємо трудомісткість капітального ремонту для електрослюсарних робіт:

$$T_{п.е.} = t_{п.е.} \times R_e ,$$

де $t_{п.е.}$ – норма трудомісткості, $t_{п.е.}=10$ [4] стр.127 табл.1.16;

$$T_{п.е.} = 10 \times 9 = 90 \text{ год.}$$

Визначаємо трудомісткість капітального ремонту для верстатних робіт, механічна частина:

$$T_{п.м.м.} = t_{п.м.м.} \times R_m ,$$

де $t_{п.м.м.}$ – норма трудомісткості, $t_{п.м.м.}=14$ [4] стр.126 табл.1.16;

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{п.м.м.} = 14 \times 12 = 168 \text{ год.}$$

Визначаємо трудомісткість капітального ремонту для верстатних робіт електрична частина:

$$T_{п.е.м.} = t_{п.е.м.} \times R_{е.}$$

де $t_{п.е.м.}$ – норма трудомісткості, $t_{п.е.м.}=2,5$ [4] стр.127 табл.1.16;

$$T_{п.е.м.} = 2,5 \times 9 = 22,5 \text{ год.}$$

Сумарна трудомісткість капітального ремонту:

$$\Sigma T_{п.} = T_{п.м.} + T_{п.е.} + T_{п.м.м.} + T_{п.е.м.},$$

$$\Sigma T_{п.} = 432 + 90 + 168 + 22,5 = 712,5 \text{ год.}$$

Перевірка:

$$\Sigma T_{п.} = t_{п.} \times R_{м.} + t_{п.} \times R_{е.},$$

$$\Sigma T_{п.} = 50 \times 12 + 12,5 \times 9 = 600 + 112,5 = 712,5 \text{ год.}$$

Для верстата 16К20П, який пройшов капітальний ремонт у травні 2023 р. при $K_{зм} = 1,5$; $R_{м.} = 12,0$; $R_{е.} = 9$ трудомісткість огляду становить 15,45 год., а трудомісткість капітального ремонту 712,5 год

1.6. Підготовка обладнання до ремонту, та оформлення дефектної відомості перевірка устаткування. Перевірка устаткування.

- визначення несправностей механізму;
- встановлення послідовності його розбирання;
- розбирання механізму на складальні одиниці і деталі, промивання їх;
- визначення характеру і величини зносу деталей, їхніх дефектів;
- ремонт деталей;
- зборка механізмів із припасуванням деталей;
- перевірка і регулювання зібраного механізму.

Складання графіка ремонту. Під час ремонту до моменту зборки окремі деталі можуть бути виготовлені або відремонтовані не цілком (на відміну від

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зборки нового верстата). Це ускладнює процес ремонту, тому він повинен бути правильно організований і проводитися за графіком, складеним заздалегідь.

Підготовка до розбирання.

- підготувати біля верстата площу, достатню для нормальної роботи слюсарів-ремонтників і правильного укладання знятих з верстата деталей, а також для їхнього кантування;
- перевірити наявність всіх необхідних для роботи справних і випробуваних строп і інших вантажозахватних пристроїв;
- заготовити необхідну кількість підкладок, розпірок і козлів для укладання знятих деталей;
- приготувати інструменти і пристрої, застосування яких виключає можливість псування придатних деталей.

Очистка і промивка деталей

Очистка деталей устаткування, що ремонтується, здійснюється термічним (вогневим), механічним, абразивним, хімічним і ультразвуковим способами. Промивку деталей роблять лужними розчинами й органічними розчинниками.

Дефектація деталей

1. Зовнішній огляд дозволяє визначити значну частину дефектів: пробоїни, вм'ятини, явні тріщини, відколи, значні вигини і перекуси, зірвані різьби, порушення зварних, паяних і клейових з'єднань, викришування в підшипниках і зубчастих колесах, корозію й ін.
2. При перевірці на дотик визначають знос і змінання різьби, легкість провертання підшипників кочення і цапф вала в підшипниках ковзання, легкість переміщення шестірень по шліцах, наявність і відносну величину зазорів спряжених деталей, щільність нерухомих з'єднань і ін.

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Легке простукування деталі молотком з м'якого металу або рукояткою молотка проводиться з метою виявлення тріщин, про наявність яких свідчить глухий звук.
4. Гасова проба проводиться з метою виявлення тріщин і їх кінців. Деталь або занурюють на 15-20 хв. у гас, або гасом змазують передбачуване дефектне місце, ретельно потім протираючи і покриваючи крейдою. Виступаючий із тріщини гас зволожує крейду і чітко проявляє границі тріщини.
5. Виміри за допомогою вимірювальних інструментів і засобів дозволяють визначити величини зносу і зазорів у спряжених деталях, відхилення від заданих розмірів, похибки форми і розташування поверхонь.
6. При перевірці твердості поверхні деталі виявляють зміни, що виникли в матеріалі деталі в процесі її експлуатації.
7. Гідравлічне (пневматичне) випробування служить для виявлення тріщин і раковин у корпусних деталях. З цією метою в корпусі заглушають всі отвори, крім одного, через який нагнітають рідину під тиском 0,2-0,3 МПа (теча або запотівання стінок вкаже на наявність тріщини). Можливо також нагнітання повітря в корпус, занурений у воду (поява пухирців повітря свідчить про наявність нещільності).

Магнітний спосіб заснований на зміні значення і напрямку магнітного потоку, що проходить через деталь, в місцях з дефектами. Цю зміну визначають нанесенням на випробувану деталь сухого або зваженого в гасі (трансформаторному маслі) феромагнітного порошку: порошок осідає по кромці тріщини. Спосіб використовується для виявлення прихованих тріщин і раковин у сталевих і чавунних деталях за допомогою стаціонарних і переносних (для габаритних деталей) магнітних дефектоскопів.

Ремонт і відновлення підлягають трудомісткі і дорогі у виготовленні деталі.

Деталь, яка ремонтується, повинна мати значний запас міцності, що дозволяє відновлювати або змінювати розміри поверхонь, які спрягаються, (по системі ремонтних розмірів), не понижуючи (а в ряді випадків і підвищуючи) їхньої

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

довговічності, зберігаючи або поліпшуючи експлуатаційні якості складальної одиниці й агрегату.

Балансування деталей

Статичне балансування - це врівноважування деталей у нерухомому стані на спеціальних пристроях (ножових направляючих, роликах і ін.). Статичним балансуванням усувають дисбаланс таких деталей, як шків, кільця, гребні гвинти й ін.

Динамічне балансування робиться при швидкому обертанні деталі, гранично зменшуючи вібрації. При динамічній неврівноваженості деталі (рис. 8.8, б) центр ваги може знаходитися далеко від її середини - у точці А.

1.7. Розробка технологічного маршруту капітального ремонту

Капітальний ремонт – це плановий ремонт, що використовується з метою справності і гарантованого забезпечення працездатності на протязі встановленого нормативами кількості годин роботи до наступного капітального ремонту. Роботи, які виконуються при огляді перед іншими видами ремонту, і крім того виявлення деталей, потребуючих відновлення або заміни.

Капітальний ремонт в себе включає:

- перевірка станка на точність перед розбиранням;
- вимірювання зносу поверхонь, що труться перед ремонтом базових деталей;
- Повне розбирання верстата і всіх його вузлів;
- Промивання та притирання всіх деталей;
- Огляд всіх деталей;
- Заповнення дефектної відомості, які потребують заміни або ремонту;
- Ремонт системи охолодження;
- Заміна насоса змазування і його ремонт;
- Шліфування і шабріння направляючих поверхностей верстата;
- Заміна протекторів на каретці, салаках супорта і задньої бабки;
- Збирання всіх вузлів верстата;
- Шпаклювання та окраска всіх необроблених поверхностей;

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Обкатування верстата на холостому ході на всіх швидкостях і подачах;
- Перевірка стану фундаменту, виправлення його і встановлення верстата.

Технологічний маршрут ремонту верстата приводимо у вигляді таблиці 1.2.

Таблиця 1.2. – Технологічний маршрут ремонту верстата

Найменування і зміст операції	Обладнання	Пристрої	Матеріали і інструмент
1	2	3	4
005 СЛЮСАРНО-СКЛАДАЛЬНА 1.Огляд 2.Очистка від стружки, бруду, пилу, охолоджуючої рідини, мастила, та інших нечистот	Верстак слюсарний		Щітка, ганчір'я
010 СЛЮСАРНО-СКЛАДАЛЬНА 1.Зняти механізм шпindelьної бабки	Верстак слюсарний		Слюсарний інструмент
015Транспортна Транспортувати шпindelьної бабки	Підйомно-транспортні машини		
020 СЛЮСАРНО-СКЛАДАЛЬНА 1.Розбирання механізму шпindelьної бабки	Верстак слюсарний		Слюсарний інструмент
025 СЛЮСАРНО-СКЛАДАЛЬНА 1.Розбирання складальної одиниці, що ремонтується	Верстак слюсарний	Знімач	Слюсарний інструмент
030 МИЙКА 1.Миття деталей	Машина для миття, ванна		Щітка, ганчір'я

1	2	3	4
035 ДЕФЕКТАЦІЯ 1.Контроль і сортування деталей 2.Складання відомостей дефектів		Контрольні пристрої	Вимірювальний інструмент
040 ВІДНОВЛЕННЯ ЗНОШЕНОЇ ДЕТАЛІ	Металорі- зальні верстата	Пристрої верстатні	Ріжучий інструмент
045 СЛЮСАРНО- СКЛАДАЛЬНА 1.Збірка складальної одиниці	Верстак слюсарний		Слюсарний інструмент
050 СЛЮСАРНО- СКЛАДАЛЬНА 1. Складання механізму шпиндельної бабки	Верстак слюсарний	Пристрої для складання	Слюсарний інструмент
055 Випробувальна 1.Випробування шпиндельної бабки	Стенд		
060 СЛЮСАРНО- СКЛАДАЛЬНА 1.Монтаж механізму коробки подач	Верстак слюсарний		Слюсарний інструмент
065 Випробувальна 1.Обкатка і випробування верстата			

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЯ РЕМОНТУ ЗАДАНОЇ ДЕТАЛІ ОБЛАДНАННЯ

2.1. Характеристика і конструкторський аналіз деталі

Деталь, що підлягає ремонту – “Блок зубчатих коліс”, розміщується в механізмі шпиндельної бабки.

Основною базовою поверхнею “Блоку зубчатих коліс” являється отвір $\emptyset 36H7$. “Блок зубчатих коліс” служить для передачі крутячого моменту. В даному випадку на ньому розміщено три зубчатих вінці: перший з кількістю зубців $z=38$ і $m = 2$, другий з кількістю зубців $z =55$ і $m = 2$, третій з кількістю зубців $z =47$ і $m=2$.

В процесі роботи у “Блока зубчатих коліс” зносився зубчастий вінець з кількістю зубців $z=47$ і $m = 2$.

Блоки зубчатих коліс і зубчасті колеса, що надходять в ремонт, можуть мати наступні дефекти:

- а) знос робочого профілю всіх зубів колеса;
- б) відкол частини зуба чи декількох зубів цілком;
- в) тріщина на зубчатому вінці, чи спиці маточини колеса;
- г) знос отвору, шпонкового паза чи шліців у маточині колеса;
- д) вм'ятини на торцях зубів.

Для вибору способу ремонту зубчасті колеса можна умовно розділити на швидкохідні і тихохідні, термічно оброблені і “сирі”, дрібні і великі.

Знос робочого профілю зубів — найбільш частий дефект зубчастих коліс усіх видів і типів, для даного випадку допустимий знос зубців колеса може досягати 5% номінальної товщини зуба.

Поверхні з значним зносом відновлюють механічною обробкою під ремонтний розмір, або зношені поверхні можна ремонтувати вібродуговим наплавленням, металізацією, сталюванням, хромуванням і іншими методами. В нашому випадку приймаємо заміну зубчастого вінця, тобто виготовлення нового

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вінця, встановлення на маточину, і механічну обробку в зборі точінням з наступним довбанням зубців.

“Блок зубчатих коліс” виготовляється зі конструкційної легованої сталі марки 40Х, ДСТУ 7806. Хімічний склад сталі наведено в таблиці 2.1, а механічні властивості приводимо в таблиці 2.2.

Таблиця 2.1 - Хімічний склад сталі 40Х ДСТУ 7806

C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
				не більше		
0,36-0,44	0,17 - 0,37	0,5 - 0,8	0,8 - 1,1	0,25	0,04	0,04

Таблиця 2.2 - Механічні властивості сталі 40Х ДСТУ 7806

Марка сталі	σ_b , МПа	σ_{zg} , МПа	НВ	δ ,%	ψ ,%
40Х	700	470	207	17	56

Умови термічної обробки сталі:

1) гартування: нормалізаційне (перше гартування) - 680°C, охолоджувальне середовище – масло;

2) відпускання: температура - 500°C, охолоджувальне середовище – вода або масло.

Технологічні властивості сталі 40Х:

- оброблюваність різанням – висока;

- зварюваність – задовільна;

- пластичність при холодній обробці тиском – задовільна.

Сталь 40Х відноситься до хромистих сталей, які використовуються для виготовлення середньонавантажених деталей невеликих розмірів. Прогартуваність сталі невелика. Вона схильна до відпускнуї крихкості, тому після високого відпускання охолодження повинне бути швидким, а для дрібних деталей в маслі.

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вироби зі сталі 40Х можна виготовляти литтям, куванням, штампуванням, пресуванням, прокаткою, волочінням.

Аналіз технічні вимоги на відновлення деталі „Блок зубчатих коліс” представляємо в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Технічні вимоги на відновлення деталі.

Технічна вимога	Метод досягнення	Метод контролю
Радіальне биття зовнішньої поверхні відносно поверхні А не більше 0,03мм	Чистова обробка	Спеціальний контрольний пристрій
Зубці вінця 2 гартувати до HRC 50...54	Гартування СВЧ	Твердомір

2.2. Обґрунтування технологічного процесу капітального ремонту деталі обладнання

Вихідні дані для розробки технологічного процесу ремонту деталі беремо: з креслення деталі; дефектної відомості, використовуємо типовий технологічний маршрут відновлення зубчатих вінців; типовий технологічний процес капітального ремонту обладнання; технічні вимоги на ремонт деталі. Знос робочого профілю зубів — найбільш частий дефект зубчастих коліс усіх видів і типів.

Як правило, зубчасті колеса зі зношеними зубами не відновлюють, а замінюють при ремонті верстатів новими, за винятком тих, у яких знос товщини зуба не виходить за межі припустимого. Якщо такі зубчасті колеса істотно не погіршують роботу механізму, то їх можна не змінювати.

Якщо при ремонті заміняється одне зношене зубчасте колесо, то варто замінити і друге, що працювало з ним у парі, навіть якщо знос цього колеса не перевищив припустимого. Якщо цього не зробити, то нове колесо в контакт з

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приобретеными зубами старого будет вызывать повышенный шум при работе механизма. Однако, если разница диаметров зубчатых колес отличается больше чем в 2 раза, то в такой паре значительному износу подвергается прежде всего малое колесо. В этом случае целесообразно вовремя заменить новым малое колесо, а большое не менять. Заменять только одно зубчатое колесо также целесообразно в зубчатых парах, где одно колесо термически обработано, а другое "сире". Заменяют обычно новым "сире" зубчатое колесо, что при зацеплении с термообработанным и больше твердым довольно быстро обкатывается. Такая замена допустима в том случае, если износ термообработанного колеса не выходит за пределы допустимого.

Если пара зубчатых колес работает при односторонней нагрузке, то рабочие поверхности зубьев изнашиваются с одной стороны. Такие колеса при среднем или малом ремонте допустимо не заменять новыми, а повернуть так, чтобы в новом положении восстановлена пара колес передавала нагрузку изношенной поверхностью зубьев.

Тихоходные зубчатые колеса, как правило, изготавливаются больших диаметров с модулем больше 5 мм из чугуна или стали без дальнейшей термообработки. Восстановление таких зубчатых колес ведется в тех случаях, когда это экономически целесообразно (например, когда недопустимо простое устройство).

Ремонт зубчатых блоков выполняется путем замены одной или двух шестерен, которые изготавливают заново, устанавливают на подготовленной маточине шестерни. Крепления восстановленных новых шестерен может быть разным: гвинтами, на шпонке с зажимным кольцом, на шпонке гайкой, на шпонке гвинтом. В данном случае для восстановления точности и формы зубчатого венца, изношенный венец затачивают и изготавливают новый. После восстановления на маточину, венец мы подвергнем обработке на токарном и зубодовальном станках, установив предварительно деталь на оправку.

Основной базовой поверхностью в детали является отверстие $\varnothing 95$. Изношенную в процессе эксплуатации поверхность за базу не принимают, потому что снизится точность механической обработки.

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Метод і спосіб отримання заготовки для виготовлення вінця в значній мірі залежить від матеріалу деталі і її службового призначення і технічних вимог на виготовлення, форми поверхонь і їх розмірів, технічних можливостей отримання заготовки на підприємстві.

Матеріалом деталі являється вуглецева низьколегована сталь, яка володіє незадовільними ливарними властивостями при підвищеній деформації. Тому найбільш прийнятним, в даному випадку заготовкою для виготовлення вінця є товстостіна труба.

Діаметр заготовки визначаємо по формулі:

$$D_{\text{пр}} = D_{\text{д}} + 2 Z,$$

де $D_{\text{д}}$ - діаметр лімітуючої поверхні деталі, мм;

$2 Z$ - припуск на обробку даної поверхні, мм.

$$D_{\text{пр}} = 98 + 7.5 = 105,5 \text{ мм}$$

Приймаємо $D_{\text{пр}} = 105 \text{ мм} = 10,5 \text{ см}$ ДСТУ 4738-2007

Довжина заготовки з прокату визначається по формулі:

$$L_{\text{пр}} = L + 2 Z,$$

де L - довжина деталі, мм;

Z - припуск на обробку торця, мм.

$$L_{\text{пр}} = 12 + 2 \times 2,5 = 17 \text{ мм.}$$

Приймаємо найближче більше значення з нормалізованого ряду лінійних розмірів: $L_{\text{пр}} = 17 \text{ мм} = 1,7 \text{ см}$.

Собівартість заготовки з прокату визначається по формулі.

$$S_{\text{пр.}} = M + C_{\text{о}},$$

де M - затрати на матеріал заготовки, грн.;

$C_{\text{о}}$ - технологічна собівартість операції вирізки, грн.;

Затрати на матеріал заготовки визначаємо по формулі:

$$M = Q_{\text{пр.}} \times S - (Q_{\text{пр.}} - q) \times S_{\text{відх}},$$

де $Q_{\text{пр.}}$ - вага заготовки, кг;

S - вартість 1 кг матеріалу заготовки, грн;

$S_{\text{відх}}$ - вартість одного кілограму відходів матеріалу заготовки, грн.

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

q – вага відходів, кг;

Вага заготовки визначається по формулі:

$$Q_{np.} = \frac{3.14 \times D_{np.}^2}{4} \times L_{gh/} \times p$$

де $D_{np.}$ - діаметр прокату, см;

$L_{np.}$ - довжина заготовки, см;

p - густина матеріалу заготовки, для сталі $p = 7,8$ г/см³.

Визначаємо масу заготовки:

$$Q_{np.} = \frac{3.14 \cdot 10.5^2}{4} \cdot 1.7 \cdot 7.8 \text{г} = 3306 = 1.147 \text{кг}.$$

$$M = 1.147 \times 40 - (1.147 - 0.7) \times 2,5 = 45,88 - 1.12 = 44.76 \text{грн}.$$

Технологічна собівартість операції відрізання заготовки визначається по формулі:

$$C_o = \frac{C_{пл.} \cdot T_{шт}}{60}$$

де $C_{пл.}$ - приведені затрати при відрізання заготовки, грн/год

$T_{шт}$ - час на операцію вирізання, хв.

$$T_{шт} = 0,052 \times D_{np.} = 0,052 \times 105 = 5,46 \text{хв}.$$

$$C_o = \frac{67 \cdot 5.46}{60} = 6.09 \text{ грн}$$

Собівартість заготовки складає:

$$S_{np.} = 44,76 + 6.09 = 50,85 \text{грн}.$$

Вибір методів обробки вінця проводимо з врахуванням його службового призначення, габаритних розмірів, властивостей матеріалу, точності і якості поверхонь, виду заготовки, наявності технологічного і інших факторів.

Порядок обробки конкретних поверхонь приводимо в таблиці 2.4.

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4. – Методи обробки вінця

Розмір або назва поверхні	Квалітет точності	Шорсткість	Методи обробки поверхні
1	2	3	4
Ø98	11	2,5	Точіння чорнове, чистове.
Отвір Ø62	7	1,25	Свердлити, розточити начорно, розточити начисто.
Фаски	14	12,5	Точити.
Торці	12	2,5	Точити.
Зубчастий вінець	11	2,5	Фрезерувати, шевінгувати

Розрахунок і встановлення проміжних розмірів на поверхні деталі, які ремонтуються проводимо після призначення припусків табличним методом в порядку, оберненому маршруту технології механічної обробки поверхонь. Вибір проміжних припусків і розрахунок проміжних розмірів на поверхні деталі які ремонтуються приводимо у вигляді таблиці 2.5.

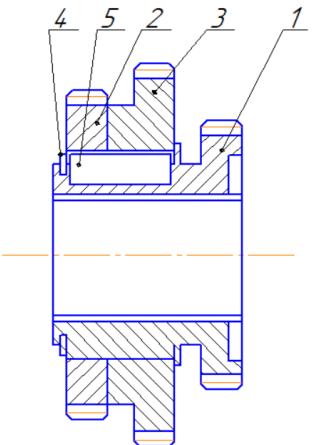
Таблиця 2.5. - Розрахунок проміжних розмірів.

Методи обробки поверхонь	Квалітет точності	Шорсткість	Припуск мм	Проміжні розміри	
				Розрахунковий	Прийнятий з допуском
1	2	3	4	5	6
Ø 62H7					
Розвернути отвір	7	1,6	2x0,15	Ø62	Ø62 ^{+0,03}
Розточити начисто	11	6,3	2x0,55	Ø61,7	Ø 61,7 ^{+0,19}
Розточити начорно	12	12,5	2x2,8	Ø60,6	Ø 60,6 ^{+0,19}
Заготовка			2x3,5	Ø55	Ø55 ^{+0,3}
Ø98 h11					
Точіння чистове	11	2,5	2x1	Ø98	Ø 98 ^{-0,22}
Точіння чорнове	14	12,5	2x2.5	Ø 100	Ø100 ^{-0,87}
Заготовка			2x3.5	Ø 105	Ø105 ^{+0,5} -1.5

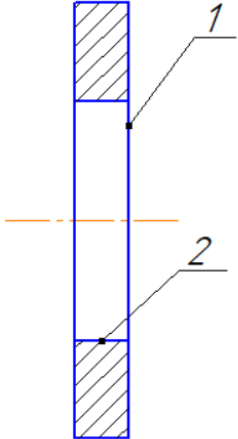
2.3.Розробка технологічного маршруту ремонту деталі

Розробка технологічного маршруту капітального ремонту деталі приводимо у вигляді таблиці 2.6.

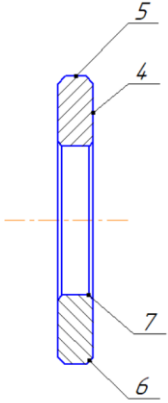
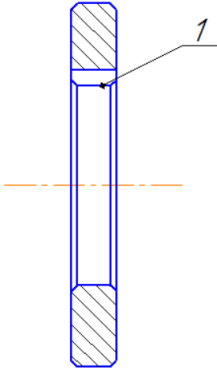
Таблиця 2.6 - Технологічний маршрут відновлення деталі Блок зубчастих коліс.

Назва операції	Спрощений ескіз	Обладнання	Приспособування	Ріжучий інструмент	Вимірювальний інструмент
1	2	3	4	5	6
<p>005 Слюсарно – складальна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Зняти стопорне кільце п.4 2. Зняти зубчастий вінець п.2 3. Зняти зубчастий вінець п.3 4. Зняти шпонку п.5 		<p>Верстак слюсарний</p>	<p>Слюсарний інструмент</p>		

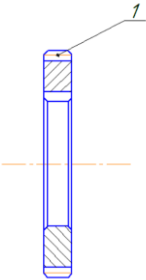
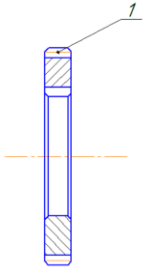
Продовження таблиці 2.6

<p>010 Токарна 1. Встановити і закріпити деталь 2. Підрізати торець п.1. 3. Розточити отвір начорно до $\varnothing 60,7$ п.2 4. Розточити отвір начисто до $\varnothing 61,7$ п.2. 5. Розвернути до $\varnothing 62$ п.2</p>		<p>Токарно-Гвинторізн ий моделю 16M16</p>	<p>3-кулачко- вий патрон ДСТУ 2974-95</p>	<p>Різець підрізний упорний Т5К10 ДСТУ 18877-2008 Різець розточний відігнутий Т5К10 ДСТУ 18877-73 Розвертка вставна з швидко ріжучої сталі ДСТУ 7304- 2013</p>	<p>Штангельцикуль ШЦ-2 0-160 0.05мм ДСТУ 166-73 Нутромір</p>
---	---	--	---	---	---

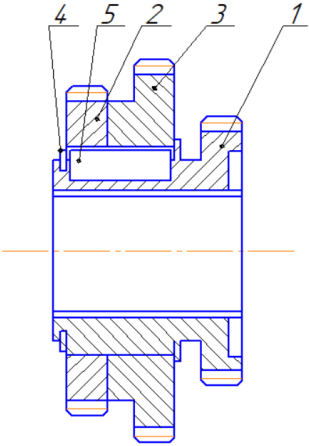
Продовження таблиці 2.6

<p>015 Токарна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Підрізати торець п.4 2. Точити поверхню п.5 до $\varnothing 100$ начорно 3. Точити поверхню п.5 до $\varnothing 100$ начисто 4. Точити фаску п. 6 5. Точити фаску п. 7 		<p>Токарно-Гвинторізний Моделю 16M16</p>	<p>Оправка</p>	<p>Різець підрізний T15K6 ДСТУ 18869 73 Різець прохідний T15K6 ДСТУ 18869 73</p>	<p>Штангельцикуль ШЦ-2 0-160 0.05мм ДСТУ 166-73</p>
<p>020 Довбальна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Довбати шпонковий паз 		<p>Довбальний 7A420M</p>	<p>Пристрій верстатний</p>	<p>Різець довбальний</p>	<p>Штангельцикуль ШЦ-2 0-250 ДСТУ 166-73</p>

Продовження таблиці 2.6

<p>025 Зубофрезерна 1. Фрезерувати зубчастий вінець п.1</p>		<p>Вертикаль но- фрезерний 53A10</p>	<p>Оправка центрова</p>	<p>Фреза червячна Ø100 ДСТУ 19036-94</p>	<p>Зубомір</p>
<p>030 Термічна 1. Гартувати зуб. вінець</p>		<p>Піч муфельна</p>			<p>Твердомір</p>
<p>035 Зубошевінгувальна 1. Шевінгувати зубчастий вінець п.1</p>		<p>Шевінгува льний 5702В</p>	<p>Оправка центрова</p>	<p>Шевер тип 2 Р6М5 Z₀=73 Ø219,8 ДСТУ 3436- 96</p>	<p>Зубомір</p>

Продовження таблиці 2.6

<p>040 Слюсарно – складальна</p> <ol style="list-style-type: none">1. Вдягнути шпонку п.52. Вдягнути зубчастий вінець п.33. Вдягнути зубчастий вінець п.24. Вдягнути стопорне кільце п.4		<p>Верстак - слюсарний</p>	<p>Слюсарний інструмент</p>			
---	--	--------------------------------	---------------------------------	--	--	--

РОЗДІЛ 3

ВИЗНАЧЕННЯ ТРУДОМІСТКОСТІ РЕМОНТУ МЕХАНІЗМУ ОБЛАДНАННЯ

3.1. Визначення режимів різання на верстатні операції виготовлення деталі

Для прикладу приводимо розрахунок режиму різання для операції 015 токарної. На даній операції проводиться зовнішнє точіння поверхні $\varnothing 100$ начорно.

Обробка проводиться на токарно-гвинторізному верстаті моделі 16М16.

I. Вибираємо різець і встановлюємо його геометричні параметри.

Виходячи із умови задачі, по таблиці 5 с. 119 [5] приймаємо прохідний прямий різець ДСТУ 18869 73.

Матеріал ріжучої частини – твердий сплав Т15К6 (таблиця 3, с.116, [5]).

Геометричні параметри різця встановлюємо по додатку 2 с.355 [9]: головний кут в плані $\phi = 45^\circ$, допоміжний кут в плані $\phi_1 = 10^\circ$, передній кут $\gamma = 10^\circ$, кут нахилу ріжучої кромки $\lambda = 0^\circ$, радіус при вершині $r = 1$ мм.

II. Розрахунок режимів різання виконуємо по довіднику [5] в наступній послідовності.

1) Визначаємо глибину різання t . Приймаємо її рівною величині припуску на сторону для даного переходу:

$$t = \frac{(D - d)}{2},$$

де D – діаметр заготовки, мм;

d – діаметр обробленої поверхні, мм.

$$t = \frac{(105-100)}{2} = 2,5 \text{ мм}$$

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2) Виходячи із заданого параметра шорсткості, яку потрібно досягнути визначаємо подачу, $S_p = 0,5-0,9$ мм/об (с.266, табл. 11).

3)

По паспорту верстата приймаємо $S_p = 0,5$ мм/об.

3) Назначаємо період стійкості різця, $T = 40$ хв. (с.268).

4) Визначаємо розрахункову швидкість різання:

$$V_p = \frac{C_v}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_v,$$

де $C_{v,x,y}$ - коефіцієнт і показники степені для визначення швидкості різання: $C_v = 350, m = 0,2, x = 0,15, y = 0,35$, (с.269,табл.17);

K_v - поправочний коефіцієнт на швидкість;

$$K_v = K_{mv} \times K_{nv} \times K_{iv} \times K_{fv} \times K_{f1v} \times K_{rv} \times K_{ov},$$

де K_{nv} - коефіцієнт, який враховує метод отримання заготовки і стан її поверхні, $K_{nv} = 0.9$ (с.263, табл. 5);

K_{iv} - коефіцієнт, який враховує матеріал інструмента,

$$K_{iv} = 1.0 \text{ (с.263, табл. 6);}$$

K_{fv} - коефіцієнт, який враховує головний кут в плані різця,

$$K_{fv} = 1,0 \text{ (с.271, табл. 18);}$$

K_{f1v} - коефіцієнт, який враховує допоміжний кут в плані різця,

$$K_{f1v} = 0,94 \text{ (с.271, табл.18);}$$

K_{rv} - коефіцієнт, який враховує радіус при вершині різця,

$$K_{rv} = 1,03 \text{ (с.271, табл.18);}$$

K_{mv} - коефіцієнт, який враховує матеріал заготовки (с.261, табл.1 і с.262, табл.2);

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

K_{ov} – коефіцієнт, який враховує вид обробки,

$K_{ov} = 1$ (с.270, додаток до табл.17)

$$K_{mv} = K_r \times \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v}$$

де K_r , - коефіцієнт, що характеризує групу сталі по оброблюваності і

n_v - показник степені: $K_r = 1$, $n_v = 1$ (див. в табл.2, стор.261-262).

$$K_{mv} = 1 \times \left(\frac{750}{700}\right)^1 = 1,1$$

$$K_v = 1,1 \times 0,9 \times 1 \times 1 \times 0,94 \times 1,03 \times 1 = 0,95$$

Таким чином:

$$V_p = \frac{350}{40^{0,2} \times 2,5^{0,15} \times 0,5^{0,35}} \times 0,95 = 176 \text{ м/хв.}$$

5) Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \times V_p}{3,14 \times D}$$

$$n_p = \frac{1000 \times 176}{3,14 \times 105} = 533 \text{ об/хв,}$$

де D – діаметр поверхні, яка обробляється.

Згідно з паспортом верстату приймаємо $n_d = 500$ об/хв.

6) Визначаємо дійсну швидкість різання:

$$V_d = \frac{3,14 \times D \times n_d}{1000}$$

$$V_d = \frac{3,14 \times 105 \times 500}{1000} = 164,85 \text{ м/хв.}$$

7) Визначаємо головну складову сили різання:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p$$

де C_p , x , y , n - коефіцієнт і показники степені для визначення сили різання: $C_p = 300$, $x = 1$, $y = 0,75$, $n = -0,15$ (с.273, табл.22);

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

K_p - поправочний коефіцієнт на силу різання :

$$K_p = K_{mp} \times K_{\phi p} \times K_{\square p} \times K_{\square p} \times K_{rp},$$

де: $K_{\phi p}$ -коефіцієнт, який враховує головний кут в плані різця,

$$K_{\phi p} = 1,0 \text{ (с.275, табл. 23);}$$

$K_{\square p}$ -коефіцієнт, який враховує передній кут в плані різця,

$$K_{\square p} = 1 \text{ (с.275, табл. 23);}$$

$K_{\square p}$ -коефіцієнт, який враховує кут похилу ріжучої кромки,

$$K_{\square p} = 1 \text{ (с.275, табл.23);}$$

K_{rp} -коефіцієнт, який враховує радіус при вершині різця,

$$K_{rp} = 0,93 \text{ (с.275, табл. 23);}$$

K_{mp} -коефіцієнт, який враховує матеріал заготовки (с.262, табл.3):

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n$$

$$K_{mp} = \left(\frac{700}{750} \right)^{0,75} = 0,8$$

$$K_p = 0,8 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,74$$

$$P_z = 10 \times 300 \times 2,5^1 \times 0,5^{0,75} \times 164,85^{-0,15} \times 0,74 = 1506 \text{ Н}$$

8) Визначаємо потужність, яка затрачується на різання:

$$N_{\text{різ}} = \frac{P_z \times V_d}{1020 \times 60}$$

$$N_{\text{різ}} = \frac{1506 \times 164,85}{1020 \times 60} = 4 \text{ кВт.}$$

11) Провіримо чи достатня потужність приводу верстата:

$$N_{\text{різ}} < N_d \times \eta \text{ - умова різання}$$

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де N_d - потужність двигуна верстата, $N_d = 6,3$ кВт;

η - коефіцієнт корисної дії, $\eta = 0,85$.

Таким чином:

$$4 < 6,3 \times 0,85$$

$$4 < 5,35 \text{ кВт.}$$

12) Визначаємо основний час:

$$T_o = \frac{L_{px}}{S \times n_d} \text{ хв,}$$

де L_{px} - довжина робочого ходу, мм:

$$L_{px} = L + y + y_1,$$

де L - довжина поверхні, $L = 17$ мм;

y - величина підводу і врізання, мм;

y_1 - величина перебігу інструмента, приймаємо $y_1 = 2$ мм ;

$$y = t \times \text{ctg}(\phi) + (1 \div 3) \text{ мм};$$

$$y = 2,5 \times \text{ctg}45^\circ = 2,5 \text{ мм.}$$

$$L_{px} = 17 + 2,5 + 2 = 21,5 \text{ мм.}$$

Таким чином:

$$T_o = \frac{21,5}{0,5 \times 500} = 0,08 \text{ хв.}$$

Режими різання на решту операцій виконуємо з використанням ЕОМ або табличним методом приводимо у вигляді таблиці 3.1.

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1. – Зведена таблиця режимів різання

Назва операції, короткий зміст	Гли бина різа ння, мм	Діам етр, мм	Дов жин а робо чого ходу , мм	Розрахункові			Прийняті			Ос но вн ий час , хв
				Пода ча мм/об	Часто та оберт ання Об/хв	Швид кість різан ня м/хв	Под ача мм/о б	Част ота обер танн я Об/х в	Шви дкіс ть різя ння м/хв	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
010 Токарна										
1. Встановити і закріпити деталь										
2. Підрізати торець	2000		12	-	-	-	0.60	250	82.4	0,05
п.1.	3500		12	-	-	-	0	800	6	0.05
3. Розточити отвір	0.70		12	-	-	-	0.50	1000	146.	0.11
начорно до Ø 60,7	0		12	-	-	-	0	25.0	7	0.8
4. Розточити отвір	0.15						0.12	0	195.	
начисто до Ø 61,7							0		4	
5. Розвернути до Ø62							2.00		5	
015 Токарна										
1. Підрізати торець	2000	100	12	-	-	-	0.60	400	131.	0.03
п.4	3500	100	12	-	-	-	0	400	9	0,04
Точити поверхню							0.50		131.	
п.5 до Ø 100							0		9	
начорно	3500	100	12	-	-	-		630		0,09
Точити поверхню							0.15		207.	
п.5 до Ø 100							0		8	
начисто										
Точити фаску п. 6										
7. Точити фаску п. 7										

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
020 Довбальна 1. Довбати шпонковий паз	8	66,3	16x2	0.15- 0.18	264	7.4	0,15	260	7,2	3,4
025 Зубофрезерна 1. Фрезерувати зубчастий вінець	5,5	100	52	0,8- 1,0	57,3	18	0,9	50	15,7	54, 3
035 Зубошевінгувальна 2. Шевінгувати зубчастий вінець	0,0 4	105	16	1,7	341	105	157 м/хв	285	26,3	0,9

3.2. Вибір норм часу на верстатні операції технологічного процесу відновлення деталі „Блок зубчатих коліс”

Вибір норм часу на слюсарні та верстатні операції назначених по нормативах часу на слюсарні і слюсарно-складальні роботи одиничного і дрібносерійного виробництва і по загальних нормативах часу на слюсарні роботи по ремонту обладнання. Вибір норм часу на верстатні операції проводимо по загальних нормативах часу для технічного нормування верстатних робіт.

Для прикладу приведемо розрахунок норм часу на операцію 015 токарну Розрахунки виконуємо в наступній послідовності по [12].

1) Визначаємо основний час на операцію, $T_o = 0,34$ хв. (табл.3.1)

2) Визначасмо допоміжний час на операцію:

$$T_d = T_{вст} + T_{пер} + T_{вим}$$

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ					Арк.
										43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

де $T_{\text{вст.}}$ - час на встановлення і зняття деталі масою до 3 кг на центровій оправці з кріпленням гайкою і шайбою обертанням маховичка, $T_{\text{вст}} = 0,33$ хв [12 карта 7, позиція 6 с.40];

$T_{\text{пер}}$ - час пов'язаний з переходом;

$T_{\text{вим}}$ - час на контрольні вимірювання в кінці операції.

Визначаємо час пов'язаний з переходом:

- поперечне точіння різцем встановленим по лімбу, $T_{\text{пер1}}' = 0,43$ хв [12 карта 18, лист 2 с. 66, позиція 42];
- поздовжнє різцем встановленим по лімбу,
 $T_{\text{пер2-3}} = 2 \times 0,14 = 0,28$ хв [12 карта 18, лист 1 с. 64 позиція 6];
- зняття фаски із взяттям пробних стружок, $T_{\text{пер4}} = 2 \times 0,35 = 0,7$ хв [12 карта 18, лист 1 с.64 позиція 14];

Час на прийоми роботи ,які ввійшли в комплекс складають:

$$T_{\text{пер}}' = 0,43 + 0,28 + 0,7 = 1,41 \text{ хв};$$

Так як операція включає в себе чотири переходи то сюди ж слід віднести час на прийоми роботи, які не ввійшли в комплекс: [12 карта 18 лист 4 ст. 69];

- змінити число обертів $t_{\text{пр1}} = 0,07 \times 2 = 0,14$ хв;
- змінити величину подачі $t_{\text{пр2}} = 0,06 \times 3 = 0,18$ хв;
- змінити різець поворотом різцевої головки $t_{\text{пр3}} = 0,07 \times 4 = 0,28$ хв;
- закрити і відкрити захисний щиток $t_{\text{пр3}} = 0,03$ хв.

$$T_{\text{пер}}'' = 0,14 + 0,18 + 0,28 + 0,03 = 0,63 \text{ хв.}$$

$$\text{Таким чином } T_{\text{пер}} = 1,41 + 0,63 = 2,04 \text{ хв.}$$

Визначаємо час на контрольні вимірювання в кінці операції:

$$T_{\text{вим}} = t_{\text{вим1}} + t_{\text{вим2}}$$

$t_{\text{вим1}}$ - час на контроль розмірів штангенциркулем ШЦ-П,

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_{\text{вим1}}=0,13 \times 5=0,65 \text{ хв. [12 карта 86 лист 7 с. 191];}$$

$$\text{Таким чином } T_{\text{д}}=0,33+2,04+0,65=3,02 \text{ хв.}$$

3) Визначаємо оперативний час:

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{o}} + T_{\text{д}}$$

$$T_{\text{оп}} = 0,34+3,02=3,36 \text{ хв.}$$

4) Визначаємо час на обслуговування робочого місяця:

$$T_{\text{обс}} = \frac{T_{\text{оп}} \times A_{\text{обс}}}{100}$$

де $A_{\text{обс}}$ - час на обслуговування робочого місяця в процентах від оперативного, $A_{\text{обс}}=3\%$. [12 карта 19 с. 70];

$$T_{\text{обс}} = 3,36 \times 0,03=0,1 \text{ хв.}$$

5) Визначаємо час на відпочинок і особисті потреби :

$$T_{\text{воп}} = \frac{T_{\text{оп}} \times A_{\text{воп}}}{100}$$

де $A_{\text{воп}}$ - час на відпочинок і особисті потреби в процентах від оперативного,

$A_{\text{воп}}=4\%$ [12 карта 88 с. 203];

$$T_{\text{воп}} = 3,36 \times 0,04=0,13 \text{ хв}$$

6) Визначаємо штучний час на операцію:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{воп}} + T_{\text{обс}}$$

$$T_{\text{шт}} = 3,36+0,13+0,1=3,58 \text{ хв.}$$

7) Визначаємо підготовчо-заклучний час :

$$T_{\text{пз}} = T_{\text{пз1}} + T_{\text{пз2}}$$

де $T_{\text{пз1}}$ - час на одержання інструментів і пристроїв і здачу їх після роботи,

$T_{\text{пз1}}=8 \text{ хв. [47 карта 7 позиція 18 с. 71];}$

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$T_{пз2}$ - час на налагодження верстату, інструментів і пристрою, $T_{пз2}=11$ хв. [12 карта 47 позиція 2 с. 70];

$$T_{пз} = 11 + 8 = 19 \text{ хв.}$$

8) Визначаємо штучно-калькуляційний час :

$$T_{шт.к.} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{N}$$

де N – число деталей, $N=400$ шт.

$$T_{шт.к.} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{N} = 3.58 + \frac{19}{400} = 3.62$$

9) Виконуємо аналогічні розрахунки для інших операцій, а результати заносимо в таблицю 3.2

Таблиця 3.2. - Зведена таблиця норм часу на відновлення деталі

Назва операції	T_o ХВ	$T_{доп}$ ХВ	$T_{оп}$ ХВ	$T_{обс}$ ХВ	$T_{від}$ ХВ	$T_{шт}$ ХВ	$T_{п.з}$ ХВ	$T_{шт.к.}$ ХВ
005 Слюсарно – складальна								
1. Зняти стопорне кільце п.4								1,4
2. Зняти зубчастий вінець п.2								2,08
3. Зняти зубчастий вінець п.3								0,7
4. Зняти шпонку п.5								0,6
Всього								4,7
010 Токарна	0,29	3,86	4,15	0,12	0,16	4,43	19	4,47
015 Токарна	0,34	3,02	3,36	0,1	0,13	3,58	19	3,62
020 Довбальна	3,4	0,76	4,16	0,1	0,16	4,52	13	4,55
025 Зубофрезерна	54,3	1,52	55,82	2,23	2,23	60,28	30	60,355
030 Термічна			73	2,19	3,65	78,84	3	79
035 Зубошівінгувальна	0,9	1,6	2,5	0,1	0,1	2,7	20	2,75
040 Слюсарно – складальна								
Вставити шпонку п.5								5,3
Встановити зубчастий вінець п.3								2,81
Встановити зубчастий вінець п.2								2,34
Встановити стопорне кільце п.4								0,93
Всього								11,3

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

3.3. Вибір норм часу на слюсарно-складальні операції

Трудомісткість збирання складальної одиниці вузла зводимо в таблицю

3.3

Таблиця 3.3 - Трудомісткість збирання

Найменування і зміст операції	Норма штучно-калькуляційного часу, хв	Література
005 ПІДГОТОВЧА	7	
010 СЛЮСАРНА	0,16	Табл.[6.20.]
1. Встановити зубчасте колесо п.10.	0,14	Табл.[6.20.]
2. Встановити зубчасте колесо п.9.	1,63	Табл.[6.27.]
3. Встановити підшипник п.13.	1,96	Табл.[6.27.]
4. Встановити підшипник п.14		
5. Встановити підшипник п.16.	0,69	Табл.[6.26.]
6. Встановити підшипник п.15.	0,69	Табл.[6.26.]
7. Встановити блок зубчастих коліс п.5.	0,18	Табл.[6.20.]
8. Встановити розпірну втулку п.17.	0,69	Табл.[6.26.]
9. Встановити блок зубчастих коліс п.6.	0,18	Табл.[6.20.]
10. Встановити блок зубчастих коліс п.7.		Табл.[6.20.]
11. Встановити підшипник п.12.	0,14	Табл.[6.27.]
Встановити підшипник п.11.	0,40	
	0,52	Табл.[6.27.]
Всього, хв	7,38	

Трудомісткість розбирання складальної одиниці зводимо в таблицю 3.4

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.4. - Трудомісткість розбирання

Найменування і зміст операції	Норма штучно-калькуляційного часу, хв	Література
1	2	3
005 ПІДГОТОВЧА	5	
010 СЛЮСАРНО-СКЛАДАЛЬНА		
1. Зняти підшипник п.11.	1.4	Табл.[6.27.]
2. Зняти підшипник п.12.	1	Табл.[6.27.]
3. Зняти блок зубчастих коліс п.7.	0.1	Табл.[6.20.]
4. Зняти блок зубчастих коліс п.6.	0.12	Табл.[6.20.]
5. Зняти розпірну втулку п.17.	0.55	Табл.[6.26.]
6. Зняти блок зубчастих коліс п.5.	0.12	Табл.[6.20.]
7. Зняти підшипник п.15.	0.55	Табл.[6.26.]
8. Зняти підшипник п.16.	0.55	Табл.[6.26.]
9. Зняти підшипник п.14.	0.62	Табл.[6.27.]
10. Зняти підшипник п.13.	0.52	Табл.[6.20.]
11.Зняти зубчасте колесо п.9.	0.11	Табл.[6.20.]
12. Зняти зубчасте колесо п.10.	0.1	
015Промивання	16,8	
020Дефектація	24	
Всього, хв	46,54	

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

РОЗДІЛ 4

МОНТАЖ ОБЛАДНАННЯ НА РОБОЧОМУ МІСЦІ І ПІДГОТОВКА ЙОГО ДО ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПІСЛЯ РЕМОНТУ

4.1. Монтаж промислового обладнання

Технологічне обладнання слід монтувати в зібраному вигляді, або максимально укрупненими блоками. Монтаж технологічного обладнання повинен проводитися у відповідності з проектом виконання монтажних робіт. Як при ремонті так і при монтажі проводиться складання і установка виробу. Монтаж обладнання проводиться по місцю його експлуатації.

Транспортування верстата в упакованому і розпакованому виді варто робити відповідно до схеми, наведеної на рисунку 4.1

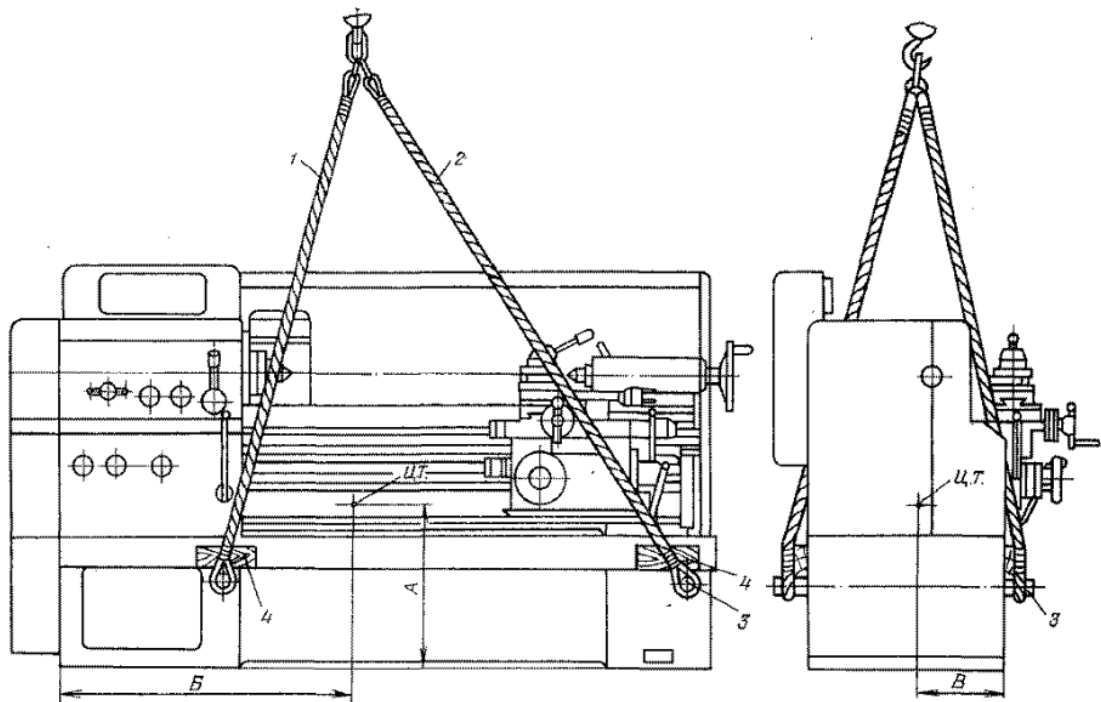


Рисунок 4.1 - Схема транспортування верстата

При транспортуванні розпакованого верстата необхідно оберегти окремі виступаючі частини від ушкодження канатом. Для цього у відповідних місцях необхідно встановлювати під канат повстяні прокладки. Свердлильна головка

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

попередньо відводиться до колони і закріплюється. Всі решта частин верстата повинні бути закріплені.

Для транспортування верстат необхідно обв'язати канатом високої якості і підвісити на крюк відповідно до схеми транспортування.

Перед установкою верстат необхідно ретельно очистити від антикорозійних покриттів, нанесених на відкриті закриті кожухами, щитками, неопрацьовані поверхні верстата, і для запобігання корозії покрити тонким шаром масла індустріальне 30 ДСТУ 4226 2003. Очищення спочатку виконується дерев'яною лопаточкою, а масло, що залишилося, із зовнішніх поверхонь видаляється чистими серветками, змоченими бензином.

Верстат установлюється на фундаменті або бетонній подушці, При установці

верстата на фундаменті металеву подушку з боку передньої частини фундаментної плити треба розташувати в зоні регулювальних болтів. Точність роботи верстата залежить від правильності установки його. Правильність установки верстата перевіряється рівнем, установленим на горизонтальній площині, стола.

Перед початком виставки верстата під фундаментну плиту підливають цементний розчин, затвердіння якого повинне відбуватися протягом 72 годин, після чого затягують фундаментні болти.

Для забезпечення правильної і точної установки необхідно робити монтажну розмітку, у відповідності до монтажного креслення. Технологію монтажу верстата представляємо у вигляді таблиці 4.1.

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1. - Технологічний процес монтажу верстата

Найменування операції	Обладнання, пристосування інструменти
Зміст роботи	
001 Підготовча	Рулетка, кутник, шаблони, репери, нівелір.
1. Виконати монтажну розмітку місця під фундамент по плану розташування обладнання в цеху.	
2. Намітити основні вісі і натягнути струни.	
3. Встановити репери і зробити відмітки осей.	
005 Підготовча	Будівельний
1. Виготовити фундамент	інструмент, бетономішалка, опалубка.
010 Підготовча	
1. Прийняти обладнання до монтажу.	
015 Підготовча	Комплект ЗІП, мостовий кран, слюсарні інструменти
1. Зробити ревізію верстата (перевірити комплектність, стан вузлів і деталей).	
2. Виконати збірочні роботи (якщо верстат в розібраному вигляді).	
020 Підготовча (приймання фундаменту)	Рулетка, рівень, кутник, шаблони, нівелір.
1. Перевірити розміри фундаменту.	
2. Перевірити осадку раковини.	
3. Перевірити відповідність фундаменту основним осям.	
4. Перевірити правильність опірних поверхонь	
025 Підготовча (підготовка верстата до монтажу)	Щітка, мостовий кран, кондуктор монтажний, електрозварка
1. Очистити від бруду і фарби основу верстата.	
2. Встановити в колодязі фундаментні анкерні болти.	

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

<p>3. Виставити по кондуктору болти.</p> <p>4. Приварити болти до арматури фундаменту.</p>	
<p>030 Монтажна</p> <p>1. Встановити верстат на фундамент, сумістити болти з отворами основи верстата.</p> <p>2. Вивірити верстат з допомогою підкладок.</p>	<p>Мостовий кран, набір підкладок, рівень, кутник</p>
<p>035 Будівельна (підливка)</p> <p>1. Виготовити опалубку, виставити, закріпити.</p> <p>2. Приготувати суміш 1□3.</p> <p>3. Підлити фундамент (колодязі, контур основи та ін.)</p>	<p>Столярний інструмент, дошки, бетономішалка</p>
<p>040 Монтажна</p> <p>1. Затягнути фундаментні болти.</p> <p>2. Перевірити встановлення верстата, вивірку.</p> <p>3. Зняти струни</p> <p>4. Встановити огороження (щитки та ін. деталі).</p> <p>5.Залити масло.</p> <p>6. Підключити електрообладнання</p> <p>7. Підключити заземлення і занулення</p>	<p>Слюсарний інструмент, мостовий кран, обладнання для заливки масла.</p>
<p>045 Монтажна</p> <p>1. Провернути вручну механізми, відрегулювати (повторити по кожному механізму).</p> <p>2. Прокрутити в холосту кожний механізм.</p> <p>3. Перевірити верстат на холостому ході.</p> <p>4. Перевірити верстат під навантаженням.</p> <p>5. Перевірити нагрівання підшипників (60°).</p>	<p>Верстат, заготовки, ріжучий інструмент.</p>

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

<p>050 Випробувальна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Випробувати верстат на холостому ході. 2. Випробувати верстат під навантаженням (на точність верстата, жорсткість, на точність виготовлюваної деталі) 	<p>Верстат, контрольні оправки, металорізальний інструмент, заготовка, динамометр, індикатор, мікрометр.</p>
<p>055 Здача в експлуатацію.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Скласти акти. 2. Здати верстат в експлуатацію. 	<p>Акти здачі обладнання.</p>

4.2. Установка обладнання на фундамент

Верстат встановлюють на фундаменті або на бетонній подушці. Глибина залягання фундаменту залежить від ґрунту, але повинна бути не менше 150мм. Верстат кріпиться до фундаменту 6 фундаментними болтами з різьбою М24. До затяжки фундаментних болтів верстата слід вивірити за рівнем в двох площинах. Відхилення не повинне перевищувати 0,02/1000мм в обох напрямках.

Якість роботи верстата значно залежить від якості його монтажу на робочому місці. При встановленні верстата на фундаменті застосовують два основні методи. Верстати нормальної точності, що мають суцільну станину і відносно невелику масу встановлюються на бетонну або іншу підлогу. Верстати вищої точності і більшої маси встановлюють на фундаментах, які поділяють на дві групи. До першої групи відносять фундаменти, які служать основою для верстата, а до другої – фундаменти, які жорстко пов'язані з верстатом і надають йому додаткової стійкості і жорсткості.

Для захисту фундаменту від дії масла і емульсії на його поверхню наносять малостійке покриття.

Висота бетонного фундаменту H встановлюється звичайно в залежності від його довжини L по формулі

$$H = K\sqrt{L},$$

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де (H и L в м).

K-коефіцієнт, що приймається: для токарних, фрезерних і горизонтально-протяжливих верстатів є рівним 0,2; поздовжньо-стругальних, довбальних, поздовжньо-фрезерних і розточувальних 0,3; шліфувальних 0,4; зуборізних 0,6.

Виконуємо розрахунок фундаменту:

1. Визначаємо розміри фундаменту в плані на основі габаритних розмірів агрегату.

Вид фундаменту в плані, як правило, повторює контур підшви агрегату з деяким зміцненням, а розміри в плані приймаються на 200...500 мм більші відповідних розмірів підшви агрегату (заокруглюємо до 100 мм).

2. Вибираємо матеріал фундаменту.

В наш час більшість промислових агрегатів встановлюється на бетонних і залізобетонних фундаментах, тому в якості матеріалу фундаменту приймаємо бетон марки 200.

3. Визначаємо висоту фундаменту.

Для металорізальних верстатів висоту фундаменту визначаємо за формулою 4.3

$$L = 2140 \text{ мм} = 2,140 \text{ м.}$$

$$H = 0,2\sqrt{2,140} = 0,2 \times 1,46 = 0,3 \text{ м.}$$

4. Перевірка на допустимий тиск на ґрунт:

$$R = \frac{q \times Q}{10^6 \times F} \ll [R], \text{ Мпа;}$$

де Q - сумарна маса, кг;

q - прискорення вільного падіння, м/с²;

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

F – площа фундаменту, м²;

[R] - допустимий тиск на ґрунт, Мпа

$$Q = Q_{\phi} + Q_{M},$$

де Q_φ - маса фундаменту, кг;

Q_M - маса агрегату, кг;

$$Q_{\phi} = F \times H \times \rho$$

де ρ - густина бетону, ρ = 2000 кг/м³;

$$Q_{\phi} = 2,140 \times 0,735 \times 0,3 \times 2000 = 944 \text{ кг};$$

$$Q = 944 + 2925 = 3869 \text{ кг};$$

$$R = \frac{9,8 \times 3869}{10^6 \times 2,75} = 0,01 \text{ Мпа.}$$

Допустимий тиск на ґрунт:

$$[R] \leq \alpha \cdot R^n,$$

де α - коефіцієнт динамічної дії, α = 0.9;

Rⁿ - розрахунковий опір ґрунту, Мпа. Приймаємо Rⁿ = 0.3 МПа.

0,01 < 0,3 - умова виконується.

Верстат слід встановити на фундамент товщиною мм. У фундаменті слід передбачити отвори під болти кріплення і канавку для підводу електричних кабелів до верстата. В канавку кладуть відповідно вигнуту трубу з електричними дротами і заливають цементним розчином.

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3. Підготовка промислового обладнання до експлуатації

Відремонтований і відрегульований верстат підлягає випробуванню з метою визначення придатності його для подальшої експлуатації.

Технічний стан відремонтованого верстата визначається зовнішнім оглядом, випробуванням на холостому ході і під навантаженням, випробуванням на потужність і жорсткість, випробуванням на геометричну точність, перевіркою точності і чистоти обробленого на верстаті виробу.

Випробування відремонтованого верстата на холостому ході і в роботі під навантаженням може проводитись на місці його установки на спеціальному стенді або на площадці, де проводився ремонт. Випробування проводиться після того, як перевірена правильність горизонтальної установки верстата, яка перевіряється за рівнем з ціною поділки 0,02-0,04 мм на 1000мм довжини.

Перед пуском верстата необхідно ще раз переконатись, що механізми працюють нормально при обертанні вручну і перемиканням рукояток швидкостей і подач, а також перевірити наявність масла і його надходження до поверхонь, які труться.

Випробування на холостому ході розпочинається з найменших швидкостей обертання, а потім при послідовному вмиканні всіх його робочих швидкостей: від найменшої до найбільшої. На найбільшій швидкості верстат повинен працювати не менше 1 години без перерви.

Ознайомившись із вказівками, викладеними в розділах, що йдуть безпосередньо за цим, можна відповідно рекомендованої нижче послідовністю приступити до підготовки верстата до пуску. Виконати всі операції, пов'язані з підготовкою верстата до пуску, викладені в розділі 6 (Змащення верстата), і в стружкозбірник основи, розміщений під станиною, залити 30 літрів охолоджувальної рідини. Відповідно до вказівок розділу 7 (електрообладнання) приєднати станок до ланцюга заземлення, перевіряючи відповідність напруги мережі та електроустаткування верстата, підключити до електромережі.

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підключити верстат до магістралі стиснутого повітря відповідно до вказівок розділу 8 (Пневмообладнання) .

Перевірити легкість переміщення повітря на направляючій проводиться при повороті на себе рукоятки 18. Зусилля переміщення задньої бабки не повино перевищувати 5 кг. Після ознайомлення з назначенням органів керування перевірити від руки працю всіх механізмів верстата. Рукоятки 8 і 16 повинні бути встановлені в середніх положеннях. Слід знати, що із-за наявності блокувальних пристроїв верстат не може бути включений:

- При відкритій дверці електрошкафу керування
- При відкритому кожусі змінних шестерн
- При відкинутому кожусі огороження патрону.

Описання блокувальних пристроїв розміщено в розділі 7 (Електрообладнання)

Нажаттям чорної кнопки (Пуск) на кнопочній станції увімкнути електродвигун головного приводу.

Перевірку праці змащувального насосу фартука здійснюються по витіканню масла з вертикального отвору на правій верхній плоскій направляючій каретки, котрі відкриваються при встановленні поперечних салазок супорта на відстанні 180-190 мм від передового торця каретки. Увімкнення насосу проводиться одночасним нажаттям кнопок. Для змащування направляючих станини і супорта поперечні салаки встановлюються у переднього торця каретки і на протязі 1 хвилини при натиснутих кнопках проводиться подача масла. За допомогою вимикача перевірити роботу електродвигуна насоса подачі охолоджувальної рідини. Кількіість поданої рідини регулюється поворотом сопла.

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 5

КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

5.1. Опис пристрою

Для знімання підшипників кочення широко використовуються знімачі, один з таких знімачів застосовують для зняття кілець роликотпідшипників або радіальних шарикотпідшипників, напресованих на великому натягом.

Для демонтажу підшипників, зубчастих коліс , втулок, застосовуємо знімач регульований. Він складається з пальця 1, захвата 2, рукояток 3 і 4, гвинтів 5,6,11, гайок 7,9, втулки 8 і планки 10. Для зняття підшипників з валу захвати 1 встановлюють на обойму підшипника і рукою 4 починають обертати гвинт 5. При цьому гвинт впирається у вал і стягує підшипник з нього.

Для налаштування пристрою до початку виконання операції необхідно повернути ручку 3, що дозволяє встановити захвати 1 у відповідне робоче положення.

Гайки 7 і 9 можуть переміщатися по втулці 8 де відповідно є різба М30хLN і М27х2, при обертанні гайок змінюється відстань між пальцями 1, що дозволяє змінювати радіус розводу захватів

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1. Інструкція при роботі з верстатними приладами та верстатним обладнанням

1. Загальні положення

1.1 Інструкція призначена для осіб які працюють з металорізальними та іншими видами верстатного обладнання.

1.2. До роботи допускаються особи, які пройшли повний інструктаж з охорони праці, кваліфіковані спеціалісти які пройшли медичний огляд та мають допуск до роботи.

1.3. Усі роботи виконуються з дотриманням вимог техніки безпеки охорони праці та пожежної безпеки.

2. Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1. Ознайомитись з інструкцією про експлуатацію обладнання.

2.2 Перевірити технічний стан верстата та наданого до нього обладнання: наявність огорожень, заземлення, справність електропроводки та інструментів тощо.

2.3. Переконайтесь у наявності та справності засобів індивідуального захисту: захисні окуляри, рукавиці або захисні напальчники, спецодяг тощо.

2.4. Забороняється працювати при відсутності спецодягу, з розпущеним волоссям та прикрасами – аксесуарами.

3. Вимоги безпеки під час роботи

3.1. Виконувати тільки ті операції, на які пройдено навчання та інструктаж з охорони праці.

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2. Слідкувати за положенням рук – не торкатися обертових частин верстата.

3.3. Не залишати обладнання без нагляду під час робочого процесу.

3.4. Заборонено знімати або обминати захисні кожухи та загородження.

3.5. Застосовувати тільки справні інструменти на яких кріпляться заготовки.

3.6. У разі виявлення несправностей негайно зупинити обладнання і повідомити керівника .

4. Вимоги безпеки після закінчення роботи

4.1. Вимкнути обладнання з мережі електропостачання.

4.2. Провести прибирання около робочого місця, прибрати стружку і інші відходи.

4.3. Повідомити керівника про закінчення роботи.

4.4. При виявленні несправностей робочого обладнання – зафіксувати це в журналі технічного обслуговування.

4.5. Знімати засоби індивідуального захисту лише у призначених місцях – таких як роздягальня для робочих осіб.

5. Надзвичайні ситуації

5.1. При ураженні електричним струмом – знеструмити обладнання, викликати швидко допогу та спеціальну службу.

5.2. У разі виникнення пожежі – скористатись первинними засобами пожежогасіння повідомити відповідальні служби.

5.3. При травмуванні – скористатись засобами надання першої медичної допомоги, викликати медика.

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

В кваліфікаційній роботі бакалавра розроблено технологічний процес відновлення блоку зубчастих коліс, вузлів шпindelьної бабки.

У роботі розроблено технологічний процес відновлення Блоку зубчастих коліс.

В кваліфікаційній роботі бакалавра встановлено тип та організаційну форму виробництва. Відпрацьовано деталь на технологічність. Вибрано спосіб отримання заготовки, економічно обґрунтовано. Вибрано метод обробки поверхонь. Проведено розрахункове обґрунтування баз. Визначено допуски і припуски, а також операційні розміри. Проведено розрахунок режимів різання розрахунковим і програмно - технологічним методом, вибір обладнання для правильного оснащення. Проведено нормування технологічного процесу.

Спроектовано пристрій «Знімач регульований» для зняття підшипників і деталей з робочого вузла Шпindelьної бабки. Проведено розрахунок міцності фундаменту і спроектовано встановлення верстату на фундамент.

В розділі охорона праці розглянуто інструктаж при роботі з верстатами і верстатним обладнанням.

Дані розробки, виконані у кваліфікаційній роботі, можна використати на машинобудівних підприємствах як вітчизняних, так і закордонних.

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методологія підготовки випускної роботи за спеціальністю 131 – Прикладна механіка (освітній рівень – бакалавр; спеціалізація – технології машинобудування): Навчальний посібник / В.Д. Рудь, Т.Є. Божко, Т.Н. Гальчук – Луцьк: РВВ Луцького НТУ, - 2017.487 с.
2. Прикладна механіка. Підручник – Булгаков В.М., Адамчук В.В, - 2020, 900 с.
3. Моделювання процесів обробки металів різанням – Яковенко І.Є. – 2021, 145 с.
4. Технологічна оснастка. Розрахунки. Проектування – Яковенко І.Є., Пермяков О.А. – 2024, 233 с.
5. Технологічна оснастка. Конструкції. Перспективи – Яковенко І.Є., Пермяков О.А. – 2024, 233 с.
6. Деталі машин. Курсове проектування – Малащенко В.О., Кичма А.О., Предко Р.Я. – 2022, 19 с.
7. Технологія механоскладальних робіт – Гуменюк І.В. – Київ: Грамота – 2020
8. Види з'єднань – Гуменюк І.В. – Київ: Грамота – 2020
9. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки – Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. – Тернопіль: ТНТУ – Пулюя - 2019

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					006Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		