

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
ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ «КОЛЕСО ЗУБЧАСТЕ»**

спеціальність 131 Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Прикладна механіка»

(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи ІМ-41

Мельник Кирило Олегович

(підпис)

Керівник:

к.т.н., доцент

Редько Ростислав Григорович

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«__» _____ 2025 р.
Гарант освітньої програми:
к.т.н., доцент
Божко Тетяна Євгенівна

(підпис)

Луцьк – 2025 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

Мельнику Кирилу Олеговичу

1. Тема кваліфікаційної роботи: *Проектування ділянки ремонтно-механічного цеху з розробкою технологічного процесу виготовлення деталі «Колесо зубчасте» 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 картера, річна програма випуску 700 шт/рік, базовий технологічний процес, нормативні дані*

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити)

Анотації. Вступ. 1. Технічне обслуговування та технологія ремонту обладнання. 2. Технологія ремонту заданої деталі обладнання. 3. Визначення трудомісткості ремонту 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:

Креслення заготовки – 1 лист (ф.А3), карта технологічного налагодження – 1 лист (ф.А2), складальне креслення верстатного пристрою – 1 лист (ф.А3), КН – 1 лист (ф.А2), ремонтне креслення – 1 лист (ф. А2), фундамент – 1 лист (ф.А2), план ділянки – 1 лист (ф.А3)

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.	Технічне обслуговування та технологія ремонту обладнання	14.03.25	
2.	Технологія ремонту заданої деталі обладнання	10.04.25	
3.	Визначення трудомісткості ремонту обладнання	15.04.25	
4.	Монтаж промислового обладнання і підготовка його до експлуатації	20.04.25	
5.	Конструкторська частина	25.04.25	
6.	Охорона праці	01.05.25	
7.	Оформлення графічної частини	10.05.25	
8.	Інструментальна перевірка на академічний плагіат	25.05.25	
9.	Представлення роботи до захисту	30.05.25	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)

МЕЛЬНИК К.О.
(прізвище та ініціали)

РЕДЬКО Р.Г.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Мельник К.О. Проектування дільниці ремонтно-механічного цеху з розробкою технологічного процесу виготовлення деталі «Колесо зубчасте»

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

Кваліфікаційна робота бакалавра складається зі вступу, 6 розділів, висновків і пропозицій, списку використаних джерел, додатків (згідно структури кваліфікаційної роботи, затвердженої кафедрою).

В пояснювальній записці приводяться всі необхідні розрахунки, вона містить всі необхідні розділи і повністю відповідає встановленим вимогам. У першому розділі роботи зроблено визначення ремонтної складності обладнання, визначення структури і періодичності робіт по плановому технічному обслуговуванню і ремонту, а також складено графік планових ремонтів. У другому розділі роботи виконано обґрунтування технологічного процесу капітального ремонту деталі і розробка технологічного процесу її ремонту. В подальших розділах визначено норми часу на верстатні операції технологічного процесу відновлення деталі та виконано вибір норм часу на слюсарно-кладальні операції; виконано монтаж промислового обладнання і підготовку його до експлуатації. Розроблено циліндричну оправку для нарізання зубів зубчастого колеса. Розроблені заходи з охорони праці. Всі прийняті проектні рішення та їх доцільність підтверджено техніко-економічними розрахунками.

Ключові слова: металорізальний верстат, технологічний процес, заготовка, деталь, режими різання, технологічна оснастка.

ABSTRACT

Melnyk K.O. Design of a repair and mechanical workshop section with the development of a technological process for manufacturing a part "Gear"

Qualification work of a bachelor of the specialty "Applied Mechanics" specialty 131 Applied Mechanics. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2025.

The qualification work of a bachelor consists of an introduction, 6 sections, conclusions and proposals, a list of sources used, appendices (according to the structure of the qualification work approved by the department).

The explanatory note provides all the necessary calculations, it contains all the necessary sections and fully meets the established requirements. In the first section of the work, the repair complexity of the equipment is determined, the structure and frequency of scheduled maintenance and repair work are determined, and a schedule of scheduled repairs is drawn up. In the second section of the work, the justification of the technological process for overhauling the part and the development of the technological process for its repair are carried out. In the following sections, the time standards for machine operations of the technological process of restoring the part are determined and the time standards for metalworking and laying operations are selected; industrial equipment is installed and prepared for operation. A cylindrical mandrel for cutting gear teeth is developed. Occupational safety measures are developed. All adopted design solutions and their feasibility are confirmed by technical and economic calculations.

Keywords: metal-cutting machine, technological process, workpiece, part, cutting modes, technological equipment.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ РЕМОНТУ ОБЛАДНАННЯ.....	9
1.1. Опис призначення обладнання і коротка його характеристика	9
1.2. Опис складу та принципу роботи вузла, який ремонтується.....	10
1.3. Визначення ремонтної складності обладнання.....	10
1.4. Визначення структури і періодичності робіт по плановому технічному обслуговуванню і ремонту. Складання графіку планових ремонтів.....	12
1.5. Визначення трудомісткості ремонтних робіт.....	15
1.6. Підготовка верстата до ремонту та оформлення дефектної відомості.....	17
1.7. Розробка технологічного маршруту капітального ремонту обладнання...	18
2. ТЕХНОЛОГІЯ РЕМОНТУ ЗАДАНОЇ ДЕТАЛІ ОБЛАДНАННЯ.....	21
2.1. Характеристика і конструкторський аналіз деталі.....	21
2.2. Обґрунтування технологічного процесу капітального ремонту деталі обладнання.....	23
2.3. Розробка технологічного процесу ремонту деталі	27
3. ВИЗНАЧЕННЯ ТРУДОМІСТКОСТІ РЕМОНТУ ОБЛАДНАННЯ.....	30
3.1. Визначення режимів різання для верстатних операцій	30
3.2. Вибір норм часу на верстатні операції технологічного процесу відновлення деталі....	36
3.3. Вибір норм часу на слюсарно-складальні операції	39
4. МОНТАЖ ПРОМИСЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ І ПІДГОТОВКА ЙОГО ДО ЕКСПЛУАТАЦІЇ	42
4.1. Монтаж промислового обладнання	42
4.2. Установка обладнання на фундамент	46

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

4.3. Підготовка промислового обладнання до експлуатації	48
5. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	50
5.1.Опис конструкції і пристосування	50
5.2. Розрахунки експлуатаційних характеристик пристрою.....	50
6. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	53
ВИСНОВИ І ПРОПОЗИЦІЇ.....	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	58
ДОДАТКИ	59

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

В розвинутих країнах світу машинобудування, як правило, визначає їх експортний потенціал і забезпечує від 32 до 40% всього експорту.

Машинобудування стало провідним напрямком усієї індустрії розвинених держав. На його розвитку завжди позначався науково-технічний прогрес. Під його впливом суттєво змінилася вся структура машинобудування. Зараз усю сукупність виробництв, які випускають устаткування всіх видів і призначень, відносять до загального машинобудування. Транспортне машинобудування охоплює виробництва, які виготовляють усі види наземних, водних і повітряних транспортних засобів перетворення на інші види енергії.

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

ТЕХНОЛОГІЯ РЕМОНТУ ОБЛАДНАННЯ

1.1. Опис призначення обладнання і коротка його характеристика

Токарно-гвинторізний верстат моделі 1М63 з являється швидкісним універсальним верстатом для здійснення різноманітних токарних і гвинторізних робіт по чорним і кольоровим металам, включаючи точіння конусів і нарізання метричної, модульної, дюймової різьби

Жорстка конструкція верстата, високій рівень числа оборотів в хвилину шпинделя (1250об/хв) і порівняно велика потужність привода (13 кВт) дають змогу використати його як швидкісний верстат з пристосуванням різців із швидкоріжучої сталі і твердих сплавів.

Технічна характеристика верстату:

Найбільша довжина оброблювальної заготовки, мм _____ 1260;

Відстань між центрами _____ 1400;

Висота центрів над плоскими направляючими станини, мм _____ 315;

Межі чисел оборотів шпинделя, мм _____ 10 - 1250;

Межі подач мм/об:

-поздовжні _____ 5,2;

-поперечні _____ 2;

Потужність електродвигуна головного привода Вт _____ 15кВт;

Габарити верстата, мм:

довжина _____ 3530;

ширина _____ 1680;

висота _____ 1290;

Маса верстата, _____ 4300;

Найбільший діаметр заготовки, встановленого над станиною, мм _____ 630;

Найбільший діаметр обробки над поперечними салазками супорта, мм _____ 350;

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найбільша довжина обточування,мм _____ 700;

Максимально допустима маса заготовки встановленого в патроні, кг 3500;

1.2. Опис складу та принципу роботи вузла (механізму), який ремонтується

Коробка швидкостей кріпиться до лівої головної частини станини. Приводний шків коробки швидкостей отримує рух від електродвигуна через клинопасову передачу.

Регулювання механізму головного руху ступінчате. Обертання шківа приводить в рух цілий ряд шестернів коробки швидкостей, послідовним переключанням яких можна отримати 24 швидкості обертання шпинделя, із яких дві перекриваються. Самі високі шість швидкостей отримують безпосередньо від валу 9, що сприяють різкому підвищенню КПД верстата при роботі на високих швидкостях, а також значному зменшенню шуму.

Установка певного числа оборотів шпинделя в хвилину здійснюється пересування шестерень по валам за допомогою двох рукояток 1 і 2, знайдених на лицевій частині коробки швидкостей. Всі шестерні виготовлені із якісної сталі з відповідною термообробкою і сидять на шліцевих валиках, які обертаються в шарикових та роликівих підшипниках. Передньою опорою сталюого пустотілого шпинделя 3 являється радіальний двохранний регулюючий роликпідшипник 4 з короткими циліндричними роликами, а задньою радіально-опорний шарикопідшипник 6. Механізм коробки швидкостей який ремонтується складається з блоку зубчастих з розпорних втулок і зубчастих коліс, які розташовані на валу. На валу напресовані роликіві підшипники які забезпечують рух валові.

1.3. Визначення ремонтної складності обладнання

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

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 складність верстата 1М63:

$$R_M = K_{ко} \times (K_1 \times d_0 + K_2 \times L_{мц} + K_3 \times n_1) + R_{ом}$$

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

d_0 – найбільший діаметр оброблюваної деталі, $d_0 = 350$ мм;

$L_{мц}$ – відстань між центрами, $L_{мц} = 1400$;

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

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

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

$K_{ко}$ – коефіцієнт виконання;

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

де K_T - коефіцієнт класу точності, $K_T = 1,0$;

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

$K_{чм}$ - коефіцієнт частоти обертання шпинделя. $K_{чм} = 1,0$ при частоті обертання шпинделя 2000 об/хв.

$$K_{ко} = 1 \times 1 \times 1 = 1$$

$$R_r = 1,0 \times (0,012 \times 350 + 0,001 \times 1400 + 0,2 \times 22) + 1,0 = 11,2$$

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Приймаємо значення ремонтної складності: механічної частини $R_m = 12.5$; електричної частини - $R_e = 11$, [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 1М63 відноситься до металорізальних верстатів масою до 10 т (4200кг), клас точності - Н.

Прийнята структура: КР-ТР-ТР-СР-ТР-ТР--КР

Де КР - капітальний ремонт,

ТР - 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

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

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

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{м.п.} = T_{ц.р.} : 6$$

Величина між оглядового періоду визначаємо по формулі:

$$T = \frac{T_p}{n_o + 1}$$

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

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

$K_{м.і}$ - матеріал інструменту (метал), $K_{м.і} = 1$;

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

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

$K_{в.}$ – вік (вік більше 10 років), $K_{в.}=0,8$;

$K_{д.}$ - рік виготовлення обладнання (до 1981 р.), $K_{д.}=1,0$.

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

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

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

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 $K_{зм}=1,7$

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.

$$T_{цр.міс.} = 12 \times \frac{13440}{2030 \times 1,7} = 46,7 \text{ міс.} \approx 46,7 \text{ міс}$$

$$T_{мп.міс.} = 46,7 : 6 = 7,78 \text{ міс} \approx 8 \text{ міс.}$$

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Визначаємо календарні дати виконання планових ремонтних робіт для верстата 1М63, дата останнього капітального ремонту – травень 2023р., коефіцієнт змінності - 1,7, розрахунковий річний фонд часу роботи в одну зміну $\Phi \text{ р.} = 2030 \text{ год.}$ Графік планових ремонтів на ремонтний цикл приводимо у вигляді таблиці 1.1.

Таблиця 1.1- Графік планових ремонтів на ремонтний цикл

Вид ремонту	Дата
КР	05.2025
О	09.2025
ТР	01.2026
О	05.2026
ТР	09.2026
О	01.2027
СР	05.2027
О	09.2027
ТР	01.2028
О	05.2028
ТР	09.2028
О	01.2029
КР	05.2029

1.5. Визначення трудомісткості ремонтних робіт

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

Для верстата моделі 1М63 ремонтна складність становить: механічної частини - $R_M = 12.5$; електричної частини - $R_e = 11$.

Визначаємо трудомісткість капітального огляду для слюсарних робіт.

$$T_{o.M.} = t_{o.M.} \times R_M ,$$

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

R_M – ремонтна складність механічної частини.

$$T_{o.M.} = t_{o.M.} \times R_M = 1,0 \times 12,5 = 12,5 \text{ год}$$

Визначаємо трудомісткість капітального огляду для електрослюсарних робіт:

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

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

R_e – ремонтна складність електричної частини.

$$T_{o.e.} = 0,25 \times 11 = 2,75 \text{ год.}$$

Визначаємо трудомісткість капітального 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.

$$T_{o.M.M.} = 0,1 \times 12,5 = 1,25 \text{ год.}$$

Сумарна трудомісткість капітального огляду:

$$\sum T_o. = T_{o.M.} + T_{o.e.} + T_{o.M.M.}$$

$$\sum T_o. = 12,5 + 2,75 + 1,25 = 16,5 \text{ год.}$$

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перевірка:

$$\sum T_{o.} = t_{o.} \times R_{m.} + t_{o.} \times R_{e.}$$

$$\sum T_{o.} = 1,1 \times 12,5 + 0,25 \times 11 = 16,5 \text{ год.}$$

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.

$$T_{п.м.} = 36 \times 12,5 = 450 \text{ год.}$$

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;

$$T_{п.е.} = 10 \times 11 = 110 \text{ год.}$$

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;

$$T_{п.м.м.} = 14 \times 12,5 = 175 \text{ год.}$$

Визначаємо трудомісткість капітального ремонту для верстатних робіт електрична частина:

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

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

$$T_{п.е.м.} = 2,5 \times 11 = 27,5 \text{ год.}$$

Сумарна трудомісткість капітального ремонту:

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

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sum T_{п.} = 450 + 110 + 175 + 27,5 = 762,5 \text{ год}$$

Перевірка:
$$\sum T_{п.} = t_{п.} \times R_{м.} + t_{т.} \times R_{е.},$$

$$\sum T_{п.} = 50 \times 12,5 + 12,5 \times 11 = 762,5 \text{ год.}$$

Для верстата 1М63, який пройшов капітальний ремонт у травень 2023р. при $K_{зм} = 1,7$; $R_{м} = 12,5$; $R_{е} = 11$ трудомісткість огляду становить 16,5 год., а трудомісткість капітального ремонту 762,5 год.

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

Верстат, направлений на капітальний ремонт, повинен бути очищений від бруду і стружки, мастила і МОР (мастильно-охолоджувальна рідина) злиті з баків та відстійників. Якщо для капітального ремонту не передбачено зняття верстата з фундаменту, то місце навколо нього повинне бути звільнене від деталей, заготовок і ретельно прибрано,

Відповідальність за підготовку верстата до ремонту покладено на начальника цеху або старшого майстра.

Якщо ремонт верстата передбачено в РМЦ, то його знімають з фундаменту і транспортують до місця ремонту.

При передачі верстата у капітальний ремонт до нього прикладається така технічна документація:

- технічний паспорт заводу-виробника;
- інструкція з експлуатації;
- заводський паспорт прийомки заводу виробника;
- акт технічного огляду перед ремонтом;
- відомість комплекту деталей і складальних одиниць, що направляють у ремонт разом з верстатом.

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перед відправленням верстату до ремонту він повинен бути оглянутий для визначення загального стану і комплектності. Виготовлення відсутніх деталей здійснюється за додаткову плату.

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

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.	Стіл слюсарний		Щітка, Ганчір'я
010 Слюсарно – складальна 1.Зняти механізм Коробка швидкостей			Слюсарний інструмент
015 Транспортна 1.Транспортування механізм коробки швидкостей	Підйомно транспортні машини		
020 Слюсарно – складальна 1. Розбирання механізму коробки швидкостей			Слюсарний інструмент
025 Слюсарно – складальна 1.Розбирання складальної одиниці що ремонтується		Знімач	Слюсарний інструмент
030 Миєчна 1. Миття деталей	Миєчна ванна		Щітка, ганчіря

035 Дефектація 1.Контроль і сортування деталей 2.Складання відомостей дефектації			
040 Відновлення зношеної деталі	Металорізальні верстати	Пристрої верстатні	Ріжучий інструмент
045 Слюсарно – складальна 1.Збірка складальної одиниці			Слюсарний інструмент
050 Слюсарно – складальна 1.Складання механізму коробка швидкостей		Пристрої для складання	Слюсарний інструмент
055 Випробувальна 1.Випробування механізму	Стенд		
060 Слюсарно – складальна 1.Монтаж механізму			Слюсарний інструмент
065 Випробувальна 1.Обкатка і випробування верстата.			

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЯ РЕМОНТУ ЗАДАНОЇ ДЕТАЛІ ОБЛАДНАННЯ

2.1. Характеристика і конструкторський аналіз деталі

Деталь, що підлягає ремонту – “Колесо зубчасте”, розміщується в механізмі коробки швидкостей.

Основною базовою поверхнею “Колесо зубчасте” являється отвір $\varnothing 56H7$. “Колесо зубчасте” служить для передачі крутячого моменту. В даному випадку на ньому розміщено один зубчатий вінець: з кількістю зубців $z=96$ і $m = 3$. Крутячий момент на “Колесо зубчасте” передається від зубчастої муфти 16.

В процесі роботи у “Колеса зубчастого” зносився зубчастий вінець з кількістю зубців $z=96$ і $m = 3$.

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

- а) знос робочого профілю всіх зубів колеса;
- б) сколювання 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.

Внаслідок дефектації колеса приходимо до висновку, що його необхідно

виготовити.

“Колесо зубчасте” виготовляється зі конструкційної легованої сталі марки 40Х, ДСТУ4738-07. Хімічний склад сталі наведено в таблиці 2.1, а механічні властивості приводимо в таблиці 2.2.

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1. - Хімічний склад сталі 40Х ДСТУ4738-07

С	Si	М п	Cr	Ni	S	P
				не більше		
0,36	0,1	0,	0,	0,2	0,0	0,0
-	7 -	5 -	8 -	5	4	4
0,44	0,3	0,	1,			
	7	8	1			

Таблиця 2.2. - Механічні властивості сталі 40Х ДСТУ 4738-07.

Марка сталі	σ_b , МПа	$\sigma_{гг}$, 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. Про гартуваність сталі невелика. Вона схильна до відпускнуї крихкості, тому після високого відпускання охолодження повинне бути швидким, а для дрібних деталей в маслі.

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

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналіз технічні вимоги на виготовлення деталі „Колесо зубчасте” представляємо в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3. - Технічні вимоги на виготовлення 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.

Основною базовою поверхнею в деталі є отвір $\varnothing 56$. Зношені в процесі експлуатації поверхні за бази не приймаються, тому що знизиться точність механічної обробки.

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

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

деформації. Тому найбільш прийнятним, в даному випадку, методом одержання заготовки для виготовлення вінця з прокату.

Діаметр заготовки визначаємо по формулі:

$$D_{np} = D_d + 2Z,$$

де D_d - діаметр лімітуючої поверхні деталі, мм;

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

$$D_{np} = 294 + 11,2 = 305,2 \text{ мм}$$

Приймаємо $D_{np} = 305 \text{ мм} = 30,5 \text{ см}$ ГОСТ 8732-70

Довжина заготовки з прокату визначається по формулі:

$$L_{np} = L + 2Z,$$

де L - довжина деталі, мм;

Z - припуск на обробку торця, мм.

$$L_{np} = 48 + 2 \times 4 = 56 \text{ мм.}$$

Приймаємо найближче більше значення з нормалізованого ряду лінійних розмірів: $L_{np} = 56 \text{ мм} = 5,6 \text{ см}$.

Собівартість заготовки з прокату визначається по формулі.

$$S_{np} = M + C_o,$$

де M - затрати на матеріал заготовки, грн.;

C_o - технологічна собівартість операції вирізки, грн.;

Затрати на матеріал заготовки визначаємо по формулі:

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

де Q_{np} - вага заготовки, кг;

S - вартість 1 кг матеріалу заготовки, грн;

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

Вага заготовки визначається по формулі:

$$Q_{np} = \frac{3,14 \times D_{np}^2}{4} \times L_{gh} \times \square -$$

де D_{np} - діаметр прокату, см;

L_{np} - довжина заготовки, см;

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ρ - густина матеріалу заготовки, для сталі $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$.

Визначаємо масу заготовки:

$$Q_{\text{пр}} = \frac{3,14 \cdot 30,5^2}{4} \cdot 5,6 \cdot 7,8 \text{ г} = 31897 = 31,9 \text{ кг}.$$

$$M = 31,9 \cdot 52 - (31,9 - 20,74) \cdot 7,5 = 1658,8 - 83,7 = 1575,1 \text{ грн}.$$

Технологічна собівартість операції відрізання заготовки визначається по формулі:

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

де $C_{\text{пл}}$ - приведені затрати при відрізанні заготовки, грн/год

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

$$T_{\text{шт}} = 0,052 \times D_{\text{пр}} = 0,052 \times 305 = 15,9 \text{ хв}.$$

$$C_o = \frac{60 \cdot 7,8}{60} = 15,9$$

Собівартість заготовки складає:

$$S_{\text{пр}} = 1575,1 + 15,9 = 1591 \text{ грн}.$$

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.

Таблиця 2.4. – Методи обробки вінця

Розмір або назва поверхні	Квалітет точності	Шорсткість	Методи обробки поверхні
Ø294	11	2,5	Точіння чорнове, чистове.
Отвір Ø56	7	1,25	Розвердлити, розточити начорно, розточити начисто.
Фаски	14	12,5	Точити.
Торці	12	2,5	Точити.
Зубчастий вінець	11	2,5	Фрезерувати, шліфувати, шевінгувати

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

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.

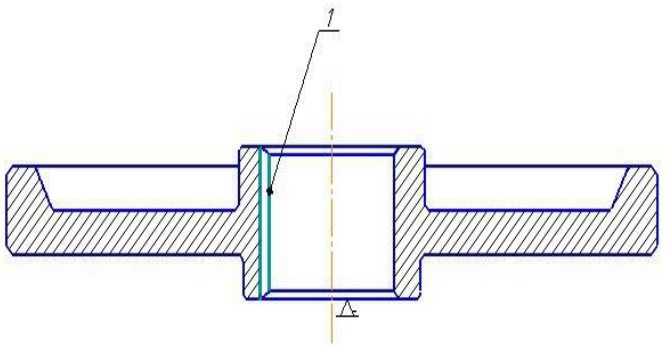
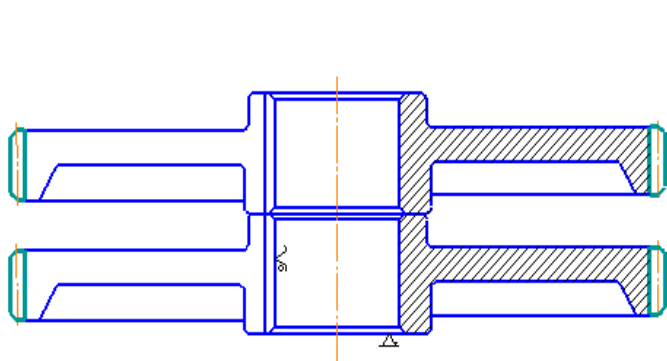
Метод и обробк и поверх онь	Квал і тет точн ос ті	Шор ст кість	Прип уск мм	Проміжні розміри	
				Розрахунк овий	Прийня тий з допуско м
1	2	3	4	5	6
Ø 56H7 Розточити начисто Розвердлити	7	1, 6	2x1	Ø56	Ø 56 ^{+0.03}
	1 2	12 ,5	5,2x2	Ø44,8	Ø 44,8 ^{+2,5} _{-1,5}
Ø294 h11 Точіння чистове Точіння чорнове Заготовка	1	2, 5	2x1	Ø294	Ø 294 ^{+0.52}
	1	12	2x3.5	Ø 298	Ø 298 _{-1.3}
	4	,5			
	1 4		2x5,6	Ø 305	Ø 305 _{-1.3}
Ø80 h11 Точіння чистове	1 1	3, 2	5,2x2	Ø 91,4	Ø 91,4 ^{-2,5} _{-1,5}
48 Точіння чистове	9	1, 25	2x4,0	56	Ø56 ^{-2,0} _{-1,5}
28 Точіння чистове			2x4,0	32	Ø32 ^{+2,5} _{-1,5}

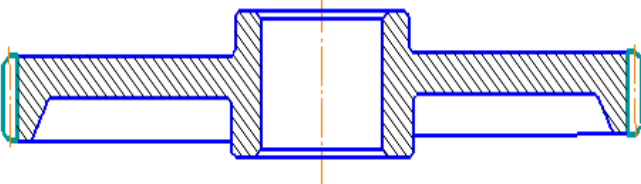
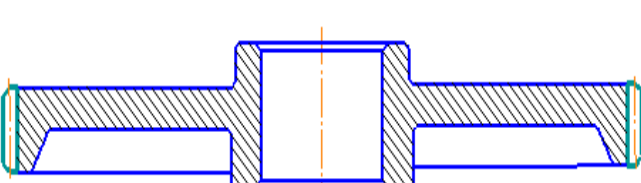
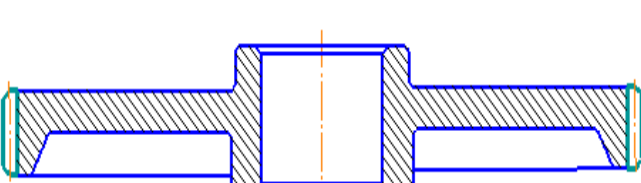
2.3.Розробка технологічного маршруту ремонту деталі

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

Таблиця 2.6 - Технологічний маршрут відновлення деталі Колесо зубчасте.

Назва операції	Спрощений ескіз	Обладнання	Тосування	Ріжучий інструмент	Вимірювальний інструмент
1	2	3	4	5	6
<p>005 Токарно-гвинторізна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Встановити, закріпити і зняти деталь. 2. Підрізати торець1. 3. Розсвердлити отвір 2 Ø54. 4. Розточити отвір 2 Ø56 начисто. 5.Точити пов.3 однократно. 6.Зняти фаску пов.4,5. 7.Перевстановити. 8. Точити торець пов.6. 9. Проточити пов.7 на Ø80 начисто. 10.Точити торець пов.8 11. Зняти фаску пов.4,5 		Токарно-гвинторізна й верстат 16К20	Трьох-кулачковий самозажимний патрон	<ol style="list-style-type: none"> 1.Різець прохідний упорний Т5К10 2.Різець прохідний відігнутий Т5К10 3.Різець розточний Т15К6 4.Свердло спіральне Ø54 Р6М5 	Штангенциркуль ШЦ-II 0-125 0.1мм

1	2	3	4	5	6
<p>010 Довбальна 1.Встановити, закріпити і зняти. 2. Довбати шпонковий паз пов.1 дотриманням розмірів $b=16, h=10$</p>		<p>Вертикально- довбльний 7А412</p>	<p>Трьох- кулачковий Пагрон</p>	<p>Різець довбальний Т5К10</p>	<p>Комбінована калібр шпонка</p>
<p>015 Зубофрезерна 1.Встановити, закріпити і зняти. 2.Фрезерувати зуби $z=96, m=3$ на прохід пов.1</p>		<p>Зубофре- зерний верстат мод. 5М32</p>	<p>Оправка циліндрич-на шпонкова Пагрон 3- кулачковий амоцентруючий</p>	<p>Фреза червячна модульна Р6М5</p>	<p>Зубомір мікрометричний</p>

1	2	3	4	5	6
020 Термічна 1.Гартувати зубчасте колесо		Термопід ТВЧ			Твердомір Роквела
025 Зубошліфувальна 1.Встановити, закрі- іти і зняти. 2.Шліфувати зубчасте колесо		Зубошліфу- вальний верстат мод.3П722	Оправка циліндрич- на шпонкова УДГ-125	Круг абразивний дисковий 14A25CM27K	Зубомір Мікромет- ричний
030 Шевінгувальна 1.Шевінгувати зуби $Z=96, m=3$		Зубошеві- гувальний верстат 5702В	Оправка циліндрич- на шпонкова	Шейвер тип 2 $P6M5 Z_0=73$ $\varnothing 219,8$	Зубомір мікромет- ричний
035 Контрольна 1.Контролювати пару коліс згідно креслення					

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 005 токарної. На даній операції проводиться розсвердлювання отвору поверхні $\varnothing 54$ начисто.

Обробка проводиться на токарно-гвинторізному верстаті моделі 16К20.

I. Вибираємо різець і встановлюємо його геометричні параметри.

Виходячи із умови задачі, по таблиці 5 с. 119 [5] приймаємо довбальний різець. Матеріал ріжучої частини – твердий сплав Т5К10 (таблиця 3, с.116, [5]).

Геометричні параметри різця встановлюємо по додатку 2 с.355 [9]: головний кут в плані $\varphi = 45^{\circ}$, допоміжний кут в плані $\varphi_1 = 10^{\circ}$, 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.

$$t = \frac{54 - 45}{2} = 4.5$$

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2) Виходячи із заданого параметра шорсткості, яку потрібно досягнути визначаємо подачу, $S_p = 0,4-0,6$ мм/об (с.266, табл. 11).

По паспорту верстата приймаємо $S_p = 0,4$ 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;

$$K_v = K_{mv} \times K_{nv} \times K_{iv} \times K_{\phi v} \times K_{\phi 1v} \times K_{rv} \times K_{ov},$$

де K_{nv} - коефіцієнт, який враховує метод отримання заготовки і стан її поверхні, $K_{nv} = 1.0$ (с.263, табл. 5);

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

$$K_{iv} = 1,0 \text{ (с.263, табл. 6);}$$

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

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

$K_{\phi 1v}$ - коефіцієнт, який враховує допоміжний кут в плані різця,

$$K_{\phi 1v} = 1.0 \text{ (с.271, табл.18);}$$

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

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

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

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$K_{ov} = 1.0$ (с.270, додаток до табл.17).

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

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

n_v - показник степені: $K_r = 1.0$, $n_v = 1.0$ (див. в табл.2, стор.261-262).

$$K_v = 1.0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,94 = 0,94$$

Таким чином:

$$V_P = \frac{350}{40^{0,2} \times 4,5^{0,15} \times 0,7^{0,35}} \times 0,94 = \frac{350}{2,1 \times 1,2 \times 0,88} \times 0,6 = 142 \text{ м/хв.}$$

5) Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя:

$$n_P = \frac{1000 \times V_P}{3,14 \times D} = \frac{1000 \times 142}{3,14 \times 54} = 837 \text{ об/хв,}$$

де D – діаметр поверхні, яка обробляється.

Згідно з паспортом верстату приймаємо $n_D = 800$ об/хв.

6) Визначаємо дійсну швидкість різання:

$$V_D = \frac{3,14 \times D \times n_D}{1000} = \frac{3,14 \times 54 \times 800}{1000} = 136 \text{ м/хв.}$$

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)

K_p - поправочний коефіцієнт на силу різання :

$$K_p = K_{mp} \times K_{фр} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{гр},$$

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

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

$K_{r p}$ - коефіцієнт, який враховує радіус при вершині різця,

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

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

$$K_{m p} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{700}{750} \right)^{0,75} = 0,95$$

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

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 4,5^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 136^{-0,15} \cdot 0,93 = 3022 \text{ Н}$$

8) Визначаємо потужність, яка затрачується на різання:

$$N_{\text{різ}} = \frac{P_Z \times V_d}{1020 \times 60} = \frac{3022 \times 136}{1020 \times 60} = 6,7 \text{ кВт.}$$

11) Провіримо чи достатня потужність приводу верстата:

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

де N_d - потужність двигуна верстата, $N_d = 10 \text{ кВт}$;

η - коефіцієнт корисної дії, $\eta = 0,75$.

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином:

$$6,7 < 10 \times 0,75$$

$$6,7 < 7,5 \text{ кВт.}$$

12) Визначаємо основний час:

$$T_0 = \frac{L_{\text{рх}}}{S \times n_{\text{д}}} \text{ хв,}$$

Де $L_{\text{рх}}$ - довжина робочого ходу, мм:

$$L_{\text{рх}} = L + y + y_1,$$

де L - довжина поверхні, $L = 48$ мм;

y - величина підводу і врізання, мм;

y_1 - величина перебігу інструмента, приймаємо $y_1 = 6$ мм ;

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

$$y = 3 \times \text{ctg}45^0 = 2 \text{ мм.}$$

$$L_{\text{рх}} = 48 + 2 + 6 = 56 \text{ мм.}$$

Таким чином:

$$T_0 = \frac{56}{0,4 \times 1000} = 0,03 \text{ хв.}$$

Режими різання на решту операцій приводимо у вигляді таблиці 3.1.

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1. – Зведена таблиця режимів різання

Назва операції, короткий зміст	Глиби на рі зання , мм	.	Дов жи на р о боч ого ход у, мм	Розрахункові			Прийняті			Ос нов ний час, хв
				Пода ча, мм/об	Час то та обер танн я, об/хв	Швид різ Діа метр мм ан ня, м/хв	Пода ча, мм/о б	Шви дкіст ь Різан ня, дійсн а м/хв	Час т. Обе рт. ня, об/ хв	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
005 Токарна 1.Підрізати торець 1	4,0	84	25	0,8	105	111	0.8	96	100	0,83
2.Розсвердли ти отвір Ø54.	4,5	54	56	0,4	837	142	0,4	136	800	0,14
3.Розточити отвір Ø56 начисто.	1,0	56	56	0,8	756	133	0.8	171	800	0,362
4.Точити пов. 3.	5,6	294	32	0,6	79	73	0,6	60	63	1,06
5.Зняти фаску пов.4 3x45.	3,0	288	3	0,8	121	110	0,6	92	100	0,113
6.Точити торець пов.6	3,0	294	107	0,8	113	105	0,8	92	100	1,24
7.Точити пов.7 Ø80.	5,5	91,4	14	0,5	473	119	0,5	114	400	0,06
8.Точити торець пов.8	4,0	80	12	0,5	498	125	0,5	114	400	0,06
9. Зняти фаски пов.5. 3x45.	3,0	56	3,0	0,6	662	134	0,5	121	630	0,027

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ					Арк.
										35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
010 Довбальна 1.Довбати шпонковий паз.	16		52	0,08		32,4	0,08	32		0,25
015 Зубофрезерна 1.Фрезерувати зуби	2,3	294	28	2.3	112	113,8	2,5	40	100	5
025 Зубошліфувальна 1.Шліфувати зубчасте колесо	0,35	294	75	0,014	1486	35	0,015	1500	35	81
030 Шевінгувальна 1.Шевінгувати зуби z=96 m=3	0,2	Дк=294 Дш=220	28	S _м =90 S _к =0, 03	232, 2	160	0,03	138	200	0,5

3.2. Вибір норм часу на верстатні операції технологічного процесу виготовлення деталі „Колесо зубчасте”

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 005токарну Розрахунки виконуємо в наступній послідовності по [12].

- 1) Визначаємо основний час на операцію, $T_o = 3,9$ хв. (табл.3.1)
- 2) Визначаємо допоміжний час на операцію:

$$T_d = T_{вст} + T_{пер} + T_{вим}$$

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ					Арк.
										36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

де $T_{вст.}$ - час на встановлення і зняття деталі масою до 30 кг на центровій оправці з кріпленням гайкою і шайбою обертанням маховичка, $T_{вст} = 0,8$ хв [12 карта 7, позиція 6 с.40];

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

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

Визначаємо час пов'язаний з переходом:

- поперечне точіння різцем встановленим по лімбу, $T_{пер}' = 0,12$ хв [12 карта 18, лист 2 с. 66, позиція 42];

Час на прийоми роботи ,які ввійшли в комплекс складають:

$$T_{пер}' = 0.12 \text{ хв}$$

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

- змінити число обертів $t_{пр1} = 0,08$ хв
 - змінити величину подачі $t_{пр2} = 0,06$ хв
 - змінити різець поворотом різцевої головки $t_{пр3} = 0,07$ хв
- закрити і відкрити захисний щиток $t_{пр3} = 0,02$ хв.

$$T_{пр} = 0.08 + 0.06 + 0.07 + 0.02 = 0.23$$

Визначаємо час на контрольні вимірювання в кінці операції:

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

$$t_{вим1} = 0,21. \text{ [12 карта 86 лист 7 с. 191];}$$

$$\text{Таким чином } T_d = 0,8 + 0,12 + 0,21 = 1,13 \text{ хв.}$$

3) Визначаємо оперативний час:

$$T_{оп} = T_o + T_d = 3,9 + 1,13 = 5,03 \text{ хв.}$$

4) Визначаємо час на обслуговування робочого місця:

$$T_{обс} = \left(\frac{a_{обс} T_{оп}}{100} \right) = \left(\frac{4,0 \times 5,03}{100} \right) = 0,2$$

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $A_{обс}$ - час на обслуговування робочого місця в процентах від оперативного, $A_{обс} = 4,0 \%$. [12 карта 19 с. 70];

5) Визначаємо час на відпочинок і особисті потреби :

$$T_{воп} = \left(\frac{a_{воп} T_{оп}}{100} \right) = \left(\frac{4 \times 5,03}{100} \right) = 0,2$$

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

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

6) Визначаємо штучний час на операцію:

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

$$T_{шт} = 5,03 + 0,2 + 0,2 = 4,46 \text{ хв.}$$

7) Визначаємо підготовчо-заклучний час :

$$T_{пз} = T_{пз1} + T_{пз2}$$

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

$T_{пз1} = 8 \text{ хв.}$ [12 карта 19 позиція 18 с. 71];

$T_{пз2}$ - час на налагодження верстату, інструментів і пристрою,
 $T_{пз2} = 16 \text{ хв.}$ [12 карта 19 позиція 2 с. 70];

$$T_{пз} = 8 + 16 = 24 \text{ хв.}$$

8) Визначаємо штучно-калькуляційний час :

$$T_{шт.к.} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{N} = 4,46 + \frac{24}{700} = 4,5$$

де N – число деталей, $N = 700$ шт.

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

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.2. - Зведена таблиця норм часу на виготовлення деталі

Найменування операції	T _о , хв	T _д , хв	T _{оп} , хв	A _{обс} %	T _{обс} хв	A _{воп} , %	T _{воп} , хв	T _{шт} , хв	T _{пз} , хв	T _{шк} хв
005 Токарна	3,9	1,13	5,03	4	0.2	4	0,2	4,46	24	4,5
010 Довбальна	0,25	0,7	0,95	4	0,038	4	0,038	1,03	16	1,05
015 Зубофрезерна	5	1,67	6,67	4	0,27	4	0,27	7,21	30	7,25
020 Термічна			76	3	2.28	5	3.8	82	15	82
025 Зубошліфувальна	81	2,05	83,05	9	7,5	4	3,3	93,85	15	94
030 Шевінгувальна	0,5	0.52	1.02	4	0.041	4	0.041	1.1	16	1.12

3.3. Вибір норм часу на слюсарно-складальні операції

Трудомісткість збирання складальної одиниці вузла зводимо в таблицю

Таблиця 3.3. - Трудомісткість збирання

Найменування і зміст операції	Норма штучно-калькуляційного часу,хв	Література
005 ПІДГОТОВЧА	7	
010 СЛЮСАРНО-СКЛАДАЛЬНА		
1.Встановити вал п.11	0,68	Табл. 17
2.Встановити корпус п.10	1,35	Табл. 32
3.Встановити шпонку п.9	5,3	Табл.30
4 Запресувати підшипник п.8	1,00	Табл. 27

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

6. Встановити колесо зубчасте п.6	1,29	Табл.24
7. Запресувати підшипник п.5	0,81	Табл.27
8.Встановити розпорну втулку п.4	0.72	Табл.24
9. Встановити регулювальну вставку п.3	0.13	Табл.8
10.Встановити кришку підшипника п.2	0,17	Табл.8
11. Встановити гвинт п.1	0,6	Табл.6
015 КОНТРОЛЬНА	5	
020 ВИПРОБУВАННЯ	3	
ВСЬОГО хв	28,38	

Трудомісткість розбирання складальної одиниці зводимо в таблицю 3.4

Таблиця 3.4 - Трудомісткість розбирання

Найменування і зміст операції	Норма штучно- калькуляційного часу,хв	Література
005 ПІДГОТОВЧА	7	
010 СЛЮСАРНО- СКЛАДАЛЬНА		[19]
1. Зняти гвинт п.1	0,54	Табл. 6
2. Зняти кришку підшипника п.2	0.13	Табл. 8
3. Зняти регулювальну вставку п.3	0,1	Табл.8
4. Зняти розпорну втулку п.4	0,79	Табл. 24
5. Зняти підшипник п.5	2,2	Табл. 27
6. Зняти колесо зубчасте п.6	1,42	Табл.24

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таб.3.4

7. Зняти блок зубчастих коліс п.7	1,46	Табл.24
8. Зняти підшипник п.8	2,71	Табл.27
9. Зняти шпонку п.9	1,43	Табл.30
10. Зняти корпус п.10	1,35	Табл.32
11. Зняти вал п.11	0,27	Табл.17
015 ПРОМИВАННЯ	10	
020 ДЕФЕКТАЦІЯ	17,5	
ВСЬОГО хв	46,9	

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

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.

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

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 4129-02. Очищення спочатку виконується дерев'яною лопаточкою, а масло, що залишилося, із зовнішніх поверхонь видаляється чистими серветками, змоченими бензином.

Верстат встановлюється на фундаменті або бетонній подушці, При установці верстата на фундаменті металеву подушку з боку передньої частини фундаментної плити треба розташувати в зоні регульовальних болтів. Точність роботи верстата залежить від правильності установки його. Правильність установки верстата перевіряється рівнем, установленим на горизонтальній площині, стола.

Для забезпечення правильної і точної установки необхідно робити монтажну розмітку, у відповідності до монтажного креслення.

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технологію монтажу верстата представляємо у вигляді таблиці 4.1.

Таблиця 4.1. - Технологічний процес монтажу верстата

Найменування операції. Зміст роботи	Обладнання, пристосування, інструменти
1	2
001 Підготовча 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.	Рулетка, кутник, шаблони, репери, нівелір.
005 Підготовча 1. Виготовити фундамент	Будівельний Інструмент, бетономішалка, опалубка.
010 Підготовча 1. Прийняти обладнання до монтажу.	
015 Підготовча 1. Зробити ревізію верстата (перевірити комплектність, стан вузлів і деталей). 2. Виконати збірочні роботи (якщо верстат в розібраному вигляді).	Комплект ЗІП, мостовий кран, слюсарні інструменти
020 Підготовча (приймання фундаменту) 1. Перевірити розміри фундаменту. 2. Перевірити осадку раковини. 3. Перевірити відповідність фундаменту основним осям. 4. Перевірити правильність опірних поверхонь	Рулетка, рівень, кутник, шаблони, нівелір.

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

1	2
<p>025 Підготовча (підготовка верстата до монтажу)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Очистити від бруду і фарби основу верстата. 2. Встановити в колодязі фундаментні анкерні болти. 3. Виставити по кондуктору болти. 4. Приварити болти до арматури фундаменту. 	<p>Щітка, мостовий кран, кондуктор монтажний, електрозварка</p>
<p>030 Монтажна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити верстат на фундамент, сумістити болти з отворами основи верстата. 2. Вивірити верстат з допомогою підкладок. 	<p>Мостовий кран, набір підкладок, рівень, кутник</p>
<p>035 Будівельна (підливка)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Виготовити опалубку, виставити, закріпити. 2. Приготувати суміш 1÷3. 3. Підлити фундамент (колодязі, контур основи та ін.) 	<p>Столярний інструмент, дошки, бетономішалка</p>
<p>040 Монтажна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Затягнути фундаментні болти. 2. Перевірити встановлення верстата, вивірку. 3. Зняти струни 4. Встановити огороження (щитки та ін. деталі). 5. Залити масло. 6. Встановити гідросистему. 7. Підключити електрообладнання. 8. Підключити заземлення і занулення. 	<p>Слюсарний інструмент, мостовий кран, обладнання для заливки масла.</p>
<p>045 Монтажна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Провернути вручну механізми, відрегулювати (повторити по кожному механізму). 2. Прокрутити в холосту кожний механізм. 3. Перевірити верстат на холостому ході. 4. Перевірити верстат під навантаженням. 5. Перевірити нагрівання підшипників (60⁰). 	<p>Верстат, заготовки, ріжучий інструмент.</p>

1	2
<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 виготовляємої 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>
<p>060 Монтажна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Провернути вручну механізми, відрегулювати (повторити по кожному механізму). 2. Прокрутити в холосту кожний механізм. 3. Перевірити верстат на холостому ході. 4. Перевірити верстат під навантаженням. 5. Перевірити нагрівання підшипників (60⁰). 	<p>Верстат, заготовки, ріжучий інструмент.</p>
<p>065 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 виготовляємої деталі) 	<p>Верстат, контрольні оправки, металорізальний інструмент, заготовка, динамометр, індикатор, мікрометр.</p>
<p>070 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

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

де H - висота фундаменту, м;

L – довжина фундаменту, м;

K -коефіцієнт, що приймається для токарних, свердлильних, фрезерних верстатів, $K=0,3$.

Виконуємо розрахунок фундаменту:

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

Вид фундаменту в плані, як правило, повторює контур подошви агрегату з деяким зміцненням, а розміри в плані приймаються на 200...500 мм більші відповідних розмірів подошви агрегату.

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L = 3530 \text{ мм} = 3.530 \text{ м.}$$

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 4.1

$$H=0.23.530= 0,2 \times 1.9=0,38 \text{ м.}$$

4. Перевірка на допустимий тиск на ґрунт:

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

де Q - сумарна маса, кг;

q - прискорення вільного падіння, м/с^2 ;

$[R]$ - допустимий тиск на ґрунт, Мпа;

F – площа фундаменту, м^2 .

$$Q = Q_{\phi} + Q_{\text{м}},$$

де Q_{ϕ} - маса фундаменту, кг;

$Q_{\text{м}}$ - маса агрегату, кг;

$$Q_{\phi} = F \times H \times \rho, \text{ кг;}$$

де ρ - густина бетону, $\rho = 2000 \text{ кг/м}^3$;

$$Q_{\phi} = 3.5 \times 1,7 \times 0,38 \times 2000 = 4522 \text{ кг}$$

$$Q = 4522 + 4300 = 8822 \text{ кг;}$$

$$R = 9.88822106 \times 1,7 = 0,05 \text{ Мпа.}$$

Допустимий тиск на ґрунт:

$$[R] \leq \alpha \cdot R^n, \text{ Мпа;}$$

де α - коефіцієнт динамічної дії, $\alpha = 0.9$;

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

R^n - розрахунковий опір ґрунту, МПа.

Приймаємо $R^n = 0,3$ МПа; $0,05 < 0,27$ - умова виконується.

Верстат слід встановити на фундамент товщиною 380 мм. У фундаменті слід передбачити отвори під болти кріплення і канавку для підводу електричних дротів до верстата. В канавку кладуть відповідно вигнуту трубу з електричними дротами і заливають цементним розчином.

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.

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пробний пуск. Перед пуском потрібно протримати верстат не менше 3 діб в сухому приміщенні, щоб з ізоляції обмоток електродвигуна і проводів видалити вологу, сприйняту під час транспортування.

Перед пуском верстата в роботу потрібно заповнити мастилом всі замазочні місця, керуючись вказаними, як зазначено в розділі «Змазка верстата».

Попередньо ознайомившись з призначенням рукояток за схемою, зазначеній в розділі «Органи управління», перевірити від руки роботу всіх механізмів управління. Після заземлення і підключення верстата до напруги потрібно перевірити роботу всіх його механізмів на холостому ході.

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 5

КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

5.1.Опис конструкції і пристосування

Циліндрична оправку застосовують для встановлення циліндричних деталей, їх по всій довжині та по торцях за одну установку. Точність оправки визначається точністю шпонки деталі і точністю шпонки оправки.

Допоміжною базою є торцева поверхня деталі, визначальна її положення на оправці в поздовжньому напрямку. Базовий отвір деталей повинен оброблятися за 2-3 класами точності. Оброблювану деталь насаджують на оправку при ударах торцем оправки про сталеву підставку.

Такі оправки застосовують для обробки деталей на токарних та шліфувальних верстатах фрезерних. У масовому виробництві деталі, що обробляються на багаторізцових верстатах, встановлюють (знімають).

Встановлення деталей на оправку відбувається в наступній послідовності:

- встановлюємо деталь на оправку;
- встановлюємо швидкозмінну шайбу і затискаємо деталь гайкою.

Розбирання проводимо в зворотньому порядку

Пристрій складається з наступних елементів:

1-оправка; 2-гайка; 3-шайба нажимна; 4-шпонка.

5.2. Розрахунки експлуатаційних характеристик пристрою

Таблиця 5.1. – Вихідні дані до розрахунку пристрою

Значення величини та її зміст	Позначення величини	Чисельне значення величини	Розмірність
1.Крутний момент від сил різання	$M_{кр}$	3	Н*м
2.Довжина заготовки	l_3	96	мм

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.Діаметр оброблювальної заготовки	D_3	294	мм
4.Припуск на обробку заготовки	h	6,75	мм
5.Діаметр бази заготовки	d_3	56	мм
6.Поле допуску на d_1	Δd_3	$H7(+0,03)$	мм
7.Допустима неспіввісність поверхні Обертання обробленої деталі	e	0,01	мм

Розрахунок експлуатаційних показників оправки зведено в табл. 5.2.

Таблиця 5.2. – Розрахунок експлуатаційних показників оправки

Зміст Розрахункового параметру	Позначення величини,розмірність	Розрахункова формула	Прийняті значення величини	Результати розрахунків
1	2	3	4	5
1.Гарантований зазор для вільної установки заготовки	$\Delta_{\text{гар}}$, мм $\Delta_{\text{гар}} \geq 0,02$ мм	$\sqrt{e_{\text{оп}}^2 - e_{\text{оп}}^2} - 0,5(\Delta d_3 + \Delta D_{\text{оп}} + \delta_{\text{зн}})$ де $e_{\text{оп}}$ -відхилення від співвісності шийки оправки; $\Delta D_{\text{оп}}$ -поле допуску на Діаметр оправки; $\delta_{\text{зн}}$ -допуск на зношування робочої шийки оправки	$e_{\text{оп}}=0,05$ мм $\Delta D_{\text{оп}} \text{ по } h_6$ $\Delta D_{\text{оп}} = 0,019$ мм $\delta_{\text{зн}} = 0,01 \div 0,02$ мм	$\sqrt{0,01^2 - 0,05^2} - 0,5(0,03 + 0,019 + 0,02) = 0,0345$ мм
2.Номінальне значення діаметру робочої шийки оправки	$D_{\text{оп}}$, мм	$d_3 - \Delta_{\text{гар}}$	$d_3 = 56$ мм $\Delta_{\text{гар}} = 0.345$ мм	$D_{\text{оп}} = 56 - 0,0345 = 55,965$
3.Довжина робочої шийки оправки	$L_{\text{оп}}$,мм	$n \cdot L_{\text{оп}} - (3 \div 5)$ де n-число одночасно оброблювальних заготовок	n=2	$L_{\text{оп}} = 2 \cdot 48 - 4 = 92$ мм

4.Зовнішній діаметр опорного буртика і нажимної шайби	D_{δ} , мм $D_{пл}$, мм ($D_{\delta} = D_{пл}$)	$D_3 - h - (3 \div 5)$	Для маточини $D_3 = 80$ мм	$D_{\delta} = D_{ш} = 80 - 6,75 - 3 = 70,25$ мм $D_{\delta} = D_{пл} = 80 - 6,75 - 3 = 70,25$ мм
5.Довжина нажимної шайби	$H_{ш}$, мм	$\geq 0,3D_{ш}$	$\kappa = 1,5 \div 3$	$H_{ш} \geq 0,3 \cdot 80 = 21$ мм
6.Гарантований крутний момент	$M_{кр.гар}$, Н·мм	$K \cdot M_{кр}$ Де К-коефіцієнт запасу		$M_{кр.гар} = 3 \cdot 3 = 9$ Н·мм
7.Зусилля на приводі оправки	P_3 , Н	$3 \frac{(D_{ш}^2 - d_3^2)}{f(D_{ш}^3 - d_3^3)} \cdot M_{кр.гар}$ Де f-коефіцієнт тертя	$f = 0,16 \div 0,2$	$P_3 = 3 \frac{(70,25^2 - 56^2)}{(70,25^3 - 56^3)} = 3$
8.Діаметр різбового кінця оправки	D_p , мм	$< D_{он} - (1 \div 2)$		$D_p (55,965 - 2 \approx 54)$ Приймаємо $D_p = 54$ мм Тобто різьба М52-7h

Додаткові дані:

- Матеріал оправки: сталь 40Х ДСТУ 4738-2007
- Твердість робочої поверхні: HRC 36-41
- Радіальне биття робочої шийки відносно осі центра не більше 0,01 мм
- Торцеве биття опорного торця не більше 0,01 мм

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ

Дільниця механічної обробки деталей типу зубчасте колесо є важливою складовою виробництва, що характеризується використанням широкого спектру металорізального устаткування: токарних, фрезерних, зубофрезерних, довбальних та шліфувальних верстатів. Враховуючи специфіку обробки складних профілів, таких як зубчасті вінці, до організації охорони праці на дільниці висуваються підвищені вимоги.

1. Аналіз умов праці

Умови праці на дільниці механічної обробки відносяться до категорії середньої та підвищеної небезпеки. Основними шкідливими та небезпечними виробничими факторами є:

- Механічні небезпеки: обертові частини верстатів, ріжучий інструмент, що рухається з високою швидкістю, гарячі стружки, гострі краї заготовок.
- Шум і вібрація: робота устаткування супроводжується рівнем шуму понад 85 дБ, що може викликати професійні захворювання (нейросенсорна туговухість, вібраційна хвороба).
- Електробезпека: наявність електрообладнання, яке працює від мережі 380 В, створює ризик ураження електричним струмом при порушенні ізоляції чи заземлення.
- Підвищена запиленість і забруднення повітря: особливо при сухій обробці металів без використання охолоджувальної рідини.
- Ризик пожежі: мастильно-охолоджувальні рідини (МОР) є легкозаймистими, а при високих температурах обробки можливе займання стружки.

2. Організація безпечних умов праці

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для забезпечення безпечної праці на ділянці застосовуються такі технічні, організаційні та санітарно-гігієнічні заходи: Огорожі та захисні пристрої на всіх рухомих частинах верстатів. Системи пиловидалення та місцева вентиляція для запобігання накопиченню шкідливих аерозолів і парів МОР.

- Сигнальне та блокувальне обладнання, яке автоматично зупиняє верстат у разі порушення режимів роботи або відкриття захисних кожухів.
- Використання справного заземлення, автоматичних вимикачів та УЗО (пристроїв захисного відключення) для попередження електротравм.
- Розміщення верстатів відповідно до нормативів: між робочими місцями витримується мінімальна відстань 1,0–1,5 м, проходи — не менше 1 м.
- Освітлення – комбіноване (загальне та місцеве), забезпечує не менше 300 лк у зоні обробки. Протипожежний захист – наявність вогнегасників (вуглекислотних та порошкових), пожежних щитів, інструкцій з пожежної безпеки.
- Організація інструктажів: вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий інструктаж з охорони праці для всіх працівників.

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)

- Працівники зобов'язані використовувати:
- Спецодяг (халат або комбінезон з вогнестійкої тканини),
- Захисне взуття з металевими носками,
- Захисні окуляри або щитки для обличчя,
- Протишумні навушники або вкладиші,
- Рукавички стійкі до порізів,
- Респіратори при обробці з утворенням пилу або аерозолів.

Медичне забезпечення та профілактика Працівники ділянки проходять обов'язкові попередні та періодичні медичні огляди, а також мають бути

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вакциновані згідно з вимогами чинного законодавства. Важливим заходом профілактики є чергування операцій, впровадження мікроперерв, наявність кімнат відпочинку та засобів для гігієни.

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

В даній кваліфікаційній роботі спроектовано дільницю ремонтно-механічного цеху з ремонту механізму коробки швидкостей верстата моделі 1М63.

При виконанні першого розділу кваліфікаційної роботи проведено опис верстата моделі 1М63 і механізму коробки швидкостей. Проведено визначення ремонтної складності верстата, яка становить для механічної частини – 12,5, а для електричної частини – 11. Визначено структуру і періодичність робіт по плановому технічному обслуговуванню і ремонту. Для прийнятої структури число поточних ремонтів – 4, середніх – 1, планових оглядів в міжремонтний період – 1. Визначено трудомісткість огляду – 16,5 год., і трудомісткість капітального ремонту верстата – 762,5 год. Розроблено технологічний маршрут капітального ремонту верстата.

В другому розділі приведено конструкторський аналіз деталі «Колесо зубчасте», яка підлягає виготовленню, обґрунтування технологічного процесу виготовлення зубчастого колеса числом зубців $z=96$ і модулем $m=3$. Тип заготовки приймаємо штамповку. З наступними параметрами ширина 56мм, а діаметр 305,2мм Технологічний маршрут виготовлення деталі представлений в таблиці 2.6.

В третьому розділі приведено визначення режимів різання для верстатних операцій в деталі, вибір норм часу на верстатні операції і слюсарно-складальні операції технологічного процесу.

В четвертому розділі пояснювальної записки розроблено технологічний маршрут монтажу верстата на фундамент, виконано розрахунок висоти фундаменту, яка становить 0,4м. і проведена перевірка допустимого тиску на ґрунт. В графічній частині приведена схема установки верстата на фундамент. Також проведенні розрахунки на вибір канату для строп при транспортування верстатата.

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В конструкторській частині представлено конструкцію циліндричної оправки з шпонкою для обробки деталі на зубофрезерній і зубошліфувальних операціях, приведено описання конструкції пристрою. Проведенно розрахунок конструкторських розмірів пристрою. Складальне креслення пристрою представлено в графічній частині.

Крім цього в графічній частині представлено креслення загального вигляду механізму коробки швидкостей, ремонтне креслення деталі «Колесо зубчасте», а також креслення заготовки майбутньої деталі, конструктивні технологічні ескізи виготовлення деталі.

В додатку до пояснювальної записки представлено: дефектну відомість, карту дефектацій, маршрутну та операційну карти, карта ескізів, специфікації.

Дані розробки можна використати на машинобудівних підприємствах.

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						57
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

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					019Б-25.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		