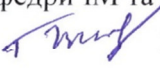


НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова
Машинобудівний навчально-науковий інститут
Кафедра інженерної механіки та технології машинобудування

«Допущений до захисту»

Завідувач кафедри ІМ та ТМ
д.т.н., професор  М.Р.Ткач

«24» 12 2024 р.

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра

на тему Удосконалення технології виготовлення вала-шестерні ((Ø170
мм, L= 600мм))

Галузь знань 13 «Механічна інженерія»
Спеціальність 131 «Прикладна механіка»
Освітньо-професійна програма «Технології машинобудування»

Студент групи 5261м

Керівник

 Зейналов Т.Р.
(прізвище та ініціали)

 Моргун С.О.
(прізвище та ініціали)

Миколаїв 2024

Національний університет кораблебудування

імені адмірала Макарова

Інститут Машинобудівний навчально-науковий
Кафедра Інженерної механіки та технології машинобудування
Освітній рівень Магістр
Спеціальність 131 «Прикладна механіка»
(шифр і назва)
Освітньо-професійна програма «Технології машинобудування»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ІМ та ТМ
д.т.н., професор М.Р.ТКАЧ

23 10 2024 р.

З А В Д А Н Н Я НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Зейналова Тофіка Рафіковича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи „Удосконалення технології виготовлення вала-шестерні транспортера (d=170 мм, L=600мм)“

керівник роботи к.т.н., доцент Моргун С.О.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “ ” 20 р. №

2. Строк подання студентом роботи 2.12.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи Робоче креслення деталі; нормативна література; держстандарти; довідники

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1) Загальний розділ: Призначення та аналіз технологічності деталі.

2) Науковий розділ – Аналіз та дослідження з наукової теми роботи.

3) Технологічний розділ: Аналіз заводського техпроцесу. Вибір заготовки. Розробка маршрутної та операційної технології. Розрахунок припусків та режимів різання на одну з поверхонь деталі. Технічне нормування. Вибір обладнання, ріжучого та вимірювального інструменту.

4) Конструкторський розділ: Розрахунок і проектування спеціальних конструкцій пристроїв для верстатів та спеціального металорізального інструменту.

5) Проектування ділянки цеху – згідно методичних вказівок кафедри.

6) Організаційно-економічна частина – згідно методичних вказівок кафедри.

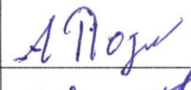
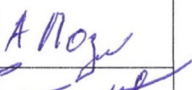
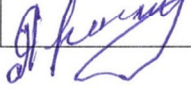
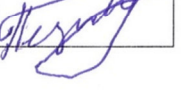
7,8) Охорона праці та навколишнього середовища – Розробка заходів з охорони праці та навколишнього середовища на

дільниці.

9) Цивільний захист – згідно методичних вказівок кафедри.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Креслення деталі, заготовки, спеціального пристрою до металорізального верстату, спеціального металорізального або вимірювального інструменту, налагодження до однієї з технологічних операцій, планування дільниці цеху, плакати до наукової частини

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
7,8	Познанський А.С.		
Нормоконт роль	Новошицький А.В.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Підпис
1	Оформлення та затвердження технологічного процесу. Оформлення креслення деталі (роздруківка у форматі А3)	25.10.2024	
2	Оформлення загального та технологічного розділів (1, 3)	6.11.2024	
3	Оформлення конструкторського розділу (4)	11.11.2024	
4	Оформлення наукового розділу (2)	22.11.2024	
5	Оформлення розділу з охорони праці та навколишнього середовища (7,8)	25.11.2024	
6	Оформлення розділу з цивільного захисту (9)	29.11.2024	
7	Оформлення креслень	до 2.12.2024	
8	Нормоконтроль (креслення у форматі А3)	2-9.12.2024	
9	Затвердження МР на кафедральному перегляді (ПЗ, креслення у форматі А1)	6-14.12.2024	
10	Оформлення та передача електронного варіанту роботи (текстові та графічні матеріали у форматі PDF)	11-16.12.2024	
11	Затвердження МР зав.кафедрою (подання, анотація)	11-16.12.2024	
12	Рецензування	16-21.12.2024	

Студент
(підпис)


(прізвище та ініціали)

Зейналов Т.Р.

Керівник
(підпис)

роботи
(прізвище та ініціали)

Моргун С.О.

« 23 » 10 2024р.

АНОТАЦІЯ

Зейналов Т.Р. «Удосконалення технології виготовлення вала-шестерні $d = 170$ мм, $L = 600$ мм». Кваліфікаційна робота зі спеціальності 131 «Прикладна механіка», освітньої програми «Технології машинобудування». Миколаїв: НУК ім. адм. Макарова. 2024 рік. 140 сторінок.

У кваліфікаційній роботі досліджено теоретичні аспекти технологічного процесу виготовлення прогресивних валів-шестерен високонавантажених механізмів та запропоновано напрями удосконалення технологій механічної обробки валів-шестерен з прямозубими та косозубими зубцями.

Запропонований технологічний процес механічної обробки валів-шестерен на основі використання автоматизованого технологічного оснащення та верстатів з ЧПК, що сприятиме зменшенню собівартості виготовленої продукції.

Ключові слова: вали-шестерні, технологічний процес, механічна обробка, автоматизоване оснащення, верстати з ЧПК.

ANNOTATION

Zeinalov T.R. "Improvement of the gear-shaft manufacturing technology $d = 170$ mm, $L = 600$ mm". Qualification work in the specialty 131 "Applied Mechanics", educational program "Technologies of Mechanical Engineering". Mykolaiv: Admiral Makarov National University of Shipbuilding. 2024. 140 pages.

The qualification work investigates the theoretical aspects of the technological process of manufacturing progressive gear-shafts of highly loaded mechanisms and proposes directions for improving the technologies of mechanical processing of highly loaded gear-shafts.

The technological process of mechanical processing of gear-shafts is proposed based on the use of automated technological equipment and CNC machines, which will contribute to reducing the cost of manufactured products.

Keywords: gear-shafts, technological process, mechanical processing, automated equipment, CNC machines.

Зміст

Вступ.....	
1. Загальна частина.....	
1.1. Описання конструкції й службового призначення деталі.....	
1.2. Опис матеріалу деталі.....	
1.3. Визначення типу виробництва і його характеристика.....	
2. Технологічна частина.....	
2.1. Аналіз технологічності конструкції деталі.....	
2.2. Вибір виду й обґрунтування методу одержання заготовки	
2.3. Розрахунок розмірів заготовки.....	
2.4. Аналіз діючого технологічного процесу.....	
2.5. Проектування маршрутного технологічного процесу.....	
2.6. Вибір і обґрунтування технологічних баз.....	
2.7. Вибір устаткування й технологічного оснащення (різального інструменту, пристосувань, засобів технічного контролю)	
2.8. Визначення міжопераційних припусків і операційних розмірів.....	
2.9. Розрахунок режимів різання та технічне нормування.....	
3. Конструкторська частина.....	
3.1. Розрахунок черв'ячної фрези.....	
3.2. Пристосування для фрезерування.....	
3.3. Контрольно-вимірювальне пристосування.....	
4. Охорона праці.....	
Вступ.....	
4.1. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів проектуємого об'єкту.....	
4.2. Запобігання дії запилювання та загазованню повітря на працюючий персонал.....	
4.3. Захист від вібрацій.....	
4.4. Методи та засоби колективного та індивідуального захисту від шуму.....	
4.5. Основні вимоги до виробничого освітлення.....	
Література.....	

Вступ

Завершальною стадією навчання в ТТК є виконання дипломного проекту. Дипломне проектування є великою самостійною роботою майбутнього фахівця, спрямований на вирішення конкретних завдань у галузі вдосконалення технології організації виробництва і поліпшення техніко-економічних показників проекту. Виконання дипломного проекту служить найважливішою формою придбання навичок самостійної роботи майбутнього фахівця, оскільки доводиться вирішувати великий комплекс інженерних і технічних завдань.

У процесі роботи над дипломним проектом майбутній фахівець повинен проявити свої творчі здібності, показати вміння розробляти перспективні техпроцеси виготовлення деталей в машинобудуванні. Якість дипломного проекту характеризується головним чином глибиною технологічних і конструкторських розробок і елементами новизни, внесеними дипломником.

Основні завдання дипломного проекту:

- 1) проаналізувати базовий (заводський) технологічний процес виготовлення вал-шестерні і виявити його основні недоліки.
- 2) На базі базової техпроцесу розробити технологічний процес виготовлення вал-шестерні для заданої програми випуску, усунувши основні недоліки базової техпроцесу
- 3) Проаналізувати розроблений техпроцес з точки зору виникнення небезпечних і шкідливих факторів, можливих при зміні базового техпроцесу. У разі виявлення таких факторів вжити заходів щодо їх усунення або захисту від їх впливу
- 4) Спроектувати ділянку механічного цеху з обробки вал-шестерні
- 5) Розрахувати собівартість виготовлення вал-шестерні
- 6) Визначити економічну ефективність розробленого техпроцесу з обробки вал-шестерні.

					6261м 08 МР 06.01	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

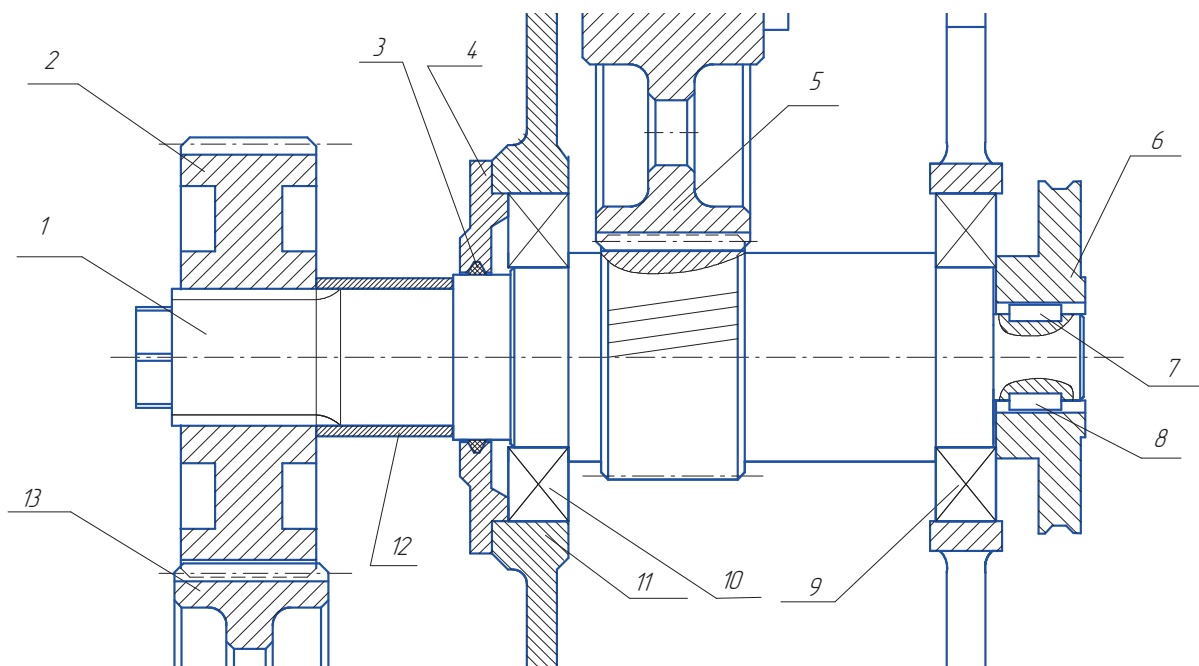
1. Загальна частина.

1.1. Описання конструкції й службового призначення деталі

Дана деталь є вал-шестернею і призначена для передачі передачі крутного моменту.

Вал відноситься до деталей типу тіл обертання, по конструкції він є багатоступінчастим, фасонним, тобто вал має на окремих ділянках різні діаметри, галтелі, шліци, різьбу, лиски, пази та канавки. Така конструкція необхідна для посадки інших деталей на свої місця без ушкодження сусідніх ділянок і для утворення упорів та закріплення інших деталей.

На малюнку 1.1. наведено фрагмент вузла.



Малюнок 1.1-Редуктор.

Вал-шестерня 1, встановлена в двох підшипниках 10 і 9, всередині корпусу редуктора 11, закритого кришкою 4 в якій розташоване ущільнення 3, прилегле до шийки валу. Також на вал-шестерні розташовані шестерня відкритої передачі 2, що встановлюється на шліці і орієнтована в осьовому напрямку за допомогою втулки 12, що знаходиться в зачепленні з колесом 13 і шків ременної передачі 6.

Вал-шестерня 1. в редукторі здійснює передачу та розподіл крутного моменту. Передача обертового моменту здійснюється за допомогою ременної переда-

чі на шків через шпонки 7 і 8, та розподіляється на дві зубчасті передачі (на колеса 5 і 13).

Шорсткість поверхонь вала задана параметром Ra (0,08; 1,25; 2,5; 10 мкм) і відповідає деференційному ряду використання. Шорсткість поверхонь під посадку Ra = 0,08 мкм регламентується ГОСТ 3325-81. Базою для контролю відхилень розміщення є вісь деталі.

1.2. Опис матеріалу деталі

Вал-шестерня редуктора переміщення штабелера виготовлена зі сталі 38Х2МЮА-конструкційна середньолегірована.

1.2.1. Хімічний склад сталі 38Х2МЮА ГОСТ 5632-82

Таблиця 1.1- хімічний склад сталі

C	Mn	Si	Cr	Mo	Al
0.35-0.42	0.3-0.6	0.2-0.45	1.35-1.65	0.15-0.25	0.7-1.1

Середній вміст вуглецю забезпечує в'язкість серцевини, що після азотування дозволяє отримати високу твердість поверхні зубів і забезпечити достатню міцність усієї деталі.

Добавки марганцю підвищують твердість і зносостійкості сталі.

Кремній збільшує міцність, при збереженні в'язкості, а також підвищує пружність матеріалу.

Добавки хрому при незначному зниженні пластичності, підвищують міцність і корозійну стійкість сталі.

Молібден збільшує пружність і корозійну стійкість.

Алюміній підвищує в'язкість і корозійну стійкість.

Також склад молібдену та алюмінію є обов'язковими для азотіруємості сталі. У свою чергу азотування дозволяє значно збільшити зносостійкість і межу втривалості при циклоперемінних навантаженнях.

					6261м.08.МР.06.01.ПЗ.	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

1.2.2. Фізичні та механічні властивості сталі 38Х2МЮА

Таблиця 1.2. Механічні властивості в залежності від температури відпуску

t відпуску, °C	KCV, Дж/см ²	HB
Закалювання 900°C, мастило		
300	39	550
400	10	600
500	29	450
600	78	370

Таблиця 1.3. Механічні властивості при підвищенні температури

t випробування, °C	KCV, Дж/см ²
Закалювання 930-940°C, мастило Відпуск 600°C, 5 часов. HB≥255	
20	
200	12-18
300	12-22
400	12-22

Границя витривалості, σ_{-1} – 480 МПа;

Термообробка: закалювання – 940°C; відпуск – 660°C, HB 255

середовище охолодження – мастило.

Технологічні властивості: температура ковки – начало 1240°C, кінець 800°C.

Зварюємость – не застосовується за для зварних конструкцій.

Обробляємость різанням – у відоженному стані при HB 240-270 та $\sigma_B = 780$ МПа, $k_{V \text{ тв. сплава}} = 0,75$, $k_{V \text{ б. сталі}} = 0,55$.

Флокеночуттєвість – чутлива.

Схильність до відпускнуї хрупкості – не схильна.

Корозійна стійкість: сталь володіє високою стійкістю у морський та річний рідині, у лужному розчині з концентрацією 1-20% і органічних речовинах (сира нафта при 20-220°C); хороша стійкість у азотній та оцетній кислотах; задовільна стійкість у ортофосфорний кислоті та плоха стійкість у соляної та сирної кислотах.

					6261м.08.МР.06.01.ПЗ.	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

1.3. Визначення типу виробництва і його характеристика

Тип виробництва – це класифікаційна категорія, виділяється за ознаками широти номенклатури, регулярності, стабільності і об'єму випуску продукції.

Організація виробництва і характер технологічного процесу, вживані верстати і інструменти залежать від кількості виробів, що виготовляються, і трудомісткості їх виготовлення.

У машинобудівному виробництві розрізняють три основних типу виробництва: масове, серійне, одиничне. Приналежність виробництва до того або іншого типу визначається ступенем спеціалізації робочих місць, номенклатурою виробів, формою руху цих об'єктів по робочим місцям.

Розділення серійного виробництва на багатосерійне, дрібносерійне, середньосерійне – умовно, оскільки в різних галузях машинобудування при одній і тій же кількості виробів, що випускаються, в серії, але при істотній відмінності їх розмірів, складності і трудомісткості виробництво може бути віднесено до різних типів.

Для серійного виробництва характерно застосування як універсального, так і спеціального обладнання, яке розташовується по ходу технологічного процесу; оснастка – уніфікована. Технологічний процес розробляється поопераційне, кваліфікація робочих – середня.

Визначимо попередньо тип виробництва, використовуючи річний обсяг випуску і масу деталі (3,8 кг. та 4000 штук в рік). [2, с.24, таблиця3.1]

З таблиці видно, що виробництво буде среднесерійного. Серійне виробництво характеризується обмеженою номенклатурою виробів, виготовлених періодично повторюваними партіями, і порівняно великим обсягом випуску, ніж в одиничному виробництві. При серійному виробництві використовують універсальні верстати, оснащені як спеціалізованим, так і універсальним обладнанням. У серійному виробництві технологічний процес виготовлення переважно диференційований, тобто, розчленований на окремі самостійні операції, що виконуються на певних верстатах.

					<i>6261м.08.МР.06.01.ПЗ.</i>	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 1. 4. Вибір стратегії розробки технологічного процесу.

Показник технологічності процесу	Серійне виробництво
1. Форма організації технологічного процесу	Переміннопоточна
2. Повторюваність випуску деталей	Періодично повторюються
3. Уніфікація технологічного процесу	Розроблен одиничний технологічний процес
4. Заготовка	Профільний прокат
5. Припуски	По таблицям

					6261м.08.МР.06.01.ПЗ.	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

2. Технологічна частина

2.1 Аналіз технологічності конструкції деталі

Конфігурація поверхонь не викликає значних труднощів при отриманні заготовки. При аналізі деталі було виявлено такі недоліки:

- відсутні канавки під вихід інструменту на шліфованих шийках.
- відсутні фаски на шліцьовому з'єднанні.
- немає допусків на торцеве биття і перпендикулярність упорних торців підшипників.

В іншому, деталь досить технологічна.

Аналіз технологічності деталі включає обробку її конструкції з метою максимальної уніфікації елементів (діаметральних розмірів, різьб, фасок та інше), вірний вибір та простановка розмірів оптимальних допусків і шорсткості поверхні, дотримання всіх вимог, пред'явлених до заготовок та інше.

При оцінці технологічності конструкції деталі потрібно звертати увагу на ступінь використання уніфікованих (нормалізованих) конструкційних елементів, можливість застосування стандартного ріжучого, вимірювального і допоміжного інструменту та пристосувань, можливість використання типових технологічних процесів.

Кількісна оцінка технологічності деталі здійснюється за значенням чотирьох показників:

1. Коефіцієнт уніфікації

$$k_{y.e} = \frac{Q_{y.e}}{Q_e}, \text{ де } Q_{y.e} - \text{число уніфікованих типорозмірів конструкційних елементів; } Q_e - \text{число конструкційних елементів у деталі.}$$

$$k_{y.e} = \frac{29}{38} = 0,76$$

Так як $k_{y.e} > 0,6$, значить деталь за коефіцієнтом уніфікації є технологічною.

2. Коефіцієнт точності:

					6261м.08.МР.06.02.ПЗ.	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

$$k_m = 1 - \frac{1}{A_{cp}}; A_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot n_i}{n}, \text{ де } A_i - \text{квалітет точності; } n_i - \text{число елементів}$$

відповідних квалітетів точності; n – загальне число елементів.

$$A_{cp} = \frac{9 \cdot 2 + 8 \cdot 1 + 12 \cdot 1 + 14 \cdot 15 + 6 \cdot 1}{38} = 6,68$$

$$k_m = 1 - \frac{1}{6,68} = 0,85.$$

Так як $k_m > 0,8$, значить конструкція деталі по точності технологічна.

3. Коефіцієнт шорсткості

$$k_u = \frac{1}{B_{cp}}; B_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n B_i \cdot n_i}{n}, \text{ де } B_i - \text{клас шорсткості; } n - \text{число елементів від-}$$

повідно класу шорсткості.

$$B_{cp} = \frac{5 \cdot 3 + 6 \cdot 6 + 7 \cdot 10 + 11 \cdot 3}{22} = 6$$

$$k_u = \frac{1}{6} = 0,17.$$

Так як $k_u > 0,16$, значить конструкція деталі по шорсткості технологічна.

4. Коефіцієнт використання матеріала

$$k_{в.м} = \frac{M_d}{M_z}, \text{ де } M_d - \text{маса деталі, кг; } M_z - \text{маса заготовки, кг.}$$

$$k_{в.м} = \frac{3,8}{5,83} = 0,65.$$

Так як $k_{в.м} > 0,5$, значить конструкція деталі по використанню матеріала технологічна.

Якісна оцінка технологічності міститься в аналізі конструкції деталі по точності і шорсткості, а також наявності термічної обробки і її місці в технологічному процесі.

Деталь вал відноситься до класу валів і складається з поверхонь оберту та лінійних поверхонь (торцевих) не потребуючих складної форми заготовки. Деталь вал відноситься до деталей наскрізної форми і для її обробки не виникає необхід-

					6261м.08.МР.06.02.ПЗ.	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

ністи в проектуванні спеціальних пристосувань і спеціальних ріжучих та вимірювальних інструментів. Деталь достатньо міцна і жорстка, так як відношення $L/D > 5$. Всі поверхні доступні для обробки. Найбільший квалітет точності IT6, найбільший клас шорсткості – 11, значить при обробці не має потреби застосування спеціальних складних довідкових операцій.

З усього цього можливо зробити висновок: деталь технологічна.

2.2. Вибір виду й обґрунтування методу одержання заготовки

Заготовка – штампована поковка одержується на горизонтально-ковочній машині. Перед обробкою у механічному цеху деталь проходить попередню обробку – обдирку. Після чого має розміри і форму, які близькі до деталі, в наслідок чого збільшується коефіцієнт використання матеріалу.

У типовому технологічному процесі форма і розміри заготівки не дуже відрізняються від форми і розмірів деталі, що значно підвищує коефіцієнт використання металу $k_{\text{в.м}} = 0,65$, а відповідно і собівартість виготовлення деталі зменшена.

Для встановлення величини допусків і припусків на розмірі штампованої поковки необхідно встановити слідуючі параметри.

Точність виготовлення – характеризується класом точності. При штамповці на ГKM клас точності T4-T5. Приймаємо T5.

Група сталі – M2. До групи сталі M2 відносяться сталі з вмістом вуглецю від 0,35 до 0,65% чи легуючих елементів зверх 5%.

Маса поковки – орієнтовна величина розрахункової маси поковки розраховується по формулі:

$G_{np} = G_d \cdot k_p$, де – маса деталі ($G_d=3,8$), кг; k_p – розрахунковий коефіцієнт, який встановлюється у відповідності з характером деталі ($k_p=1,5$).

Тоді $G_{np} = 3,8 \cdot 1,5 = 5,7$ кг.

Ступінь складності поковки визначається відношенням маси (об'єму) поковки до маси (об'єму) фігури у яку вписується поковка

					6261м.08.МР.06.02.ПЗ.	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

$$C = \frac{G_{\text{поковки}}}{G_{\text{фігури}}}$$

$$V_{\text{фігури}} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot l = \frac{3,14 \cdot (6,86)^2}{4} \cdot 23,3 = 971,8 \text{ см}^3.$$

$$G_{\text{фігури}} = V_{\text{фігури}} \cdot 0,00785 = 971,8 \cdot 0,00785 = 7,62 \text{ кг}$$

$$C = \frac{5,7}{7,62} = 0,74$$

Приймаємо ступень складності С2.

В залежності від розрахункової маси поковки, групи сталі, ступені складності, класу точності поковки встановлюємо вихідний індекс – 16.

Основні припуски на номінальні розміри визначаємо з урахуванням вихідного індексу.

2.3. Розрахунок розмірів заготовки.

Основні припуски на номінальні розміри визначаємо з урахуванням вихідного індексу і шорсткості поверхні деталі.

Допоміжні припуски, які враховують – зміщення по поверхні роз'єму штамп – 0,3 мм; відхилення від прямолінійності – 0,3 мм.

$$d_{68,63} = d + 2P_{\text{обшд}} = 68,63 + 2 \cdot (2 + 0,3 + 0,3) = 74 \text{ мм}$$

$$d_{58} = d + 2P_{\text{обшд}} = 58 + 2 \cdot (2 + 0,3 + 0,3) = 63 \text{ мм}$$

$$d_{50} = d + 2P_{\text{обшд}} = 50 + 2 \cdot (2,5 + 0,3 + 0,3) = 56 \text{ мм}$$

$$d_{45} = d + 2P_{\text{обшд}} = 45 + 2 \cdot (2,7 + 0,3 + 0,3) = 52 \text{ мм}$$

$$d_{38} = d + 2P_{\text{обшд}} = 38 + 2 \cdot (1,9 + 0,3 + 0,3) = 43 \text{ мм}$$

$$d_{32} = d + 2P_{\text{обшд}} = 32 + 2 \cdot (1,9 + 0,3 + 0,3) = 37 \text{ мм}$$

$$d_{24} = d + 2P_{\text{обшд}} = 24 + 2 \cdot (2,3 + 0,3 + 0,3) = 30 \text{ мм}$$

$$L_{263} = L + 2P_{\text{обшд}} = 263 + 2 \cdot (2,6 + 0,3 + 0,3) = 270 \text{ мм}$$

$$L_{10} = L + 2P_{\text{обшд}} = 10 + (1,9 + 0,3 + 0,3) = 12,5 \text{ мм}$$

$$L_{40} = L + 2P_{\text{обшд}} = 40 + (1,9 + 0,3 + 0,3) = 43 \text{ мм}$$

$$L_{88} = L + 2P_{\text{обшд}} = 88 + (2 + 0,3 + 0,3) = 91 \text{ мм}$$

$$L_{104} = L + 2P_{\text{обшд}} = 104 + (2,2 + 0,3 + 0,3) = 107 \text{ мм}$$

$$L_{40} = L + 2P_{\text{обшд}} = 40 + (2 + 0,3 + 0,3) = 43 \text{ мм}$$

					6261м.08.МР.06.02.ПЗ.	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

$$L_{53} = L + 2\Pi_{\text{общ}L} = 53 + (2,5+0,3+0,3) = 56 \text{ мм}$$

$$L_{102} = L + 2\Pi_{\text{общ}L} = 102 + 2 \cdot (2,7+0,3+0,3) = 107 \text{ мм}$$

$$L_{41} = L + 2\Pi_{\text{общ}L} = 41 + (2+0,3+0,3) = 47 \text{ мм}$$

$$L_{25} = L + 2\Pi_{\text{общ}L} = 25 + (1,9+0,3+0,3) = 28 \text{ мм}$$

Для визначення об'єму штампованої поковки умовно розіб'ємо її на окремі прості елементарні фігури з постановленням розмірів з урахуванням плюсових допусків.

Визначимо об'єми цих фігур.

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4, \text{ см}^3$$

$$V = \frac{\pi}{4} [(d_1^2 \cdot l_1) + (d_2^2 \cdot l_2) + (d_3^2 \cdot l_3) + (d_4^2 \cdot l_4)] = \frac{3,14}{4} [(4,5^2 \cdot 8,3) + (6,2^2 \cdot 4,1) + (7,4^2 \cdot 4,5) + (6,2^2 \cdot 9,5)] = 743$$

$$G_3 = V \cdot \gamma = 743 \cdot 0,00785 = 5,83 \text{ кг}$$

Коефіцієнт використання матеріала:

$$k_{\text{в.м}} = \frac{3,8}{5,83} = 0,65$$

2.4. Аналіз діючого технологічного процесу.

Розробка технологічних процесів входить основним розділом в технологічну підготовку виробництва і виконується на основі принципів «Єдиної системи технологічної підготовки виробництва» (ГОСТ 14001-83).

При розробці технологічного процесу керуються наступними принципами:

- в першу чергу обробляються ті поверхні, які є базовими при подальшій обробці;
- після цього обробляють поверхні з найбільшим припуском;
- далі виконують обробку поверхонь, зняття металу з яких в найменшій мірі впливають на жорсткість заготовки;
- у початок технологічного процесу слід відносити ті операції, на яких можна чекати появу браку із-за прихованих дефектів металу (тріщин, раковин);

					6261м.08.МР.06.02.ПЗ.	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

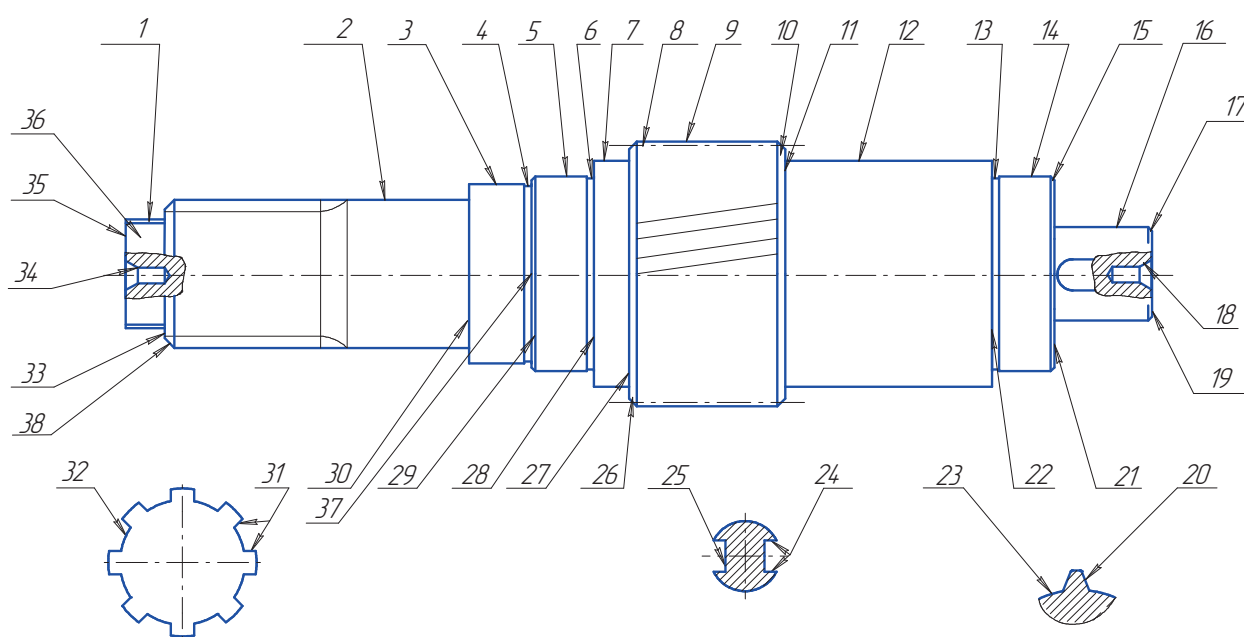
– поверхні, обробка яких пов'язана з точністю і допусками відносного розташування поверхонь (перпендикулярності, паралельності і т.і.), виготовляють при одній установці;

– поєднання чорнової, попередньої і чистої (остаточній) обробок в одній операції і на одному і тому ж устаткуванні небажано – таке поєднання допускається при обробці жорстких заготовок з невеликими припусками;

– при виборі настановних (технологічних) баз слід прагнути до дотримання двох основних умов: поєднанню технологічних баз з конструкторськими; постійності баз, тобто вибору такої бази, орієнтуючись на яку можна провести всю або майже всю обробку. Принцип базування заготівки повинен строго відповідати ГОСТ 21495-86.

2.5. Проектування маршрутного технологічного процесу

Розробку технологічного маршрута починаємо з заповнення карти вихідних даних в таблицю 2.1



Малюнок 2.1-Нумерація поверхностей деталі.

Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата

6261м.08.МР.06.02.ПЗ.

Лист

Таблиця 2.1- Карта вихідних даних.

¹ п\п	№Поверхності	Шероховатість Ra	Рекомендовані операції	Технічні вимоги
1	2	3	4	5
2	34,35,18,19	12,5	Фрезерноцентровальна	
3	1,2,4,7,9,10,11,12,13,15,17,21,22,26,27,28,29,30,	12.5	Токарна чернова Токарна чистова Шліфувальна	
4	2,22,28	3,2	Токарна чернова Токарна чистова Шліфувальна	Радіальне биття відносно осі центрів для поверхності 2;перпендикулярність до шийок торців 21 і 27.
5	5,14,16	1.6	Токарна чистова Токарна чернова Шліфувальна чернова Шліфувальна чистова	Радіальне биття відносно осі центрів; соосність поверхностей 5 і 14.
6	3	0,8	Токарна чистова Токарна чернова Шліфувальна чистова Шліфувальна чистова	
7	36	12,5	Фрезерна	
8	24,25	3,2	Шпоночнофрезерна	Симетричність шпоночних пазів відносно осі центрів. паралельність їх осей осі центрів.
9	31,32	3,2	Шліцефрезерна	
10	20,23	3,2	Зубофрезерна	Биття ділильного діаметра відносно осі центрів.

2.6. Вибір і обґрунтування технологічних баз

Враховуючи усі необхідні вимоги зроблений поопераційний план обробки, визначені технологічні установочні бази.

Дані заводського (базового) технологічного процесу по обробці зубчастого конічного колеса зведемо в таблицю 2.2.

№ операції	Названня операції	Зміст операції
000	Заготівельна	Різка проката Ø80 l=270мм
005	Контрольна	
010	Фрезерна	
015	Токарна	Торцевувати, проточити наружний діаметр до Ø72мм.
020	Слюсарна	
025	Термічна	Високий відпуск для пониження твердості і зняття напружень.
030	Токарна	Точити з припуском 0,3мм Ø658,3; з припуском 0,8мм Ø58; з припуском 1мм Ø50,Ø38,Ø45, Ø24;центрувати.
035	Круглошліфувальна	Шліфувати Ø68,63

035	Шліцефрезерна	Фрезерувати шліци з припуском 0,8мм
040	Слюсарна	
045	Промивочна	
050	Контрольна	
055	Фрезерна	Фрезерувати шпоночний паз з припуском 0,2мм; фрезерувати Ø 22мм.
060	Зубофрезерна	Нарізати зуб'я відповідно чертежу.
065	Слюсарна	Зачистити заусенці.
070	Промивочна	
075	Контрольна	
085	Хімікотермична	Азотувати (HV850...1050)
090	Круглошліфувальна	Шліфувати Ø68,63 Ø58 Ø50 Ø45 Ø24 Ø38 зняв слой азотації.
100	Шлицешлифовальна	Шліфувати шліци зняв слой азотації.
105	Координатношліфувальна	Шліфувати шпоночні пази.
110	Контрольна	Контролювати відповідно до чертежу
115	Маркіровочна	Маркувати
120	Консервація	

Представлений технологічний процес дозволяє виконати всі вимоги креслення, але трудомісткий.

Можна виключити шлицешлифовальну і координатношліфувальну операції, виконавши шліци і шпонкові пази після зняття шару азотації (чорнового шліфування). Також вважаю за доцільне діаметр заготовки зменшити до Ø 75 і всю механічну обробку вести після відпустки заготовки. У рамках оптимізації технологічного процесу для середньосерійного виробництва пропоную ввести фрезероцентровальну операцію.

2.7.Вибір устаткування й технологічного оснащення (різального інструменту, пристосувань, засобів технічного контролю)

Вибір обладнання виробляємо виходячи з технологічних можливостей верстатів і їх технічних характеристик.

Так для токарної обробки застосуємо токарновінторезний верстат з ЧПК 16K20Ф3, на нинішньому етапі розвитку електронних технологій, системи числового програмного керування несуттєво здорожують верстат і при цьому не тільки значно розширюють технологічні можливості верстата, але і підвищують його продуктивність. Застосування верстата з ЧПУ на токарній чистовій операції при контурній обробці дозволять одночасно проточити діаметри, обробити торці і отримати фаски.

					6261м.08.МР.06.02.ПЗ.	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

На фрезерноцентровальній операції застосуємо верстат МР-71.

Зубонарізання зробимо на верстаті 5К301П.

Для нарізання шліців застосуємо верстат 53А10.

Також застосуємо шпоночнофрезерний верстат 6Д91.

На шліфувальній операції круглошліфувальний верстат 3М150.

Таблиця 2.3. Загальна характеристика зубофрезерного верстата 6Д91

Діаметр оброблюваної деталі, мм	80
Довжина деталі, мм	300
Найбільший діаметр встановлюваної заготовки, мм	1400
Відстань від осі інструменту до осі шпинделя заготовки	20-135
Найбільше осьове переміщення фрези, мм	50
Частота обертання шпинделя, об/хв	500-4000
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	2,2
Габаритні розміри:	
довжина	1320
ширина	1380
висота	1500
Маса, кг	2000

Таблиця 2.4. Технічна характеристика верстата моделі 16K20Ф3

Частота обертання шпинделя об/хв	12,5-2000
Число швидкостей шпинделя	22
Найбільше переміщення супорта, мм:	
продольне	900
поперечне	250
Подача супорта, мм/об:	
продольна	3-2000
поперечна	1,5-600
Швидкість швидкого переміщення супорта, мм/мин:	
продольного	4800
поперечного	2400
Потужність електродвигуна головного привода	10
Габаритні розміри:	
довжина	3360
ширина	1710
висота	1750
Маса, кг	4000

Таблиця 2.4. Загальна характеристика фрезерно-центровального верстата МР-71

Діаметр оброблювальної заготовки, мм	25-125
Довжина оброблюваної заготовки, мм	200-500
Число швидкостей шпинделя фрези	6
Межі чисел оборотів шпинделя фрези в хвилину	125-712
Найбільший хід головки фрези (стола)	220
Межі робочих подач фрези (безступінчатого регулювання), мм / хв	20-400
Число швидкостей свердлильного шпинделя	6
Межі чисел оборотів свердлильного шпинделя в хвилину	238-1125
Хід сверлильної головки	75
Межі робочих подач сверлильної головки (безступінчатого регулювання), мм / хв	20-300
Потужність електродвигуна, кВт : фрезерної головки сверлильної головки	7,5/10 2,2/3
Тривалість холостих ходів, хв.	0,3
Габаритні розміри: довжина ширина висота	3140 1630 1740
Маса, кг	6100

Таблиця 2.5. Загальна характеристика зубофрезерного верстата 5К301П

Найбільший діаметр оброблювальної заготовки, мм	125
Найбільші розміри нарізованих коліс, мм :	
Модуль	2,5
Довжина прямозубих коліс	100
Кут нахилу зубів	±45
Найбільший діаметр встановлюваних червячних фрез, мм	100
Відстань від торця стола до осі фрези, мм	100-250
Відстань від осі інструменту до осі шпинделя заготовки	20-135
Найбільше осьове переміщення фрези, мм	50
Подача, мм/об, заготовки:	
вертикальна або продольна	0,35-45
радіальна	0,4-60
Частота обертання шпинделя інструмента, об/хв	100-500
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	2,2
Габаритні розміри:	
довжина	1320
ширина	812
висота	1820
Маса, кг	1720

Таблиця 2.6. Загальна характеристика зубофрезерного верстата 53А10

Найбільший діаметр оброблювальної заготовки, мм	125
Найбільші розміри нарізованих коліс, мм :	
Модуль	2,5
Довжина прямозубих коліс	140
Кут нахилу зубів	±45
Найбільший діаметр встановлюваних червячних фрез, мм	100
Відстань від торця стола до осі фрези, мм	100-250
Відстань від осі інструменту до осі шпинделя заготовки	0-115
Найбільше осьове переміщення фрези, мм	60
Подача, мм/об, заготовки: вертикальна або продольна радіальна	0,1-70 0,05-35
Частота обертання шпинделя інструмента, об/хв	40-900
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	3,8
Габаритні розміри:	
довжина	1370
ширина	980
висота	1660
Маса, кг	3150

Таблиця 2.7. Загальна характеристика круглошліфувального верстата
моделі 3М150

Найбільший діаметр оброблювальної деталі, мм	100
Найбільша довжина оброблювальної деталі, мм	360
Найбільший діаметр зовнішнього шліфування, мм	10–25
Найбільша довжина зовнішнього шліфування, мм	340
Висота центрів понад столом, мм	75
Найбільше повздовжнє переміщення стола, мм	400
Кут повороту стола, ° за годинниковою стрілкою проти годинникової стрілки	6 7
Швидкість автоматичного переміщення столу (безступінчасте регулювання), м/хв	0,02–4
Частота обертання, об/хв, шпинделя заготівки з безступінчастим регулюванням	100–1000
Конус Морзе шпинделя передньої бабаки і пінолі задньої бабки, мм	3
Діаметр і висота шліфувального кола	250x25
Переміщення шліфувальної бабки, мм: найбільше на одне ділення лімбу за один оберт штовханої рукоятки	80 0,002 0,0005
Частота обертання шпинделя шліфувального кола, об/хв, при зовнішньому шліфуванні	2350; 1670
Швидкість врізаної подачі шліфувальної бабки, мм/хв	0,05–5
Дискретність програмуємого переміщення (цифрової індикації) шліфувальної бабки	0,001
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	4
Габаритні розміри: довжина ширина висота	2500 2220 1920
Маса, кг	2600

Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата

6261м.08.МР.06.02.ПЗ.

Лист

Вибір засобів технологічного оснащення

Таблиця 2.8. - вибір засобів технологічного оснащення

№ оп.	Названня операції	Найменування пристосування	Найменування моделі обладнання	Найменування інструмента	Найменування контрольованого вимірювального інструмента
1	2	3	4	5	6
010	Фрезерно-центровальна	Тиски з призматичними самоцентрувальними губками ГОСТ12195-86; 21 інструментальні головки ГОСТ13041-83	Фрезерноцентровальний автомат МР-71	Центровочне свердло ГОСТ 14952-75 $\phi 4$ Р6М5(2шт) Четырёхкутная пластина Т5К10 ГОСТ 19057-80 (2шт)	Калібр з індикатором для контролю глибини центрових отворів Еталон калібру ГОСТ 4224-81
015	Токарна Чернова	Центр ГОСТ13214-67 Зажимний задній центр КМ-5 Патрон поводковий	Токарний верстат з ЧПУ 16К20Ф3	Ромбічна пластина Т15К6 ГОСТ 18877-73	Жорсткий калібр скоба
025	Токарна чистова	Центр ГОСТ13214-67 Зажимний задній центр КМ-5 Патрон поводковий	Токарний верстат з ЧПУ 16К20Ф3	Трёхкутная пластина Т5К10 ГОСТ 19057-80	Жорсткий калібр скоба ШЦ2
025	Фрезерна	Задній центр ГОСТ 18260-72 Центр ГОСТ 13214-79 Поводок роздвижний ГОСТ 16211-70 Ділильна головка	Шпоночно-фрезерний верстат 6Д91	Шпоночна фреза Р6М5 ГОСТ1940-78	
065	Зубофрезерна	Задній центр ГОСТ 18260-72 Центр ГОСТ 13214-79 Поводок роздвижний ГОСТ 16211-70 Оправка для червячної фрези	Зубофрезерний верстат 5К301П	2х заходна червячна фреза $\phi 90$ ГОСТ 19265-85 Р9К10	Еталон для контролю евольвенти, стенд з індикатором.
035	Круглошліфувальна	Поводок ГОСТ 16213-70 Центр ГОСТ 13214-79 Подвижний центр ГОСТ 18260-72	Круглошліфувальний верстат 3М150	Круг шліфувальний П2500×40×127 24А25СМ18К ГОСТ 2424-83	Калібр скоба
020	Слюсарна	Тиски ГОСТ 12246-66	Стіл	Напильник	
040	Шліцефрезерная	Задній центр ГОСТ 18260-72 Центр ГОСТ 13214-79	Шліцефрезерний станок 53А10	1но заходна червячна фреза $\phi 114$ ГОСТ 9324-80	

		Поводок раздвижной ГОСТ 16211-70 Оправка для червячной фрезы		P6M5Ф3-МП	
--	--	---	--	-----------	--

Технологічний процес розроблений для серійного виробництва. Всі зміни в ньому, в порівнянні з базовим, направлені на максимальне скорочення ручної праці, механізацію і автоматизацію процесу виробництва. Застосовуються спеціальні пристосування, комбінований інструмент, спеціальний вимірювальний інструмент, що значно скорочує виробничий цикл і окупає витрати.

2.8. Визначення міжопераційних припусків і операційних розмірів

Розрахунок припусків на механічну обробку.

Припуск – шар матеріалу, що видаляється з поверхні заготовки в цілях досягнення заданих властивостей оброблюваної поверхні.

Операційний припуск – припуск, що видаляється при виконанні однієї технологічної операції.

Проміжний припуск – припуск, що видаляється при виконанні одного технологічного переходу.

Загальний припуск – сума операційних припусків, що видаляються при виконанні всіх технологічних операцій, що здійснюються над даною поверхнею.

Припуск на обробку поверхонь деталі може бути призначений по відповідним довідковим таблицям, ГОСТам або на основі розрахунковий-аналітичного методу визначення припусків. Припуски, що призначаються по таблицям, в загальному випадку є завищеними, містять резерви зниження витрати матеріалу і трудомісткості виготовлення деталі. Область застосування цього методу – одиничне і дрібносерійне виробництво. При розрахунково-аналітичному методі розрахунковою величиною є припуск на обробку, достатній для усунення на виконуваному переході погрішностей обробки і дефектів поверхневого шару, одержаних на попередньому переході і компенсації погрішностей, що виникають на виконуваному переході. Застосування розрахунково-аналітичного методу скорочує в сере-

					6261м.08.МР.06.02.ПЗ.	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

дньому відхід металу в стружку, сприяє підвищенню технологічної культури виробництва.

Визначимо розрахунково-аналітичним методом припуски на одну з найбільш точних поверхонь шестерні. Розраховуємо операційні розміри і припуски, і розмір заготовки при обробці зовнішнього діаметру $\varnothing 50$.

Таблиця 2.9. Технологічні допуски

Найменування переходу	Точність	Шорсткість	Допуск, мкм
Заготовка	II групи	160	2200
Обточування (чорнове)	H14	80	1000
Обточування (чистове)	H9	20	100
Шліфування (чорнове)	P7	2,5	40
Шліфування (чистове)	H6	0,63	25
Доводка	H5	0,08	18

Таблиця 2.10. Міжопераційні припуски

Найменування розрахункової величини	Числове значення
Припуск на чорнове обточування $2Z_{0\min} = 2(Rz_0 + h_0) + 2\sqrt{\rho_0^2 + \varepsilon_{b0}^2}, \text{ де}$ Rz_0 – висота нерівностей профілю на попередньому переході – заготовка; h_0 – глибина дефектного поверхневого шару на переході ρ_0 – сумарне значення відхилень на попередньому переході $\rho_0 = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{ц}}^2 + \rho_{\text{см}}^2} = \sqrt{405^2 + 410^2 + 800^2} = 985 \text{ мкм}$ ε_{b1} – похибка встановлення та закріплення на даному переході $2Z_{1\min} = 2(160 + 250) + 2\sqrt{985^2 + 100^2} = 2800 \text{ мкм}$ $2Z_{1\max} = 2Z_{1\min} + TD_3 - TD_1 = 2800 + 3000 - 400 = 5400 \text{ мкм}$	$Rz_0 = 160 \text{ мкм}$ $h_0 = 250 \text{ мкм}$ $\rho_{\text{кор}} = 405 \text{ мкм}$ $\rho_{\text{ц}} = 410 \text{ мкм}$ $\rho_{\text{см}} = 800 \text{ мкм}$ $\rho_0 = 985 \text{ мкм}$ $\varepsilon_{b1} = 100 \text{ мкм}$ $2Z_{1\min} = 2800 \text{ мкм}$ $2Z_{1\max} = 5400 \text{ мкм}$
Припуск на чистове обточування $2Z_{1\min} = 2(Rz_1 + h_1) + 2\sqrt{\rho_1^2 + \varepsilon_{b1}^2}, \text{ де } Rz_1 \text{ – висота нерівностей профілю на попередньому переході;}$ h_1 – глибина дефектного поверхневого шару на переході $\rho_1 = \rho_0 \cdot 0,06$ – сумарне значення відхилень на попередньому переході $\varepsilon_{b2} = 0,06 \cdot \varepsilon_{b1}$ – похибка встановлення та закріплення на даному переході	$Rz_1 = 50 \text{ мкм}$ $h_1 = 50 \text{ мкм}$ $\rho_1 = 184 \text{ мкм}$ $\varepsilon_{b2} = 50 \text{ мкм}$ $2Z_{2\min} = 581 \text{ мкм}$

Найменування розрахункової величини	Числові значення
$2Z_{2\min} = 2(50 + 50) + 2\sqrt{184^2 + 50^2} = 581 \text{ мкм}$ $2Z_{2\max} = Z_{2\min} + TD_1 - TD_2 = 581 + 400 - 120 = 861 \text{ мкм}$	$2Z_{2\max} = 861 \text{ мкм}$
Припуск на шліфування чорнове $2Z_{2\min} = 2(Rz_2 + h_2 + \sqrt{\rho_2^2 + \varepsilon_{b2}^2})$, де Rz_2 – висота нерівностей профілю на попередньому переході; h_2 – глибина дефектного поверхневого шару на переході $\rho_2 = \rho_1 \cdot 0,04$ – сумарне значення відхилень на попередньому переході $\varepsilon_{b2} = 0,04 \cdot \varepsilon_{b1}$ – похибка встановлення та закріплення на даному переході $2Z_{3\min} = 2(25 + 25 + \sqrt{39^2 + 4^2}) = 178 \text{ мкм}$ $2Z_{3\max} = 2Z_{2\min} + TD_2 - TD_3 = 178 + 120 - 46 = 252 \text{ мкм}$	$Rz_2 = 25 \text{ мкм}$ $h_2 = 25 \text{ мкм}$ $\rho_2 = 39 \text{ мкм}$ $\varepsilon_{b3} = 4 \text{ мкм}$ $Z_{3\min} = 178 \text{ мкм}$ $Z_{3\max} = 252 \text{ мкм}$
Припуск на шліфування чистове $2Z_{3\min} = 2(Rz_3 + h_3 + \sqrt{\rho_3^2 + \varepsilon_{b3}^2})$, де Rz_3 – висота нерівностей профілю на попередньому переході; h_3 – глибина дефектного поверхневого шару на переході $\rho_3 = \rho_2 \cdot 0,04$ – сумарне значення відхилень на попередньому переході $\varepsilon_{b4} = 0,04 \cdot \varepsilon_{b3}$ – похибка встановлення та закріплення на даному переході $2Z_{4\min} = 2(10 + 20 + \sqrt{1,56^2 + 0,16^2}) = 63 \text{ мкм}$ $2Z_{4\max} = 2Z_{4\min} + TD_3 - TD_4 = 63 + 46 - 20 = 89 \text{ мкм}$	$Rz_3 = 10 \text{ мкм}$ $h_3 = 20 \text{ мкм}$ $\rho_3 = 1,56 \text{ мкм}$ $\varepsilon_{b4} = 0,16 \text{ мкм}$ $Z_{4\min} = 63 \text{ мкм}$ $Z_{4\max} = 89 \text{ мкм}$
Припуск на тонку доводку $Z_{4\min} = Rz_4 + h_4 + \rho_4 + \varepsilon_{b4}$, де Rz_4 – висота неровностей профіля на попередньому переході; h_4 – глибина дефектного поверхневого шару на переході $\rho_4 = \rho_2 \cdot 0,04$ – сумарне значення відхилень на попередньому переході $\varepsilon_{b5} = 0,04 \cdot \varepsilon_{b4}$ – похибка встановлення та закріплення на даному переході $Z_{5\min} = 2,5 + 5 + 1,08 + 0,06 = 8,64 \text{ мкм}$ $Z_{5\max} = Z_{5\min} + TD_4 - TD_5 = 8,64 + 25 - 18 = 15,64 \text{ мкм}$	$Rz_4 = 2,5 \text{ мкм}$ $h_4 = 5 \text{ мкм}$ $\rho_4 = 1,08 \text{ мкм}$ $\varepsilon_{b5} = 0,06 \text{ мкм}$ $Z_{5\min} = 8,64 \text{ мкм}$ $Z_{5\max} = 15,64 \text{ мкм}$

Таблиця 2.11. Міжопераційні розміри

Розрахунковий розмір	Обозначення	Числове значення, мкм
Розмір по кресленню	$D_{кресл}$	$50^{+0,018}_{+0,002}$
Припуск на тонку доводку	Z_{5max}	0,016
Розмір після шліфування чистового	D_{5max}	50,016
Припуск на чистове шліфування	Z_{4max}	0,089
Розмір після шліфування чорнового	D_{4max}	50,105
Припуск на чорнове шліфування	Z_{3max}	0,252
Розмір після чистового обточування	D_{3max}	50,357
Припуск на чистове обточування	Z_{2max}	0,861
Розмір після чорнового обточування	D_{2max}	51,218
Припуск на чорнове обточування	Z_{1max}	5,4
Розрахунковий розмір заготовки	D_{1max}	56,7
Прийнятий розмір заготовки	D_3	62

Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата

6261м.08.МР.06.02.ПЗ.

Лист

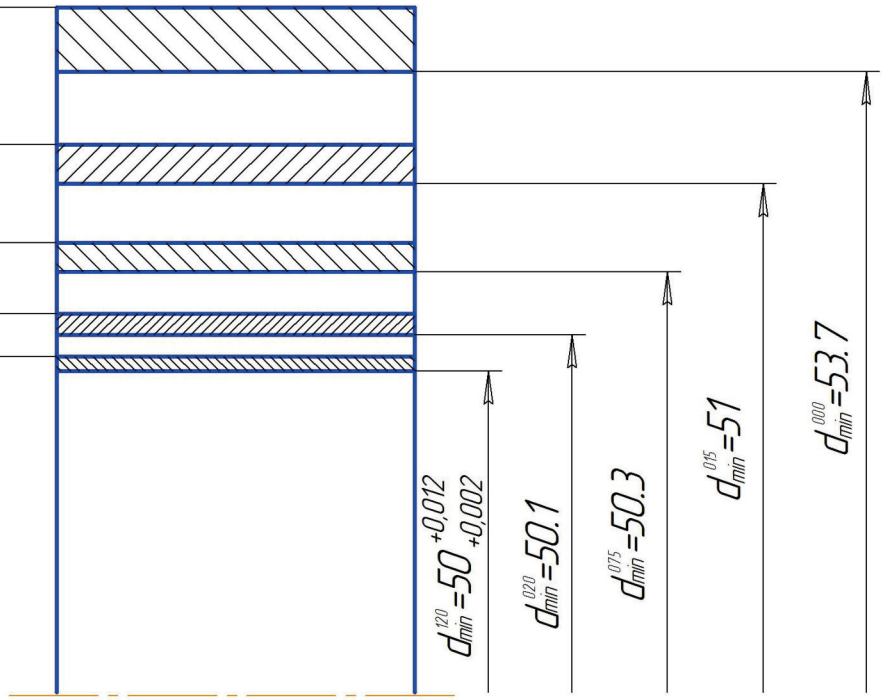
$d_{max}^{000}=56.7$

$d_{max}^{020}=51.218$

$d_{max}^{015}=50.357$

$d_{max}^{075}=50.105$

$d_{max}^{120}=50.016$



$d_{min}^{120}=50^{+0.012}_{-0.002}$

$d_{min}^{020}=50.1$

$d_{min}^{075}=50.3$

$d_{min}^{015}=51$

$d_{min}^{000}=53.7$

Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата

6261м.08.МР.06.02.ПЗ.

Лист

2.9. Розрахунок режимів різання та технічне нормування.

При призначенні елементів режимів різання враховують характер обробки, тип і розміри інструменту, матеріал його ріжучій частини, матеріал і стан заготовки, тип і стан устаткування.

Елементи режимів різання встановлюються в наступному порядку:

- Глибина різання **t**: при чорновій (попередній) обробці призначають по можливості максимальну t , рівну припуску або його більшій частині; при чистовій (остаточній) обробці, залежно від вимог точності розмірів і шорсткості обробленої поверхні.

- Подача **S**: при чорновій обробці вибирають максимально можливу подачу, виходячи з жорсткості і міцності системи СНІД, потужності приводу верстата і інших обмежуючих чинників; при чистовій обробці – залежно від необхідного ступеня точності і шорсткості обробленої поверхні.

- Сила різання – під нею звично розуміють її головну складову P_z , визначальну потужність N_e , що витрачається на різання, і що крутить момент на шпинделі верстата. Силі залежності розраховуються по емпіричним формулам.

- Швидкість різання **V** розраховується по емпіричним формулам, встановленим для кожного виду обробки, які мають загальний вигляд

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot k_v$$

Аналітичний розрахунок режимів різання виконаємо для операцій токарна та свердлильна.

2.9.1. Розрахунок режимів різання при точінні.

Вхідні дані.

Деталь – вал-шестерня

Операція – обточування поверхні.

Станок – токарно-гвинторізний 16К20Ф3, потужність $N = 10$ кВт.

Ріжучий інструмент – збірний різець для контурного точіння, Т15К6.

Матеріал – сталь 38Х2МЮА ГОСТ 5632-82, HB=270.

Характер заготовки – прокат.

					6261м.08.МР.06.02.ПЗ.	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Шорсткість – $Ra = 12,5$ мкм.

Вага заготовки – 5,83 кг.

Спосіб установки – у центрах.

Число оброблюваних заготовок – 1.

Обробка – чорнове точіння.

1 Визначення глибини різання.

$t = 0,3$ мм

2 Визначаємо подачу.

Подачу при чорновому точінні обираємо в залежності від потрібних параметрів шорсткості обробленої поверхні

$$S = 0,25 \text{ мм/об [3, с.268, табл. 14].}$$

3 Обираємо стійкість інструменту: $T = 90$ хв.

4. Розрахунок швидкості різання.

Розраховуємо оптимальну швидкість різання по формулі:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S_z^y} k_v ;$$

де C_v – поправочний коефіцієнт, $C_v = 420$ [3, с.269, табл.17];

m, x, y – показники степені; $x = 0,15$; $y = 0,2$; $m = 0,2$ [3, с.269, табл. 17];

K_v – поправочний коефіцієнт, фактичні умови різання [3, с.282]

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Nv} \cdot K_{Uv} ,$$

де K_{Mv} - коефіцієнт , що враховує якість оброблюваного матеріалу [3, с.261, табл.1];

K_{Nv} - коефіцієнт, що враховує стан поверхності заготовки; $K_{Nv} = 1,0$ [3, с.263, табл.5];

K_{Uv} – коефіцієнт, що враховує матеріал інструмента; $K_{Uv} = 1,0$ [3, с.263, табл.6];

$$K_{Mv} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_{\sigma}} \right)^{n_{\sigma}} ,$$

де K_{Γ} - коефіцієнт, характеризуючий групу сталі по оброблюваності; $K_{\Gamma} = 1.0$ [3, с.262, табл.2];

					6261м.08.МР.06.02.ПЗ.	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

σ_B - межа прочності; n_U - показник степені; $n_U = 1,0$ [3,с.262,табл.2];

Тоді:

$$K_{Mv} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{1060}\right)^{1,0} = 0,71.$$

Тоді:

$$K_v = 0,71 \cdot 0,1 \cdot 0,1 = 0,71, \text{ тоді:}$$

$$V = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,3^{0,15} \cdot 0,25^{0,2}} \cdot 0,71 = 207,8 \text{ м/хв.}$$

5. Визначаємо частоту обертання шпинделя верстата, по формулі:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$$

де V - розрахункова швидкість різання, м/мин;

Тоді:

Перехід 1: точіння $\phi 22$

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 207,8}{3,14 \cdot 22} = 3006 \text{ хв}^{-1}$$

Перехід 2: точіння $\phi 38,5$

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 207,8}{3,14 \cdot 38,5} = 1720 \text{ хв}^{-1}$$

Перехід 3: точіння $\phi 45,25$

$$n_3 = \frac{1000 \cdot 207,8}{3,14 \cdot 45,25} = 1460 \text{ хв}^{-1}$$

Перехід 4: точіння $\phi 50,2$

$$n_4 = \frac{1000 \cdot 207,8}{3,14 \cdot 50,2} = 1322 \text{ хв}^{-1}$$

Перехід 5: точіння $\phi 58,5$

$$n_5 = \frac{1000 \cdot 207,8}{3,14 \cdot 58,5} = 1130 \text{ хв}^{-1}$$

Перехід 6: точіння $\phi 69$

$$n_6 = \frac{1000 \cdot 207,8}{3,14 \cdot 69} = 958 \text{ хв}^{-1}$$

Вибрані режими коректуємо по паспорту верстата:

фактическая частота вращения шпинделя

					6261м.08.МР.06.02.ПЗ.	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Перехід 1: $n = 2000$ об/хв;

Перехід 2: $n = 1800$ об/хв;

Перехід 3: $n = 1600$ об/хв;

Перехід 4: $n = 1400$ об/хв;

Перехід 5: $n = 1200$ об/хв;

Перехід 6: $n = 1000$ об/хв;

6. Звідси знаходимо фактичну швидкість різання:

$$V = \frac{\pi D n}{1000}$$

Перехід 1:

$$V = \frac{3.14 \cdot 22 \cdot 2000}{1000} = 138 \text{ м/хв}$$

Перехід 2:

$$V = \frac{3.14 \cdot 38.5 \cdot 1800}{1000} = 217 \text{ м/хв}$$

Перехід 3:

$$V = \frac{3.14 \cdot 45.25 \cdot 1600}{1000} = 227 \text{ м/хв}$$

Перехід 4:

$$V = \frac{3.14 \cdot 50.2 \cdot 1400}{1000} = 220 \text{ м/хв}$$

Перехід 5:

$$V = \frac{3.14 \cdot 58.5 \cdot 1200}{1000} = 219 \text{ м/хв}$$

Перехід 6:

$$V = \frac{3.14 \cdot 69 \cdot 1000}{1000} = 216 \text{ м/хв}$$

7. Перевірка обраного режиму по потужності різання.

Визначаємо силу різання по формулі:

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

де C_p - поправочний коефіцієнт; $C_p = 300$ [3,с.273,табл.22]; x, y, n - показники степені; $x = 1.0$, $y = 0.75$, $n = -0.15$ [3,с.273,табл.22];

					6261м.08.МР.06.02.ПЗ.	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

K_p - поправочний коефіцієнт ;

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\tau p}$$

K_{MP} - поправочний коефіцієнт на якість оброблюваного матеріала
(3,с.264,табл.9);

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^n ,$$

де σ_s - межа прочності;

n - показник степені; $n = 0.75$ [3,с.264,табл.9];

Тоді:

$$K_{MP} = \left(\frac{1060}{750} \right)^{0.75} = 1,29$$

$K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{\tau p}$ - поправочні коефіцієнти, враховують вплив геометричних параметрів ріжучої частини інструмента на складові сили різання

$$K_{\varphi p} = 0,89 \quad K_{\gamma p} = 1,0 \quad K_{\lambda p} = 1,0 \quad K_{\tau p} = 1,0 \quad [3,с.275,табл.23];$$

Тоді:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,3^{1,0} \cdot 0,25^{0,75} \cdot 230^{-0,15} \cdot 1,29 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 158 \text{ Н.}$$

Визначаємо потужність різання по формулі:

$$N_{\text{чер}} = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60} = \frac{158 \cdot 263}{1020 \cdot 60} = 0,67 \text{ кВт}$$

Перевіряємо, чи достатня потужність приводу верстата: $N_d \cdot \eta = 10 \cdot 0.75 = 7.5$ кВт; $0,67 < 7.5$, тобто більше потужності, необхідної при різанні. Отже, обробка по призначеним режимам різання можлива.

8. Визначення основного технологічного часу.

Основний технологічний час визначається по формулі:

$$\text{Перехід 1: } T_0 = \frac{L_{p.x} \cdot i}{n \cdot S} = \frac{128 \cdot 2}{2000 \cdot 0.25} = 0,51 \text{ хв}$$

$$\text{Перехід 2: } T_0 = \frac{L_{p.x} \cdot i}{n \cdot S} = \frac{128 \cdot 2}{1800 \cdot 0.25} = 0,56 \text{ хв}$$

$$\text{Перехід 3: } T_0 = \frac{L_{p.x} \cdot i}{n \cdot S} = \frac{128 \cdot 2}{1600 \cdot 0.25} = 0,64 \text{ хв}$$

$$\text{Перехід 4: } T_0 = \frac{L_{p.x} \cdot i}{n \cdot S} = \frac{128 \cdot 2}{1400 \cdot 0.25} = 0,73 \text{ хв}$$

					6261м.08.МР.06.02.ПЗ.	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

$$\text{Перехід 5: } T_0 = \frac{L_{p.x} \cdot i}{n \cdot S} = \frac{128 \cdot 2}{1200 \cdot 0.25} = 0,85 \text{ хв}$$

$$\text{Перехід 6: } T_0 = \frac{L_{p.x} \cdot i}{n \cdot S} = \frac{128 \cdot 2}{1000 \cdot 0.25} = 1,02 \text{ хв}$$

де L_{px} - довжина робочого ходу інструмента

$L_{p.x} = l + l_1 + l_2$, де l_1 - величина врізання та перебігу різця, мм; l_2 - допоміжна довжина на взяття пробної стружки, мм.

9. Розрахунок норми штучного часу; проводиться по формулі:

$$T_{ум} = (T_0 + T_{дон}) \cdot \left(1 + \frac{a_{від} + a_{об}}{100}\right);$$

де $a_{від}$ - відсоток від підготовчо-завершального часу (складає час на відпочинок); $a_{об}$ - відсоток від підготовчо-завершального часу (складає час на обслуговування верстата).

$$a_{від} = 4\%; a_{об} = 4\%; T_{п-3} = 14 \text{ хв}; \quad [\text{по [19] к. 23}];$$

$T_{доп} = t_{уст} + t_{пер} + t_{зм}$ - допоміжний час на операцію, яка є сумою часу на установку деталі ($t_{уст}$); час, зв'язаний з переходом ($t_{пер}$); час на зміну поверхні ($t_{зм}$).

$$T_{доп} = 0,28 + 0,12 + 0,48 = 0,88 \text{ хв.}$$

По прийнятим значенням $T_{доп}$, $a_{від}$, $a_{обс}$ і T_0 розраховуємо норму штучного часу

$$\text{Перехід 1: } T_{ум} = (0,51 + 0,88) \cdot \left(1 + \frac{4 + 4}{100}\right) = 1,50 \text{ хв.}$$

$$\text{Перехід 2: } T_{ум} = (0,56 + 0,88) \cdot \left(1 + \frac{4 + 4}{100}\right) = 1,46 \text{ хв.}$$

$$\text{Перехід 3: } T_{ум} = (0,64 + 0,88) \cdot \left(1 + \frac{4 + 4}{100}\right) = 1,55 \text{ хв.}$$

$$\text{Перехід 4: } T_{ум} = (0,73 + 0,88) \cdot \left(1 + \frac{4 + 4}{100}\right) = 1,64 \text{ хв.}$$

$$\text{Перехід 5: } T_{ум} = (0,85 + 0,88) \cdot \left(1 + \frac{4 + 4}{100}\right) = 1,76 \text{ хв.}$$

$$\text{Перехід 6: } T_{ум} = (1,02 + 0,88) \cdot \left(1 + \frac{4 + 4}{100}\right) = 1,93 \text{ хв.}$$

					6261м.08.МР.06.02.ПЗ.	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

2.9.2. Розрахунок режимів різання під час шліфування.

Вхідні дані:

Деталь – вал-шестерня.

Операція – шліфувальна.

Верстат – круглошліфувальний, потужність $N = 4$ кВт.

Ріжучий інструмент – Круг шліфувальний П2500×40×127 24A25СМ18К

ГОСТ 2424-83.

Матеріал – сталь 38Х2МЮА, НВ=270.

Вага заготовки – 5,83 кг

Пристосування – патрон поводковий з центром.

Число оброблюваних заготовок – 1.

Обробка ведеться за один прохід.

1. Визначаємо глибину різання: $t = 0,4$ мм.

2. Визначаємо подачу:

Попередня обробка

$$S_m = S_{m \text{ пр}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad [4, \text{с.173}]$$

Кінцева обробка

$$S_{m.ок} = S_{m \text{ ок}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

де - $S_{m \text{ пр}}$, $S_{m.ок}$ - хвилинні подачі по таблиці, мм/хв [4,с.174,карта Ш1]

K_1 - коефіцієнт, залежний від оброблюваного матеріала і швидкості круга K_2 – коефіцієнт, залежний від припуску і точності; [4,с.174,карта Ш1]

K_3 - коефіцієнт, залежний від діаметра круга, кількості кругів і характеру поверхності [4,с.174,карта Ш1]

$$S_m = 2 \text{ мм/хв}$$

$$S_{m.пр} = 2 \cdot 1.1 \cdot 0.9 \cdot 1 = 1,98 \text{ мм/хв}$$

$$S_{m.ок} = 2 \cdot 1.1 \cdot 0.55 \cdot 1 = 1,21 \text{ мм/хв}$$

3. Визначаємо стійкість інструменту: $T = 60$ хв.

4. Розрахунок швидкості різання.

					6261м.08.МР.06.02.ПЗ.	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Визначаємо оптимальну швидкість різання по формулі:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{кр}}}{1000 \cdot 60}, \quad [4, \text{с.172, карта Ш1}]$$

де: D – діаметр круга;

$n_{\text{кр}}$ - частота обертання круга;

$$V = \frac{3.14 \cdot 500 \cdot 1900}{1000 \cdot 60} = 50 \text{ м/хв}$$

5. Визначаємо частоту обертання шпинделя верстата, по формулі:

Швидкість обертання деталі:

$$n = \frac{1000 \cdot 50}{3.14 \cdot 50} = 318 \text{ хв}^{-1}$$

Уточнюємо швидкість обертання деталі за паспортом верстата $n=320 \text{ мин}^{-1}$

Дійсна швидкість різання

$$n = \frac{3.14 \cdot 320 \cdot 50}{1000} = 50.26 \text{ хв}^{-1}$$

6. Визначення часу виходжування

$$t_{\text{вих}} = 0.09 \text{ хв} \quad [4, \text{с.175}]$$

Визначення величини шару, знімаемого при виходжуванні

$$a_{\text{вих}} = 0.03 \text{ мм} \quad [4, \text{с.174, карта Ш1}]$$

Розрахунок машинного часу

$$t_{\text{м}} = \frac{1.3 a_{\text{пр}}}{S_{\text{м.пр}}} + \frac{a_{\text{ок}}}{S_{\text{м.ок}}} + t_{\text{вих}}$$

де: $a_{\text{пр}}$ - величина шару знімаемого при попередній обробці;

$a_{\text{ок}}$ - величина шару знімаемого при остаточній обробці;

$S_{\text{пр}}$ – подача на етапі попередньої обробки;

$S_{\text{ок}}$ – подача на етапі остаточної обробки;

$$a_{\text{ок}} = a - (a_{\text{пр}} - a_{\text{вих}}) \quad [4, \text{с.169}]$$

$$a_{\text{пр}} = (0.4 - 0.5)a \quad [4, \text{с.169}]$$

$$a_{\text{пр}} = 0.2$$

					6261м.08.МР.06.02.ПЗ.	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

$$a_{OK}=0.4-(0.17+0.03)=0.2 \text{ мм}$$

$$t_M = \frac{1.3 \cdot 0.2}{1.98} + \frac{0.2}{1.21} + 0.03 = 0.33 \text{ хв}$$

2.9.3 Розрахунок режимів різання під час фрезерування.

Вхідні дані.

Деталь – вал-шестерня

Операція – фрезерування.

Станок – зубофрезерний верстат 6Д91

Ріжучий інструмент – фреза кінцева $\phi 12$ з напаяними пластинами Т15К6

Матеріал – сталь 38Х2МЮА ГОСТ 5632-82, НВ=270.

Характер заготовки – прокат.

Шорсткість – $Ra = 12,5$ мкм.

Вага заготовки – 5,83 кг.

Пристосування - патрон поводковий з центром, ділильна головка

Число оброблюваних заготовок – 1.

Обробка – фрезерування.

1 Визначення глибини різання.

$$t=0,3 \text{ мм}$$

2 Визначаємо подачу.

Подачу при фрезеруванні обираємо в залежності від потрібних параметрів шорсткості обробленої поверхні

$$S = 0,06 \text{ мм/об [3, с.238, табл. 3,4].}$$

3 Обираємо стійкість інструменту: $T = 80$ хв.

4. Розрахунок швидкості різання.

Розраховуємо оптимальну швидкість різання по формулі:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^X \cdot S_Z^Y \cdot B^U \cdot Z^P} K_V$$

					6261м.08.МР.06.02.ПЗ.	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

де C_v – таблична швидкість різання;

D – діаметр фрези;

T – стійкість інструмента;

t – припуск;

S_z – подача на зуб;

B – ширина знімаемого шару;

Z – число зубів фрези;

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{UV}$$

де K_{MV} – коефіцієнт враховуючий властивості матеріала;

K_{PV} – коефіцієнт враховуючий якість поверхності;

K_{UV} – коефіцієнт враховуючий матеріал інструмента;

$$K_{MV} = 0.95, K_{PV} = 1, K_{UV} = 1 \quad [3, \text{с.287, таблиця 39}]$$

$$K_V = 0.95 \cdot 1 \cdot 1 = 0.95$$

$$q=0.44, x=0.24, y=0.26, u=0.1, p=0.13, m=0.37; \quad [3, \text{с.287, таблиця 39}]$$

$$V = \frac{234 \cdot 12^{0.44}}{80^{0.37} \cdot 3^{0.24} \cdot 0.06^{0.26} \cdot 10^{0.14^{0.13}}} \cdot 0.95 = 138.85 \text{ м/хв}$$

1. Визначаємо частоту обертання фрези, по формулі:

$$n = \frac{1000 \cdot 138.85}{3.14 \cdot 12} = 3600 \text{ хв}^{-1}$$

Уточнимо частоту обертання фрези за паспортом верстата:

$$n=2200 \text{ хв}^{-1}$$

6. Перевірка обраного режиму по потужності різання.

					6261м.08.МР.06.02.ПЗ.	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Визначаємо силу різання по формулі:

$$P_Z = \frac{10 \cdot C_P \cdot t^X \cdot S_Z^Y \cdot B^n \cdot Z}{D^q \cdot n^W} \cdot K_{MP}$$

$C_P=12.5$, $X=0.85$, $Y=0.75$, $U=1$, $q=0.73$, $W=-0.13$, $K_{MP}=1$;
[3,с.291,таблиця 41]

$$P_Z = \frac{10 \cdot 12.5 \cdot 3^{0.85} \cdot 0.06^{0.75} \cdot 10^0 \cdot 4}{12^{0.73} \cdot 2200^{-0.13}} \cdot 1 = 17.1 \text{ кВт}$$

$$N_{PE3} = \frac{P_Z \cdot D}{1020 \cdot 60}$$

$$N_{PE3} = \frac{17.1 \cdot 12}{1020 \cdot 60} = 0.04 \text{ кВт}$$

Визначаємо потужність на шпинделі верстата по формулі:

$$N_{\text{ш}} = N_{\text{д}} \cdot \eta$$

де $N_{\text{СТ}}$ - потужність верстата;

$N_{\text{д}}$ - потужність двигуна верстата;

η - коефіцієнт корисної дії верстата;

$$N_{\text{СТ}}=2.2 \cdot 0.75=1.65 \text{ кВт}$$

Отже, обробка по призначеним режимам різання можлива.

					6261м.08.МР.06.02.ПЗ.	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

2.9.4. Розрахунок режимів різання під час зубофрезерування.

Вхідні дані.

Деталь – вал-шестерня

Операція – зубофрезерування.

Станок –зубофрезерний верстат 5К301П

Ріжучий інструмент – фреза червячна $\phi 115$ збірна, однозаходна

Матеріал інструмента – Р6М5Ф3

Характер заготовки – прокат.

Шорсткість – $Ra = 12,5$ мкм.

Вага заготовки – 5,83 кг.

Пристосування - патрон поводковий з центром, ділильна головка

Число оброблюваних заготовок – 1.

Обробка – зубофрезерування.

1. Розрахуємо довжину робочого ходу фрези.

$$L_{Р.Х.} = L_{РЕЗ} + Y + L_{ДОП}, \quad [4, \text{с.139, карта 3-1}]$$

де $L_{Р.Х.}$ - довжина робочого ходу фрези;

Y – довжина перебігу і врізання;

$L_{ДОП}$ – довжина додаткового ходу;

$$L_{РЕЗ} = \frac{b}{\cos \beta}$$

де b – ширина вінця;

β - кут нахилу зубів;

$$L_{РЕЗ} = \frac{40}{\cos 8^{\circ} 6' 34''} = 40.4 \text{ мм}$$

$$Y = 22 \text{ мм}, \quad [4, \text{с.304}]$$

					6261м.08.МР.06.02.ПЗ.	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

$$L_{pX}=40.4+22=62.4 \text{ мм}$$

2. Визначимо подачу і швидкість різання.

$$S_0 = S_{\text{ТАБ}} \cdot K_S \cdot \cos \beta$$

де $S_{\text{ТАБ}}$ – таблична подача фрези за один оборот заготовки;

S_0 - подача фрези за один оборот заготовки;

K_S – коефіцієнт враховуючий властивості матеріалу;

$$V = V_{\text{ТАБ}} \cdot K_1 \cdot K_2$$

де K_1 – коефіцієнт враховуючий властивості матеріалу;

K_2 - коефіцієнт враховуючий властивості матеріалу інструмента;

$$S_{\text{ТАБ}}=1.8\text{мм/об}, V_{\text{ТАБ}}=60 \text{ м/мин}, K_1=1.5, K_2=1.2, K_S=1.5 \quad [4, \text{с.148, карта 3-2}]$$

$$S_0 = 1.8 \cdot 1.5 \cdot \cos 8^\circ 6' 34'' = 3 \text{ мм/об}$$

$$V_0 = 60 \cdot 1.5 \cdot 1.2 = 110 \text{ м/хв}$$

Знайдемо частоту обертання фрези.

$$n = \frac{1000 \cdot 110}{3.14 \cdot 114} = 307 \text{ хв}^{-1}$$

Уточнимо знайдену частоту за паспортом верстата.

$$n=300 \text{ хв}^{-1}$$

Знайдемо дійсну швидкість різання.

$$V_d = \frac{3.14 \cdot 114 \cdot 300}{1000} = 107.4 \text{ м/хв}$$

					6261м.08.МР.06.02.ПЗ.	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

3. Знайдемо тривалість обробки.

$$t_M = \frac{L_{p.x.} \cdot Z}{S_0 \cdot n \cdot \varepsilon \cdot q}, \quad [4, \text{с. 140, карта 3-1}]$$

де Z – число зубів шестерні;

ε - число заходів фрези;

q – кількість одночасно оброблюваних деталей;

$$t_M = \frac{62.4 \cdot 31}{3 \cdot 300 \cdot 1 \cdot 1} = 2.15 \text{ хв}$$

					6261м.08.МР.06.02.ПЗ.	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

3. Конструкторська частина

3.1. Розрахунок черв'ячної фрези

Для нарізання циліндричних коліс використовуються черв'ячні фрези, які нарізають зубчасте колесо за методом обкатування. Черв'ячна фреза являє собою черв'як, спряжений з нарізувальним колесом. Він перетворюваний у ріжучий інструмент шляхом прорізання стружкових канавок і створення задніх кутів затилування.

На зубофрезерувальному верстаті 5К301П виконується нарізання черв'ячною фрезою циліндричного зубчастого колеса з числом зубців $z=167$, модулем $m=4$, кутом нахилу зуба $\beta=0$, кутом профілю $\alpha=28^\circ$, ступінь точності 5-4-4-V, висота ножки зуба $h_f=6$ мм, висота головки зуба $h_a=5$ мм.

Обираємо ріжучий інструмент. Приймаємо черв'ячну модульну фрезу цільну з швидкоріжучої сталі Р6М5

Визначимо основні розміри фрези та розміри профілю зубців в нормальному та осьовому розрізах, а також геометричні елементи леза робочої частини фрези.

1. Визначаємо нормальний шаг профілю зубців у нормальному розрізі

$$P_{n0} = P_t = \pi m = 3,14 \cdot 4 = 12,566 \text{ мм}$$

2. Приймаємо кут у нормальному розрізі рівним куту профілю

$$\alpha_{n0} = \alpha = 28^\circ$$

3. Товщина зуба у нормальному розрізі складає:

$$S_{n0} = S_t = P_{n0} - S_t = \pi m - \frac{\pi m}{2} = \frac{\pi m}{2} = 6,283 \text{ мм}$$

$$\Delta S_{n0} = 0,161 \text{ — похибка товщини зуба}$$

$$\delta S_{n0} = 0,03 \text{ — 6-я ступінь точності}$$

Остаточню визначаємо товщину зуба

$$S_{n0} = \frac{\pi m}{2} + \Delta S_{n0} = 6,444 \text{ мм}$$

4. Висота головки зуба

					2267ст.08.КРБ.04.03.ПЗ.	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

$$h_{a0} = (h_a^* + c^*)m = (1 + 0,25) \cdot 4 = 5 \text{ мм}$$

$$h_a^* = 1,0 \text{ мм}; c^* = 0,25 \div 0,4 \text{ (с – ширина калібруюча частина)}$$

$$c = c^* m = 0,25 \cdot 4 = 1;$$

5. Висота зуба

$$h_0 = 2(h_a^* + c^*) = 10 \text{ мм}$$

7. Висота ножки зуба до фланка

$$h_{f0} = 5 \text{ мм}$$

8. Радіус при вершини

$$\rho_{a0} = \frac{c}{1 - \sin \alpha} = \frac{1}{1 - \sin 28^\circ} = 1,89$$

$$\rho_{a0} \approx (0,35 \div 0,4)m = 0,35 \cdot 4 = 1,4 \div 1,6$$

Радіус у впадини

$$\rho_{f0} = (0,2 \div 0,3)m = 0,25 \cdot 4 = 1,0$$

9. Товщина головки зуба

$$S_{na} = S_{n0} - 2h_{a0} \cdot \operatorname{tg} \alpha = 1,13 \text{ мм}$$

Товщина ножки зуба

$$S_{nb} = P_n - (S_{no} + 2h_{f0} \cdot \operatorname{tg} \alpha) = 12,566 - (6,444 + 2 \cdot 5 \cdot \operatorname{tg} 28^\circ) = 0,805 \text{ мм}$$

10. Кут підняття вітка

$$\sin \gamma_{m0} = \frac{P_{n0}}{\pi d_{m0}} = \frac{m}{d_{m0}} = \frac{4}{164,96} = 0,0242$$

11. Середній розрахунковий діаметр фрези

$$d_{m0} = \frac{m}{\sin \gamma_{m0}} = \frac{4}{\sin 1^\circ 23' 22''} = 164,96 \text{ мм (за кресленням)}$$

12. Зовнішній діаметр фрези

$$d_{a0} = m \left[\frac{z_{зах}}{\sin \gamma_{m0}} + 2(h_a^* + c^*) \right] = 4 \cdot \left[\frac{1}{0,0242} + 2(1 + 0,25) \right] = 174,96$$

13. Число зубців фрези

					2267ст.08.КРБ.04.03.ПЗ.	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

$$z_n = b \frac{360^\circ}{\arccos \frac{d_{a0} - 2h_0}{d_{a0}}} = 1,3 \cdot \frac{360}{\arccos \frac{174,96 - 2 \cdot 10}{174,96}} = 16,9 \approx 17 \text{ зубців}$$

$$z_u = 20 \text{ зубців (за кресленням)}$$

14. Величина затилування фрези

$$k = \frac{\pi d_{a0} \cdot \operatorname{tg} \alpha_\beta}{z_u} = \frac{3,14 \cdot 174,96 \cdot \operatorname{tg} 15^\circ}{20} = 7,36$$

$$k = 7 \text{ (за кресленням)}$$

16. Задній кут при вершині

$$\alpha_\beta = 15^\circ$$

17. Глибина канавки

$$H = h_0 + k + r_k = 10 + 7 + 1 = 18 \text{ мм}$$

18. Кут канавочної фрези

$$\varepsilon = 22^\circ 30'$$

19. Радіус закруглення впадини зуба

$$r_b = 0,5 d_{a0} \cdot \sin \alpha_\beta = 0,5 \cdot 174,96 \cdot \sin 15^\circ = 22,65 \text{ мм}$$

20. Довжина робочої частини

$$L_1 = 2\sqrt{(d_{a0} - h)h} + 2S_{x0} + (2 \div 3)P_{x0} = 2\sqrt{(174,96 - 10) \cdot 10} + 2 \cdot 6,57 + 2 \cdot 11 = 116,38$$

Загальна довжина фрези

$$L = 116,38 + 2 \cdot 4 = 124 \text{ мм}$$

21. Середній діаметр фрези

$$d_{m0} = 174,96 - 2 \cdot 5 - 2 \cdot 0,25 \cdot 7 = 161,5 \text{ мм}$$

					2267ст.08.КРБ.04.03.ПЗ.	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

3.2. Пристосування для фрезерування.

Опис та характеристика пристосування.

Пристосування – це допоміжний пристрій, що використовується при механічній обробці, зборці, та контролі виробів.

Вимоги, що пред'являються до затискних пристроїв:

- вони повинні бути надійними в роботі, прості по конструкції й зручні в обслуговуванні;
- не повинні деформувати закріплюваної заготовки і псувати їхньої поверхні;
- закріплення й відкріплення повинне бути з мінімальною витратою сил і часу;
- вони повинні забезпечувати рівномірне затискання заготівель;
- затискні пристрої повинні бути достатньо жорсткими.

Роль верстатних пристосувань у здійсненні технологічних процесів механічної обробки вал-шестерні особливо велика. Їх застосування допоможе підвищити продуктивність праці, досягти високої якості обробки і, як наслідок, зменшити собівартість виготовлюваної деталі.

Опис конструкції.

Гідропласт - мінеральне масло або пластична маса поміщається в замкнуту порожнину пристосування.

У каналах повзуна поміщені гідропласт 2 і один плунжер 6. За допомогою гвинта повзун переміщається в направляючих і затискає оброблювані деталі.

Тиск з боку гвинта рівномірно передається на плунжер не залежно від коливання розміру 1 деталей. При розкріпленні повзун разом з плунжером повертаються у вихідне положення. Різьбовою пробкою закривається порожнина з гідравлічним середовищем.

					2267ст.08.КРБ.04.03.ПЗ.	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Гідропласт марки СМ має вигляд легкої прозорої коричневої маси, що нагадує гуму; володіє більш високою твердістю і в'язкістю в порівнянні з гідропластом ДМ і застосовується для заповнення порожнин центруючих пристосувань (патрони, оправки).

Основні експлуатаційні характеристики гідропласт СМ.

1. На кожні 100 кг/см³ тиску обсяг маси зменшується на 0,5%.
2. Момент початку просочування гідропласта через зазори в рухомих з'єднаннях залежить від величини зазорів і тисків.
3. Втрати на тертя при переміщенні гідропласта призводять до нерівномірності передачі тиску.
4. Гідропласт СМ плавиться при температурі 140°, а перетворюється на студень (гель) при 120°. може працювати в температурному режимі від +5 до +60°; при температурі нижче +5 о маса твердне і стає непридатною для експлуатації.

Міри безпеки при роботі з пристосуванням.

1. При роботі з пристосуванням на фрезерних або свердлильних верстатах необхідно дотримуватись всі загальні норми по техніці безпеки роботи на цих верстатах
2. При установці пристосування необхідно користуватися вантажопідйомними засобами
3. Розташування вузлів пристосування на столі верстата повинне бути таким, щоб його габарити не виходили за межі робочої площини столу.
4. Під час закріплення знати міру обережності щоб уникнути травм рук.
- 5 Пневмокамеру перевіряти на герметичність не рідше ніж раз у півроку.

Розрахунок пристосування.

					2267ст.08.КРБ.04.03.ПЗ.	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Розрахунок сил затиску і переміщень плунжерів. Після затиску в замкнутій порожнині механізму створюється гідростатичний тиск p кг/см² і всі ланки знаходяться в рівновазі.

При наявності на плунжерах зворотніх пружин формула приймає вигляд

$$W = Q \left(\frac{D}{d} \right)^2 \eta - P,$$

W – сила зажима кожним робочим плунжером, кг;

Q – исходная сила, развиваемая нажимным плунжером, кг;

η - к.п.д ($\eta=0,90 \dots 0,95$);

P – сопротивление пружин, кг;

Таким чином отримуємо:

$$W = 53,98 \cdot \left(\frac{20}{17} \right)^2 \cdot 0,94 - 29 = 41 \text{ кг}$$

3.3. Контрольно-вимірвальне пристосування

При виборі засобів контролю необхідно враховувати велику кількість різних факторів, серед яких наступні:

- відповідність точності і габаритів приладу технічним умовам креслення контрольованої деталі;
- наявність необхідного приладу або можливість його замовлення;
- вартість приладу й ресурс;
- оптимальне застосування прогресивних і автоматизованих, універсальних і стандартизованих засобів контролю для даних умов;
- систематичне підвищення продуктивності праці і зниження трудомісткості контролю;

					2267ст.08.КРБ.04.03.ПЗ.	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

- можливість переналагодження і багаторазового використання.

При виконанні перерахованих вище умов обраним засобом контролю значно підвищується ефективність процесу контролю, скорочуються витрати часу фінансів, ресурсів і виробничих факторів.

Під методом виміру розуміють сукупність прийомів використання принципів і засобів вимірювання, обрану для вирішення конкретної вимірювальної завдання.

Метод безпосередньої оцінки - метод вимірювання, в якому значення величини визначають безпосередньо по звітному влаштуванню вимірювального приладу прямої дії, заздалегідь градуйованого в одиницях вимірюваної фізичної величини.

Метод порівняння з мірою - метод вимірювання, в якому вимірювану величину порівнюють з величиною відтворюється мірою.

Вибір засобів контролю здійснюється з урахуванням його метрологічних характеристик (межі виміру, межі показання, ціна розподілу і точність вимірювання), конструктивних особливостей деталей (габарити, маса, жорсткість, шорсткість поверхонь), економічних міркувань, а також з урахуванням поліпшення праці контролерів.

Однією з важливих характеристик вала-шестерні, контрольованих в ході технологічного процесу, є радіальне биття. Для здійснення точного контролю даного параметра можна застосувати пристосування для контролю валів в центрах.

На рис. 3.1 представлено пристосування для контролю валів в центрах, що дозволяє проводити вимірювання відхилень від круглості, циліндричності профілю поздовжнього перерізу, торцевого і радіального биття. Крім того, представлена схема вимірювання.

На потужному литому підставі 1, що має у верхній частині напрямні, встановлено дві бабки 2, 3 з центрами і рухома, каретка 11 зі стійкою, в якій кріпиться ІГ. Для попереднього налаштування на розмір L , де L - довжина контрольованого валу, бабки можуть переміщатися по напрямних підстави і фіксуватися в потрібному положенні за допомогою рукоятки 4, болта 5 і гайки 6. Ліва бабка 2

					2267ст.08.КРБ.04.03.ПЗ.	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

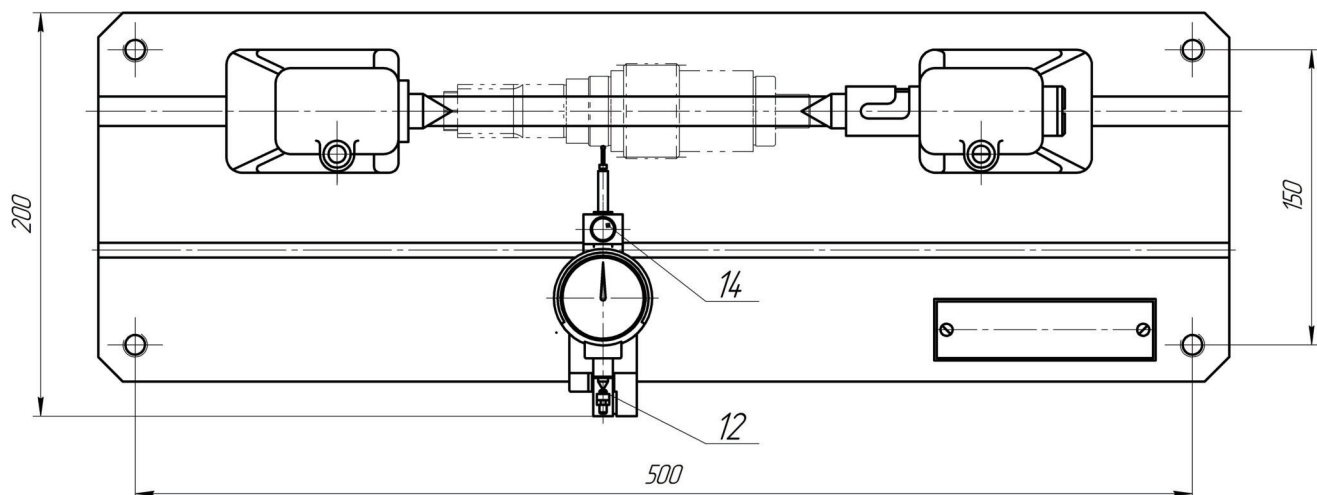
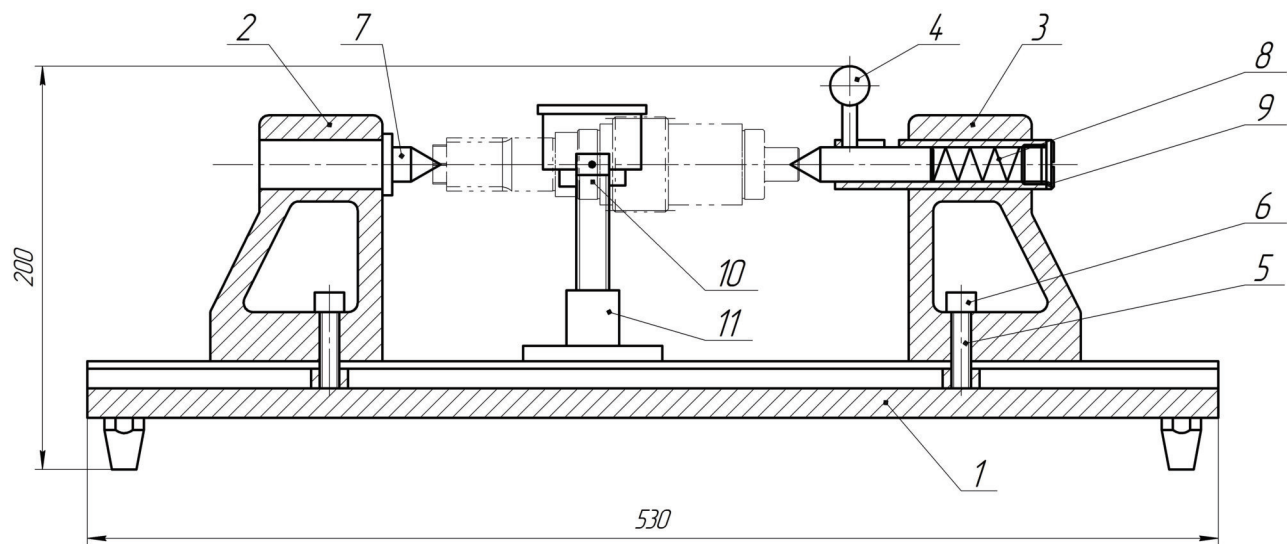
має нерухомий центр, встановлений в конічний отвір пінолі 7, яка закріплена в отворі бабки гайкою 13. Права бабка має рухливий в осьовому напрямку центр, який вставляється в піноль. Остання піджата пружиною 8.

Кріплення ІГ на стійці звичайне - з допомогою гвинта 14, двох державок 15 і ползушки 10. Сійка ІГ має можливість переміщення в пазу каретки 11 і закріплюється в ній двома гайками. Основні технічні вимоги до виготовлення пристосування наступні:

а) взаємне зміщення осей центрів не більше 0,01 мм;

б) в експлуатації пристосування при перевірці осей центрів контрольної оправкою ($l = 300$ мм), відхилення показань ІГ в вертикальній і горизонтальній площинах допускається не більше 0,05 мм.

					2267ст.08.КРБ.04.03.ПЗ.	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		



Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата

2267см.08.КРБ.04.03.ПЗ.

Лист

4. Охорона праці.

Вступ

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційних заходів та засобів, забезпечуючих безпеку та зберігання здоров'я людини в процесі праці. Це заходи можна поділити на технічні, організаційні, а також міри індивідуального захисту працюючих. Першорядне значення мають технічні міри (технічна небезпека), які включають конструювання машин та проектування виробничих процесів, небезпечних та нешкідливих для життя та здоров'я працюючих: розробку захисних приладів, відпорядження небезпечних зон. Сюди можна віднести вентилюючи, опалення та освітлення виробничих приміщень та робочих місць, міри з електробезпеки працюючих, їхнього захисту від електромагнітних полів та іонізуючих випромінювань.

Чи маловажливе значення мають також організаційні міри: навчання виробничого персоналу небезпечним методам та прийомам роботи, вибір правильного режиму праці та відпочинку для людей різноманітних професій, профілактика професійних захворювань. Способи індивідуального захисту є міра до котрої працівники повинні прибігати тому, що раніше не було прийнято посадових технічних, а також організаційних мір по захисту їх життя та здоров'я на виробництві. З розвитком науково-технічного прогресу підвищується удільна вага агрегатних верстатів, автоматів, автоматичних ліній, верстатів та ліній з програмним управлінням. Все це виявляє позитивний вплив на продуктивність та покращення умов праці при обробці металів різанням. Разом з цим впливає ряд проблем безпеки та гігієни праці. У зв'язку із зростанням швидкості різання швидкохідними верстатами, попередження травмувань, обертаючими частинами верстатів, обробляючої деталі, ріжучим інструментом, та відлітаючої стружки, обезпилювання потребує серйозної уваги, особливо при роботі на універсальних та спеціальних верстатах.

					6261м.08.МР.06.04.ПЗ.	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

4.1. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів проєктуємого об'єкту

При механічній обробці металів на металорізючих верстатах виникає ряд фізичних, хімічних, психофізіологічних та біологічних небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

Рухомі частини виробничого обладнання: переміщуючи вироби та заготовки; стружка оброблювальних матеріалів, осколки інструментів, висока температура поверхні оброблювальних деталей та інструменту, підвищена напруга в електроланцюгу або статичної електриці, при якому може відбуватися замкнення через тіло людини, відноситься до категорії фізичних небезпечних факторів.

Так металева стружка, має високу температуру (400–600°C) та велику кінетичну енергію, представляє серйозну небезпеку не тільки для працюючих на верстаті, а також і для осіб, які знаходяться поблизу верстата. Найбільш розвинені у верстатників являються травми очей. Отже при токарній обробці від загальної кількості виробничих травм ушкодження очей перевищує 50%, при свердлуванні 10%, та близько 8% при заточці інструменту. Очі пошкоджуються відлітаючою стружкою, частками типу оброблюваного матеріалу, частками ріжучого інструменту та частками абразиву.

Фізичними шкідливими виробничими факторами, характерними для процесу різання, являється підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони: високий рівень шуму та вібрації; недостатньо освітлена робоча зона, наявність прямої та відображеної блискучості, підвищена пульсація світлового потоку.

Продукти термоокисленної деструкції (межові та немежові вуглеводні, а також ароматичні вуглеводні) можуть викликати наркотичну дію зі сторони центральної нервової системи, судинної системи, кровотворних органів, внутрішніх органів, а також шкірних трофічних порушень. Аерозоль нафтових масел, які входять у склад змащувально-охолоджувальної рідини, можуть викликати роздратування слизових оболонок верхніх дихальних шляхів, сприяючи зниженню шумобіологічної реактивності.

					6261м.08.МР.06.04.ПЗ.	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

До психофізіологічно шкідливого виробничого фактора процесів обробки матеріалів різанням можна віднести – фізичні перевантаження при встановленні, закріпленню та зняттю крупногабаритних деталей, перевантаження зору, монотонність праці.

До біологічних факторів відносяться хвороботворні мікроорганізми та бактерії, які виявляються при роботі з ЗОР.

4.2. Запобігання дії запилення та загазовуванню повітря на працюючий персонал

Для забезпечення чистоти повітря та нормалізації параметрів мікроклімату в промисловому приміщенні крім місцевих висмоктуючих пристроїв, забезпечують видалення шкідливих речовин з зони різання (пилу, дрібної стружки та аерозолів ЗОР), повинна бути передбачена приточно-витяжна загальнообмінна система вентиляції.

Приміщення, в яких зберігаються та готуються суміші бактерицидів для ЗОР, повинні бути обладнані місцевою витяжною вентиляцією.

Приміщення у цехах, а також на ділянках обробки різання, перебування в котрих пов'язано з небезпекою для працюючих, повинно бути відділене від інших приміщень ізолюючими перегородками, мати місцеву витяжну вентиляцію та знаки безпеки по ГОСТ 12.4.026-76.

Для зняття статичної електрики пилеприймальники та повітропроводи вентиляційних установлень повинні мати заземлення по ГОСТ 12.1.030-81.

Приміщення та повітропроводи від місцевих відсасувачів та, загальнообмінної вентиляції повинні очищуватися за графіком, затвердженим відповідно з прийнятою на підприємстві формі внутрішньої документації.

Відповідним чином з вимогами СН та П П 33-75, ворота, двері та технологічні пройоми повинні бути обладнані повітряними та повітряно-тепловими завісами.

За величиною гранично допустимої концентрації (ГДК) в повітрі робочої зони шкідливі речовини поділяються на чотири класи небезпеки:

					6261м.08.МР.06.04.ПЗ.	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

- 1-й – речовини надзвичайно небезпечні, ГДК менше $0,1 \text{ мг/м}^2$ (свинець, ртуть, озон).
- 2-й – речовини високо небезпечні, ГДК $0,1 \dots 1,0 \text{ мг/м}^2$ (кислоти сірчана та соляна, хлор, фенол).
- 3-й – речовини помірно небезпечні, ГДК $1,1 \dots 10,0 \text{ мг/м}^2$ (вінілацетат, толуол, ксилон, спирт метиловий).
- 4-й – речовини малонебезпечні, ГДК більше $10,0 \text{ мг/м}^2$ (аміак, гас, ацетон, газ).

4.3. Захист від вібрацій

Загальні методи боротьби з вібрацією базуються на аналізі рівнянь, котрі описують коливання машин у виробничих умовах і класифікуються наступним чином:

1. Зниження вібрації в джерелі її виникнення досягається шляхом зменшення сили, яка викликає коливання. Тому ще на стадії проектування машин та механічних пристроїв потрібно вибирати кінематичні схеми, в котрих динамічні процеси, викликані ударами та прискоренням, були б виключені або знижені. Зниження вібрації може бути досягнуте зрівноваженням мас, зміною маси або жорсткості, зменшенням технологічних допусків при виготовленні і складанні, застосованих матеріалів з великим внутрішнім тертям. Велике значення має підвищена точність обробки та зниження жорсткості поверхонь що труться.

2. Відлагодження від режиму резонансу. Для послаблення вібрації істотне значення має запобігання резонансним ділянкам роботи з метою виключення резонансу з частотою змішувальної сили.

Власні частоти окремих конструктивних елементів визначаються розрахунковим методом за відомими значеннями маси та жорсткості або експериментально на стендах. Резонансні режими при роботі технічного обладнання усуваються двома етапами: зміною характеристик системи (маси або жорсткості), або встановленням іншого режиму роботи (відлагодження резонансного значення кутової частини змішувальної сили).

					6261м.08.МР.06.04.ПЗ.	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

3. Вібродемпферування. Цей метод зниження вібрацій реалізується шляхом перетворення енергії механічних коливань коливної системи в теплову енергію. Збільшення витрат енергії в системі здійснюється за рахунок використання в якості конструктивних матеріалів з великим внутрішнім тертям: пластмас, металогуми, сплавів марганцю та міді, нікелетитанових сплавів, нанесення на вібруючі поверхні шару пружнов'язких матеріалів, котрі мають великі втрати на внутрішнє тертя. Найкращий ефект при використанні вібродемпферних покриттів досягається в області резонансних частот, оскільки при резонансі значення впливу сил на зменшення амплітуди зростає.

Найбільший ефект вібродемпферні покриття дають умови, що протяжність вібродемпферного шару співрозміра з довжиною хвилі зміну в матеріалі конструкції.

Добре демпфірують коливання мастильні матеріали.

4. Віброгасіння. Для динамічного гасіння коливань використовуються динамічні віброгасії пружині, маятникові, ексцентрикові, гідравлічні.

Для зниження вібрації застосовується також віброгасії маятникового, пружинного і плаваючого типів. В них здійснюється перехід кінетичної енергії відносно руху елементів, що контактують, в енергію деформації з розширенням напружень із зони контакту по елементах, що взаємодіють. Внаслідок цього енергія розподіляється по об'єму елементів віброгасіння, котрі зазнають взаємних ударів, викликаючи їх коливання. Одночасно відбувається розсіювання енергії внаслідок дії сил зовнішнього та внутрішнього тертя. Маятникові ударні вібрації використовуються для гасіння коливань частотою 0,4–2 Гц, пружинні 2–10 Гц, плаваючі – 10 Гц.

Віброгасії камерного типу призначені для перетворення пульсуючого потоку газу в рівномірний. Такі віброгасії встановлюються на всмоктувальній та нагнітальній сторонах компресорів, на гідроприводах. Вони забезпечують значне зниження рівня вібрації трубо- та газопроводів.

Динамічне віброгасіння досягається також встановленням агрегату на масивному фундаменті.

					6261м.08.МР.06.04.ПЗ.	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

5. Віброізоляція полягає у зниженні передачі коливань від джерела збудження до об'єкта, що захищається, шляхом введення в коливну систему додаткового пружного зв'язку. Цей зв'язок запобігає передачі енергії від коливного агрегату до основи або від коливної основи до людини або до конструкції, що захищається.

Віброізоляція реалізується шляхом встановлення джерела вібрації на віброізолятори.

Для віброізоляції стаціонарних машин з вертикальною змушувальною силою використовують віброізолювальні опори у вигляді прокладок або пружин. Однак можлива їх комбінація.

6. Засоби індивідуального захисту від вібрації застосовуються у випадку, коли розглянуті вищі технічні засоби не дозволяють знизити рівень вібрації до норми. Для захисту рук використовуються рукавиці, вкладиші, прокладки. Для захисту ніг – спеціальне взуття, підметки, наколінники. Для захисту тіла – нагрудники, пояси, спеціальні костюми. Резонансні частоти окремих частин тіла наступні:

- * очі – 22...27 Гц
- * горло – 6... 12 Гц
- * грудна клітка – 2... 12 Гц
- * ноги, руки – 2...8 Гц
- * голова – 8...27Гц
- * обличчя та щелепа – 4...27 Гц
- * пояснична частина хребта – 4...14 Гц
- * живіт – 4...12 Гц

вібрації, що впливають на операторів різних машин, поділяються на категорії:

- * трактори, автомобілі вантажні – 1 Гц
- * екскаватори, крани промислові та будівельні – 2 Гц
- * підлоговий виробничий транспорт, верстати, ковальсько-пресове обладнання – 3 Гц.

					<i>6261м.08.МР.06.04.ПЗ.</i>	Лист
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

4.4. Методи та засоби колективного та індивідуального захисту від шуму

1. Боротьба з шумом в джерелі його виникнення. Це найбільш дієвий спосіб боротьби з шумом. Створюються малошумні механічні передачі, розроблено способи зниження шуму в підшипникових вузлах, вентиляторах.

2. Зниження шуму звукопониженням та звукоізоляцією. Об'єкт, котрий випромінює шум, розташовують у кожусі, внутрішні стінки якого покриваються звукопонижальним матеріалом. Кожух повинен мати достатню звукопонижальну здатність, не заважати обслуговуванню обладнання під час роботи, не ускладнювати його обслуговування, не псувати інтер'єр цеху. Різновидом цього методу є кабіна в котрій розташовується найбільш шумний об'єкт і в котрій працює робітник. Кабіна з середини вкрита звукопонижувальним матеріалом, щоб зменшити рівень шуму в середині кабіни, а не лише ізолювати джерело шуму від решти виробничого приміщення.

3. Зниження шуму звукоізоляцією. Суть цього методу полягає в тому, що шумовипромінювальний об'єкт або декілька найбільш шумних об'єктів розташовуються окремо, ізолювано від основного, менш шумного приміщення звукоізолювальною стінкою або перегородкою. Звукоізоляція також досягається шляхом розташування найбільш шумного об'єкта в окремій кабіні. При цьому в ізолюваному приміщенні і в кабіні рівень шуму не зменшиться, але шум впливатиме на меншу кількість людей. Звукоізоляція досягається також шляхом розташування оператора в спеціальній кабіні, звуки він спостерігає та керує технологічним процесом. Звукоізоляційний ефект забезпечується також встановленням екранів та ковпаків. Вони захищають робоче місце і людину від безпосереднього впливу прямого звуку, однак не знижують шум в приміщенні.

4. Зниження шуму акустичною обробкою приміщення. Акустична обробка приміщення передбачає вкривання стелі та верхньої частини стін звукопоглинальним матеріалом. Внаслідок цього знижується інтенсивність відбивних звукових хвиль. Додатково до стелі можуть підвішуватись звукопоглинальні щити, конуси, куби, встановлюватись резонаторні екрани, тобто штучні поглиначі. Штучні поглиначі можуть застосовуватись окремо або в поєднанні з ізолюванням стелі і стін.

Ефективність акустичної обробки приміщень залежить від звукопоглинальних властивостей застосованих матеріалів та конструкцій, особливостей їх розташування, об'єму приміщення, його геометрії, місць розташування джерел шуму. Ефект акустичної обробки більший в низьких приміщеннях (де висота стелі не перевищує 6 м) витисненої форми. Акустична обробка дозволяє знизити шум на 8 дБА.

Заходи щодо зниження шуму слід передбачити на стадії проектування промислових об'єктів та обладнання. Особливу увагу слід звертати на винесення шумного обладнання в окремі приміщення, що дозволяє зменшити кількість працівників в умовах підвищеного рівня шуму та здійснити заходи щодо зниження шуму з мінімальними витратами коштів, обладнання та матеріалів. Зниження шуму можна досягти лише шляхом зменшення всього обладнання з високим рівнем шуму.

Таблиця 4.1. Допустимі спектри рівнів звукового тиску

Робоче місце	Рівень звукового тиску, дБ, в октавних смугах із середньгеометричними частотами, Гц								Рівень звуку, еквівалентний рівень звуку, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Приміщення конструкторських бюро, програмувальників, обчислювальних машин, лабораторій для теоретичних робіт і опрацювання експериментальних даних, прийому хворих в медпунктах.	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Приміщення керування, робочі кімнати. Кабінети спостережень і дистанційного керування.	79	70	68	58	55	52	50	49	60
Безмовного зв'язку по телефону	94	87	82	78	75	73	71	70	80
З мовним зв'язком по телефону	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Приміщення і дільниці точного збирання, приміщення лабораторій для виконання експериментальних робіт	94	87	82	78	75	73	71	70	80
Постійні робочі місця і робочі зони у виробничих приміщеннях і на території підприємств	95	87	82	78	75	73	71	69	80

4.5. Основні вимоги до виробничого освітлення

Для створення сприятливих умов здорової роботи, які б виключали швидку втомлюваність очей, виникнення професійних захворювань, нещасних випадків і

сприяли підвищенню продуктивності праці та якості продукції, виробниче освітлення повинно відповідати наступним вимогам:

- створювати на робочій поверхні освітленість, що відповідає характеру зонової роботи і не є нижчою за встановлені норми;
- не повинно чинити засліплюючої дії як від самих джерел освітлення, так і від інших предметів, що знаходяться в полі зору;
- забезпечити достатню рівномірність та постійність рівня освітленості у виробничих приміщеннях, щоб уникнути частоті передантації органів зору;
- не створювати на робочій поверхні різких та глибоких тіней (особливо рухомих);
- повинен бути достатній для розрізнення деталей контраст поверхонь, що освітлюється;
- не створювати небезпечних та шкідливих виробничих факторів шум, теплові випромінювання, небезпечне ураження струменем, пожаро та вибухонебезпека світильників);
- повинно бути надійним і простим і експлуатації екологічним та естетичним.

Таблиця 4.2. Норми штучного та природного освітлення виробничих приміщень.

Характеристика здорової роботи	Найменший об'єкт розпізнавання, мм Розряд здорової роботи	Штучне освітлення		Природне освітлення		Суміщене освітлення	
		Освітленість, лк		КПО %			
		При комбі- нованому освітлені	При зональ- ному освіт- ленні	При верх- ньому ком- бінованому освітлені	При боко- вому освіт- ленні	При верх- ньому чи комбінова- ному освіт- лені	При боково- му освітлен- ні
Високої точності	0,3-0,5 III	2000-400	500-200	5	2	3	1,2
Середньої [†] точно- сті	0,5- 1,0 IV	750-300	300-150	4	1,5	2,4	0,9
Малої гойності	1-5 V	300-200	200-100	3	1	1,8	0.6
Загальне спосте- реження за ходом виробничого про- цесу	-VIII	—	75-30	1	0,3	0,7	0,2

5. Проектування діляниці

5.1 Розрахунок трудоємкості та верстатоемкості діляниці

5.1.1. Вихідні дані для проектування діляниці

Вихідні дані для зручності зводимо у таблицю

Таблиця 5.1. Вихідні дані для проектування діляниці

Найменування деталі	Вал-шестерня
Марка матеріалу	38ХНЗМФА
Річна програма	500 шт.
Маса деталі	685 кг
Маса заготовки	1016 кг
Режим роботи	1 зміна

Таблиця 5.2. Технологічний процес виготовлення деталі вал-шестерня

Номер і найменування операції	Модель верстата	Розряд	Норма часу, хв	
			Т _{шт}	Т _{п.з.}
1	2	3	4	5
005 Технічний контроль	Плита контрольна	4	-	-
010 Фрезерно-центрувальна	МР-76М	2	19	18
015 Токарно-гвинторізна	165	3	50,3	12
020 УЗК	УЗ дефектоскоп	4	-	-
025 Гартування-термопокращення	Піч СНЗ-11.22.7/12	3	-	-
030 Технічний контроль	Плита контрольна	4	-	-
035 Токарно-гвинторізна	165	3	83,42	12
040 Токарно-гвинторізна	165	3	209,65	12
045 Зубофрезерна (чорнова)	КУ - 331	3	441	12
050 Полірувальна	Верстак слюсарний	3	17,2	8
055 Промивка	Ванна 9920-1459	2	-	-

					6261м.08.МР.07.05.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 5.2. Технологічний процес виготовлення деталі вал-шестерня

1	2	3	4	5
060 Технічний контроль	Плита контрольна	4	-	-
065 Стабілізація	-	3	-	-
070 Очистка - піскоструйна	44712	3	-	-
075 Технічний контроль	Плита контрольна	4	-	-
080 Токарна з ЧПК	1Н65РФЗ	3	100,1	9
085 Круглошліфувальна	3А174	3	47,3	6
090 Технічний контроль	Плита контрольна	4	-	-
095 Зубофрезерна (чистова)	КУ - 331	3	97,24	12
100 Полірувальна	Верстак слюсарний	3	25,6	8
105 Зубошевінгувальна	RFw-10S	3	73,7	13
110 Полірувальна	Верстак слюсарний	3	25,2	8
115 Промивка	Ванна 9920-1459	2	-	-
120 Магнітний контроль	-	4	-	-
125 Промивка	Ванна 9920-1459	2	-	-
130 Гальванічна-лужіння	-	3	-	-
135 Технічний контроль	Плита контрольна	4	-	-
140 Азотування	-	3	-	-
145 Технічний контроль	Плита контрольна	4	-	-
150 Радіально-свердлувальна	RF-31/B	3	98,36	8
155 Вертикально-фрезерна	6Р12П	3	17,2	12
160 Слюсарна	Верстак слюсарний	3	18,4	8
165 Круглошліфувальна	3А174	3	57,16	6
170 Зубофрезерна	КУ - 331	3	46,11	12
175 Полірувальна	Верстак слюсарний	3	17,1	8
180 Балансувальна	9718	4	-	-
185 Радіально-свердлувальна	RF-31/B	3	21,3	8
190 Балансувальна	9718	4	-	-

					6261М.08.МР.07.05.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 5.2.

1	2	3	4	5
195 Промивка	Ванна 9920-1459	2	-	-
200 Магнітний контроль	-	4	-	-
205 Промивка	Ванна 9920-1459	2	-	-
210 Технічний контроль	Плита контрольна	4	-	-
215 Оксидування	-	4	-	-
220 Технічний контроль	Плита контрольна	4	-	-
Разом:			1465,34	192

5.1.2 Розрахунок розміру партії деталі

Об'єктом календарно-оперативного планування на ділянці є партія деталей, під розміром якої розуміється кількість однакових деталей, оброблюваних на кожній операції з однократною витратою підготовчо-заключного часу. Мінімальний розмір партії визначається по формулі:

$$n = \frac{\sum T_{пз}}{\sum T_{шт}} \times K_c$$

де $T_{пз}$ – підготовчо-заключний час;

$T_{шт}$ – штучний час на операцію;

K_c – коефіцієнт серійності.

Для серійного виробництва $K_c=20\ldots40$.

$$n=192/1465,34 \times 20=0,131 \times 20=2,62$$

Приймаємо розмір партії деталі $n=3$

Кількість запусків визначаємо по формулі: $K = \frac{N}{n}$,

де N – річна програма, шт.;

n – розмір партії деталей, шт.

$$K = 500 / 3 = 167 \text{ разів}$$

					6261м.08.МР.07.05.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.1.3 Розрахунок штучно-калькуляційного часу по операціях

Розрахунок штучно-калькуляційного часу проводиться для визначення річної трудомісткості кожної операції, потрібної кількості обладнання, розрахунку чисельності основних робітників, а також нарахування їхньої заробітної плати.

Штучно-калькуляційний час обчислюється по формулі:

$$T_{шт.к} = T_{шт.} + (T_{пз} / n)$$

де $T_{шт.к}$ – час, штучно-калькуляційний хв;

$T_{пз}$ – підготовчо-заклучний час, хв;

n – розмір партії деталей, шт.

Таблиця 5.4. Розрахунок штучно-калькуляційного часу, для про нормованих операції технологічного процесу на механічну обробку вал-шестерні.

Фрезерно-центрувальна	$T_{шт.к} = 19 + (18 / 3) = 25 \text{ хв.} = 0,42 \text{ год.}$
Токарно-гвинторізна	$T_{шт.к} = 50,3 + (12 / 3) = 54,3 \text{ хв.} = 0,9 \text{ год.}$
Токарно-гвинторізна	$T_{шт.к} = 83,42 + (12 / 3) = 87,42 \text{ хв.} = 1,46 \text{ год.}$
Токарно-гвинторізна	$T_{шт.к} = 209,65 + (12 / 3) = 213,65 \text{ хв.} = 3,56 \text{ год.}$
Зубофрезерна (чорнова)	$T_{шт.к} = 441 + (12 / 3) = 445 \text{ хв.} = 7,42 \text{ год.}$
Полірувальна	$T_{шт.к} = 17,2 + (8 / 3) = 19,87 \text{ хв.} = 0,33 \text{ год.}$
Токарна з ЧПК	$T_{шт.к} = 100,1 + (9 / 3) = 103,1 \text{ хв.} = 1,72 \text{ год.}$
Круглошліфувальна	$T_{шт.к} = 47,3 + (6 / 3) = 49,3 \text{ хв.} = 0,82 \text{ год.}$
Зубофрезерна (чистова)	$T_{шт.к} = 97,24 + (12 / 3) = 101,24 \text{ хв.} = 1,69 \text{ год.}$
Полірувальна	$T_{шт.к} = 25,6 + (8 / 3) = 28,27 \text{ хв.} = 0,47 \text{ год.}$
Зубошевінгувальна	$T_{шт.к} = 73,7 + (13 / 3) = 78,03 \text{ хв.} = 1,3 \text{ год.}$
Полірувальна	$T_{шт.к} = 25,2 + (8 / 3) = 27,87 \text{ хв.} = 0,46 \text{ год.}$
Радіально-свердлувальна	$T_{шт.к} = 98,36 + (8 / 3) = 101,07 \text{ хв.} = 1,68 \text{ год.}$
Вертикально-фрезерна	$T_{шт.к} = 17,2 + (12 / 3) = 21,2 \text{ хв.} = 0,35 \text{ год.}$
Слюсарна	$T_{шт.к} = 18,4 + (8 / 3) = 21,07 \text{ хв.} = 0,36 \text{ год.}$

					6261м.08.МР.07.05.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 5.4.

Круглошліфувальна	$T_{шт.к} = 57,16 + (6 / 3) = 59,16 \text{ хв.} = 0,94 \text{ год.}$
Зубофрезерна	$T_{шт.к} = 46,11 + (12 / 3) = 50,11 \text{ хв.} = 0,83 \text{ год.}$
Полірувальна	$T_{шт.к} = 17,1 + (8 / 3) = 19,77 \text{ хв.} = 0,33 \text{ год}$
Радіально-свердлувальна	$T_{шт.к} = 21,3 + (8 / 3) = 23,97 \text{ хв.} = 0,4 \text{ год}$
Разом:	$\Sigma T_{шт.к} = 1068,1 \text{ хв.} = 17,8 \text{ год}$

5.2 Визначення кількості обладнання ділянки

5.2.1 Визначення фонду часу роботи обладнання

Календарний фонд часу роботи устаткування обчислюється множенням числа календарних днів (D) у розрахунковому періоді на число годин у добу:

$$\Phi_k = D \cdot 24 = 365 \cdot 24 = 8760 \text{ год.}$$

Номінальний фонд часу роботи устаткування – кількість робочих днів у році відповідно до прийнятого режиму роботи без обліку планових втрат часу на ремонт обладнання:

$$\Phi_n = D_p \times T_{см} \times h - 1 \times D_{np} = 251 \times 8 \times 1 - 10 = 1998 \text{ год.}$$

де D_p – кількість робочих днів за рік;

$T_{см}$ – тривалість зміни, год;

h – кількість змін;

D_{np} – кількість передсвяткових днів.

Ефективний фонд часу роботи обладнання дорівнює номінальному, зменшеному на час перебування верстатів у ремонті, що враховується коефіцієнтом β ($\beta = 0,019$ - для універсальних верстатів масою до 10т, $\beta = 0,047$ - для верстатів з ЧПК масою до 10т):

$$\Phi_{ef} = \Phi_n (1 - \beta) = 1998 (1 - 0,019) = 1960 \text{ год.}$$

$$\Phi_{ef} = \Phi_n (1 - \beta) = 1998 (1 - 0,047) = 1904 \text{ год.}$$

					6261м.08.МР.07.05.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2.2 Розрахунок потрібної кількості устаткування і його завантаження

До основного виробничого обладнання ділянки механічного цеху відноситься обладнання, що виконує технологічні операції. На ділянці механічного цеху це металорізальні верстати. При розробці технічного проекту ділянок цехів серійного виробництва визначення потрібної кількості обладнання ведеться точним методом, тобто на основі підрахунку річної трудомісткості обробки всіх деталей, закріплених за даним типом верстата, і дійсного фонду часу роботи обладнання.

Потрібна кількість обладнання визначається за формулою:

$$C_{pi} = \frac{TH_i}{\Phi_{ef} \cdot K_{вн}},$$

де Φ_{ef} – ефективний річний фонд часу роботи обладнання, верст.-год;

$K_{вн}$ – коефіцієнт виконання норм часу ($K_{вн}=1,1$, $K_{вн}$ на ЧПК = 1,0).

TH_i – річна трудомісткість виготовлення деталі на i -тому обладнанні, н-год.

$$TH_i = T_{шт-кi} \cdot N,$$

де $T_{шт-кi}$ – сумарний штучно-калькуляційний час обробки однієї деталі на i -тому типі обладнання, год;

N – річний програма випуску деталей, шт.

Коефіцієнт завантаження i -того типу устаткування являє собою відношення розрахункового числа одиниць до прийнятого:

$$K_{zi} = \frac{C_p}{C_{пр}}.$$

де C_p – розрахункова кількість верстатів;

$C_{пр}$ – прийнята кількість верстатів;

K_{zi} – коефіцієнт завантаження.

Якщо верстат завантажений менше ніж на 0,84%, його необхідно довантажити роботою по кооперації.

					6261м.08.МР.07.05.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Довантаження визначається по наступній формулі:

$$T_{\text{обиц}} = \frac{T \times K_3(\text{з довантоженням})}{K_3(\text{без довантаження})}$$

де $T_{\text{обиц}}$ – загальна трудомісткість,

$$T_{\text{дог}} = T_{\text{обиц}} - TH_i$$

1. Робимо розрахунок на фрезерно-центрувальний верстат моделі МР-76М:

$$TH = 0,42 \times 500 = 210 \text{ н.год.};$$

$$C_p = 210 / (1960 \times 1,1) = 0,1 \text{ шт.};$$

Приймаємо $C_{np} = 1 \text{ шт.};$

$$K_3 = 0,1 / 1 = 0,1 \text{ \%};$$

$$T_{\text{обиц}} = 210 \times 0,84 / 0,1 = 1764 \text{ н.год.};$$

$$T_{\text{дог}} = 1764 - 210 = 1554 \text{ н.год.}$$

2. Робимо розрахунок на токарно-гвинторізний верстат моделі 165:

$$T_{\text{шт-к}} = 0,9 + 1,46 + 3,56 = 5,92 \text{ год.};$$

$$TH = 5,92 \times 500 = 2960 \text{ н.год.};$$

$$C_p = 2960 / (1960 \times 1,1) = 1,37 \text{ шт.};$$

Приймаємо $C_{np} = 2 \text{ шт.};$

$$K_3 = 1,37 / 2 = 0,69 \text{ \%};$$

$$T_{\text{обиц}} = 2960 \times 0,84 / 0,69 = 3603 \text{ н.год.};$$

$$T_{\text{дог}} = 3603 - 2960 = 643 \text{ н.год.}$$

3. Робимо розрахунок на зубофрезерний верстат моделі КУ-331:

$$T_{\text{шт-к}} = 7,42 + 1,69 + 0,83 = 9,94 \text{ год.};$$

$$TH = 9,94 \times 500 = 4970 \text{ н.год.};$$

$$C_p = 4970 / (1960 \times 1,1) = 2,31 \text{ шт.};$$

Приймаємо $C_{np} = 3 \text{ шт.};$

$$K_3 = 2,31 / 3 = 0,77 \text{ \%};$$

$$T_{\text{обиц}} = 4970 \times 0,84 / 0,77 = 5422 \text{ н.год.};$$

$$T_{\text{дог}} = 5422 - 4970 = 452 \text{ н.год.}$$

					6261м.08.МР.07.05.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Робимо розрахунок на токарний верстат з ЧПК моделі 1Н65РФ3:

$$TH = 1,72 \times 500 = 860 \text{ н.год.};$$

$$C_p = 860 / (1960 \times 1) = 0,45 \text{ шт.};$$

$$\text{Приймаємо } C_{np} = 1 \text{ шт};$$

$$K_3 = 0,45 / 1 = 0,45 \%;$$

$$T_{\text{обц}} = 860 \times 0,84 / 0,45 = 1605 \text{ н.год.};$$

$$T_{\text{дог}} = 1605 - 860 = 745 \text{ н.год.}$$

5. Робимо розрахунок на круглошліфувальний верстат моделі 3А174:

$$T_{\text{шт-к}} = 0,82 + 0,94 = 1.76 \text{ год.};$$

$$TH = 1.76 \times 500 = 880 \text{ н.год.};$$

$$C_p = 880 / (1960 \times 1,1) = 0,4 \text{ шт.};$$

$$\text{Приймаємо } C_{np} = 1 \text{ шт};$$

$$K_3 = 0,4 / 1 = 0,4 \%;$$

$$T_{\text{обц}} = 880 \times 0,84 / 0,4 = 1848 \text{ н.год.};$$

$$T_{\text{дог}} = 1848 - 880 = 968 \text{ н.год.}$$

6. Робимо розрахунок на зубошевінгувальний верстат моделі RFw-10S:

$$TH = 1,3 \times 500 = 650 \text{ н.год.};$$

$$C_p = 650 / (1960 \times 1,1) = 0,3 \text{ шт.};$$

$$\text{Приймаємо } C_{np} = 1 \text{ шт};$$

$$K_3 = 0,3 / 1 = 0,3 \%;$$

$$T_{\text{обц}} = 650 \times 0,84 / 0,3 = 1820 \text{ н.год.};$$

$$T_{\text{дог}} = 1820 - 650 = 1170 \text{ н.год.}$$

7. Робимо розрахунок на радіально-свердлувальний верстат RF-31/B:

$$T_{\text{шт-к}} = 0,33 + 0,4 = 0,73 \text{ год.};$$

$$TH = 0,73 \times 500 = 365 \text{ н.год.};$$

$$C_p = 365 / (1960 \times 1,1) = 0,16 \text{ шт.};$$

$$\text{Приймаємо } C_{np} = 1 \text{ шт};$$

$$K_3 = 0,16 / 1 = 0,16 \%;$$

$$T_{\text{обц}} = 365 \times 0,84 / 0,16 = 1916 \text{ н.год.};$$

$$T_{\text{дог}} = 1916 - 365 = 1551 \text{ н.год.}$$

					6261м.08.МР.07.05.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8. Робимо розрахунок на вертикально-фрезерний верстат моделі 6Р12П:

$$TH = 0,35 \times 500 = 175 \text{ н.год.};$$

$$C_p = 175 / (1960 \times 1,1) = 0,08 \text{ шт.};$$

$$\text{Приймаємо } C_{np} = 1 \text{ шт};$$

$$K_3 = 0,08 / 1 = 0,08 \%;$$

$$T_{обц} = 175 \times 0,84 / 0,08 = 1837 \text{ н.год.};$$

$$T_{дог} = 1837 - 175 = 1662 \text{ н.год.}$$

9. Робимо розрахунок на слюсарний верстак:

$$T_{шт-к} = 0,33 + 0,47 + 0,46 + 0,36 + 0,33 = 1,95 \text{ год.};$$

$$TH = 1,95 \times 500 = 974 \text{ н.год.};$$

$$C_p = 974 / (1960 \times 1) = 0,5 \text{ шт.};$$

$$\text{Приймаємо } C_{np} = 1 \text{ шт};$$

$$K_3 = 0,5 / 1 = 0,5 \%;$$

$$T_{обц} = 974 \times 0,84 / 0,5 = 1636 \text{ н.год.};$$

$$T_{дог} = 1636 - 974 = 662 \text{ н.год.}$$

Розрахунок потрібної кількості обладнання і коефіцієнтів завантаження обладнання по типах для зручності зводимо в таблицю табл. 5.5.

5.3 Складання кошторису витрат на обладнання.

Дані про кількість, модель, габарити, потужність електродвигуна, вартість (з урахуванням транспортування та монтажу) та ремонтну складність обладнання на ділянці заносимо у зведену відомість обладнання табл. 5.6.

					6261м.08.МР.07.05.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Т а б л и ц я 5.5 Розрахунок потрібної кількості обладнання, і його завантаження

Найменування обладнання	Модель Верстаг а	Річ на пр- ма, шт	Штучно кальку- ляційний час Тшт.к., год	Річна трудос- місткіс- ть Т - н.-г	Дован- тажен- ня Тдов н.-г	Річний обсяг робіт, Т н.-г	Ефекти- вний фонд Часу Фе, год	Квн	Кількість верстагів		Кз	Кз ср
									Ср	Спр		
Токарний з ЧПК	1Н65РФ 3	500	1,72	860	745	1605	1904	1	0,45	1	0,45	0,84
Токарно- гвинторізний	165		5,92	2960	643	3603	1960	1,1	1,37	2	0,69	
Фрезерно- центрувальний	МР-76М		0,42	210	1554	1764	1960	1,1	0,1	1	0,1	
Зубофрезерний	КУ-331		9,94	4970	452	5422	1960	1,1	2,31	3	0,77	
Круглошліфува льний	3А174		1,76	880	968	1848	1960	1,1	0,4	1	0,4	
Зубошівінгува льний	Фw-10S		1,3	650	1170	1820	1960	1,1	0,3	1	0,3	
Вертикально- фрезерний	6Р12П		0,35	175	1662	1837	1960	1,1	0,08	1	0,08	
Радіально- свердлувальний	RF-31/В		0,73	365	1551	1916	1960	1,1	0,16	1	0,16	
Слюсарний верстаг	Верстаг		1,9	974	662	1636	1960	1,1	0,5	1	0,5	
Разом:	-		24,04	12044	9407	21451	-		5,67	12		

6261м.08.МР.07.05.ПЗ

Арк.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

5.4 Визначення чисельності робітників на дільниці.

5.4.1 Розрахунок кількості основних виробничих робітників.

Число основних виробничих робітників визначається по формулі:

$$Ч_p = \frac{T_{общ}}{F_{эф} \times K_n \times K_{б.обс}}$$

де, $T_{общ}$ – загальний річний обсяг робіт, н-ч;

$F_{эф}$ – ефективний фонд часу робітника в рік, чіл/година;

K_n – коефіцієнт виконання норм;

$K_{б. обс}$ – коефіцієнт багатOVERстатного обслуговування.

Ефективний фонд часу робітника визначається по формулі:

$$F_{эф} = D \times q \times (1 - \alpha),$$

де, D – кількість робочих днів у році;

q – тривалість робочої зміни;

α – плановий відсоток втрати робочого часу, $\alpha = 8 \dots 15\%$.

Приймаємо $\alpha = 10\%$;

$D = 251$ днів;

$q = 8$ годин.

$$F_{эф} = 251 \times 8 \times (1 - 0.1) = 1807 \text{ чол/год}$$

Розрахунок кількості фрезерувальників:

$$Ч_p = 3603 / (1807 \times 1,1 \times 1) = 1,81$$

Приймаємо $Ч_{пр} = 2$ люд.

Розраховуємо кількість токарів:

$$Ч_p = 3603 / (1807 \times 1,1 \times 1) = 1,81$$

Приймаємо $Ч_{пр} = 2$ люд.

Розраховуємо кількість операторів токарних верстатів з ЧПК:

$$Ч_p = 1605 / (1807 \times 1 \times 1) = 0,89$$

Приймаємо $Ч_{пр} = 1$ люд.

					6261м.08.МР.07.05.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховуємо кількість шліфувальників:

$$Чр = 1848 / (1807 \times 1,1 \times 1) = 0,92$$

Приймаємо $Чпр = 1$ люд.

Розраховуємо кількість зуборізників:

$$Чр = 5422 / (1807 \times 1,1 \times 1) = 2,72$$

Приймаємо $Чпр = 3$ люд.

Розраховуємо кількість шевінгувальників:

$$Чр = 1820 / (1807 \times 1,1 \times 1) = 0,91$$

Приймаємо $Чпр = 1$ люд.

Розраховуємо кількість сведлувальників:

$$Чр = 1916 / (1807 \times 1,2 \times 1) = 0,88$$

Приймаємо $Чпр = 1$ люд.

Розраховуємо кількість слюсарів з механоскладальних робіт:

$$Чр = 1636 / (1807 \times 1 \times 1) = 0,9$$

Приймаємо $Чпр = 1$ люд.

Таблиця 5.7 – Розрахунок чисельності основних робітників

Професія	Розряд	Трудоміст кість Тобщ, н-ч	Кб. о.	Кв.	Фэф, чол/годин	Кількість робітників	
						Чр	Чпр
Фрезерувальник	2	3601	1	1,1	1807	1,81	2
Токар	3	3603	1	1,1	1807	1,81	2
Оператор з ЧПУ	3	1605	1	1	1807	0,89	1
Шліфувальник	3	1848	1	1,1	1807	0,91	1
Зуборізальник	3	5422	1	1,1	1807	2,72	3
Шевінгувальник	3	1820	1	1,1	1807	0,91	1
Сведлувальник	3	1916	1	1,2	1807	0,88	1
слюсарів з механоскладальних робіт	3	1636	1	1	1807	09	1
Разом:		21445					12

Середній розряд основних робочих на дільниці становить:

$$R_{сер} = \Sigma P_p R_o / \Sigma R_o = 2 \times 2 + 3 \times 10 / 12 = 2,83$$

де R_p – тарифний розряд робочих;

P_o – кількість основних робочих даного розряду.

					6261м.08.МР.07.05.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.4.2 Розрахунок кількості допоміжних робітників.

Допоміжні робочі – це працівники, які обслуговують основне виробництво (наладники, комірники та роздавачі інструментів, слюсарі для ремонту верстатів та оснастки, електромонтери, контролери та інші).

Чисельність допоміжних робітників визначається відповідно до нормативів обслуговування.

Таблиця 5.8 - Розрахунок необхідної кількості допоміжних робочих

Професія	Норми обслуговування	Кількість агрегатів та основних робітників, шт (осіб), рем.од.	Кількість допоміжних робітників	Розряд	Режим роботи	Необхідна кількість робочих, осіб	Годинна тарифна ставка, грн.
Наладчики :- верстатів з ЧПК	5 верстатів	1	0,2	5	1	0,2	14,483
Настройщик регулювальник інструменту для верстатів с ЧПК	1 на 20-25 верстатів	1	0,1	2	1	0,1	9,372
Слюсар з поточного ремонту обладнання	500 р.о.	136	0,27	4	1	0,27	12,779
Верстатник з ремонту облад.	1 на 12 осн.робіт.	12	1	3	1	1	11,501
Мастильник	1000 р.о.	136	0,13	2	1	0,13	9,372
Комірник	1на 55-56 верстатів	11	0,16	3	1	0,16	11,501
Електромонтер	1500 р.о.	104	0,1	3	1	0,1	11,501
Контролер	7-9% від кількості верстатів	11	1	4	1	1	12,779
Транспортний робочий	1 на 35 осн. робіт.	21	0,3	2	1	0,3	9,372
Прибиральник	1 на 2000-2500 кв.м	421 кв.м	0,15	2	1	0,14	9,372
Разом:						3,4	

Середній розряд допоміжних робочих на ділянці становить:

$$R_{сер} = 5 \times 0,2 + 4(0,27 + 1) + 3(1 + 0,16 + 0,1) + 2(0,3 + 0,14) / 3,4 = 3,14$$

					6261м.08.МР.07.05.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.4.3 Розрахунок чисельності фахівців і МОП

Чисельність керівних робітників, спеціалістів, службовців і молодшого обслуговуючого персоналу розраховується методом структури кадрів, при чому ця категорія працюючих становить 15–20% від прийнятої кількості основних та допоміжних робочих або встановлюється за нормами обслуговування. Результати розрахунку зводяться в табл.ицю. 5.9.

Таблиця 5.9. - Розрахунок кількості спеціалістів, службовців і МОП.

Посада	Норма обслу- говування	Кількість робочих, яких обслуговують	Необхідна кількість працюючих	Посадовий оклад, грн.
1	2	3	4	5
I Спеціалісті:				
Майстер	1 на 12-25 о.р.	12	1	2600
Інженер-технолог	1 на дільницю	1	1,00	2300
Інженер-нормувальник	100-150 о.р.	12	0,12	2000
Інженер-планувальник	200-450 р.	18,62	0,16	2000
Економіст	200-450 р.	18,62	0,16	1800
Бухгалтер	200-450 р.	18,62	0,16	1800
Разом:			2,60	
II Службовці:				
Табельник	200-450 р.	18,62	0,16	1200
Нарядник	200-450 р.	18,62	0,16	1200
Обліковець	200-450 р.	18,62	0,16	1200
Разом:			0,48	
III МОП:				
Прибиральник	1 на 600 кв.м	84,2 кв.м	0,14	920
Разом:			0,14	

5.4.4 Зведена відомість працюючих на дільниці.

Загальна кількість працюючих дільниці та їх структура у % зведені у табл. 5.10.

					6261м.08.МР.07.05.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.10 - Зведена відомість працюючих на дільниці.

Категорія працюючих	Кількість працюючих	Питома вага, %
1.Основні робочі	12	64,45
2.Допоміжні робочі	3,4	18,25
3.Спеціалісти	2,6	14
4.Службовці	0,48	2,55
5.Молодший обслуговуючий персонал	0,14	0,75
Разом:	18,62	100

5.5 Розрахунок основних і допоміжних площ дільниці.

5.5.1 Визначення виробничої площі.

Виробнича площа – площа відділень і ділянок, безпосередньо призначена для здійснення технологічного процесу. У її состав включається територія цеха, що займає основне виробниче обладнання, необхідне оснащення, робочі місця, стенди, наземні засоби транспортування, місця майстра й контролера ВТК, проходи та проїзди між верстатами за виключенням магістралей та пожежних проїздів.

Виробничу площу цеху попередньо визначаємо по питомих площах для кожної групи устаткування. Розрахунок виконуємо по формулі:

$$F_{\text{вир}} = \sum_{i=1}^n F_{\text{нум}i} \cdot C_i$$

де $F_{\text{нум}i}$ – середня питома площа для розміщення одного верстата i -ої групи, м²; (для дрібних верстатів $F_{\text{нум}}=10\ldots15$ м²; для середніх $F_{\text{нум}}=16\ldots25$ м²; для великих $F_{\text{нум}}=26\ldots45$ м², для верстаків $F_{\text{нум}}=10$ м²);

C_i – кількість верстатів i -ої групи встаткування.

$$F_{\text{вир}} = (1 \times 100 + 4 \times 50 + 3 \times 24 + 2 \times 20 + 1 \times 16 + 2 \times 10) = 448 \text{ м}^2.$$

					6261м.08.МР.07.05.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.5.2 Визначення допоміжної площі.

На допоміжних площах розміщуються склади заготовок і деталей, ремонтні відділення, інструментально-роздавальні склади із заточувальними відділеннями, майстерні енергетика й механіка, склади допоміжних матеріалів, магістральні й пожежні проїзди.

1. Площа складу готових деталей розраховується за формулою:

$$F_{сгд} = \frac{N \cdot G \cdot t_{сер}}{\Phi \cdot q \cdot k_{\phi}},$$

де N – річний обсяг випуску деталей, шт.;

G – вага деталі, кг;

$t_{сер}$ – норматив зберігання запасів, залежить від виду виробництва; приймаємо $t_{сер}=5$ днів;

Φ – число календарних днів у році;

q – вантажопідйомність підлоги, $q=0,7 \dots 1,5$ т/м²;

k_{ϕ} – коефіцієнт використання площі складу залежно від виду транспорту, $k_{\phi}=0,3$.

$$F_{сгд} = (500 \times 685 \times 5) / (365 \times 1000 \times 0,3) = 15,6 \text{ м}^2.$$

2. Площа складу заготовок розраховується аналогічно:

$$F_{ск} = \frac{N \cdot G \cdot t_{сер}}{\Phi \cdot q \cdot k_{\phi} \cdot k_{\text{вм}}},$$

де $k_{\text{вм}}$ – коефіцієнт використання матеріалу.

$$F_{ск} = (500 \times 685 \times 5) / (365 \times 1000 \times 0,3 \times 0,67) = 23,3 \text{ м}^2.$$

Загальна площа допоміжних відділень становить:

$$F_{дон} = F_{сгд} + F_{ск} = 15,6 + 23,3 = 38,9 \text{ м}^2.$$

Виробнича площа ділянки уточнюється на основі планування ділянки.

5.5.3 Визначення площі побутових і службових приміщень.

Площі службово-побутових приміщень визначаються згідно БНіП. У побутові приміщення входять гардеробні, умивальники, курильні, душові,

					6261м.08.МР.07.05.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кімната прийому їжі, кімнати особистої гігієни. При укрупнених розрахунках площа службово-побутових приміщень приймається 15-20% від виробничих площ і вона становить:

$$F_{ноб} = 0,2 \times F_{вир} = 0,2 \times 448 = 89,6 \text{ м}^2.$$

5.6 Розрахунок висоти цеху.

Висота цеху розраховується виходячи з висоти найбільш високого верстата, розмірів і конструкції кранів, а також санітарно-гігієнічних вимог.

Загальна висота будинку від підлоги до нижньої виступаючої частини верхнього перекриття дорівнює:

$$H = k_1 + k_2 + k_3 + k_4 + k_5 + k_6,$$

де k_1 – висота найбільш високого верстата, м;

k_2 – відстань безпеки між верстатом і вантажем (0,5–1 м);

k_3 – висота вантажу або контейнера з деталями, м;

k_4 – довжина стропів, м;

k_5 – мінімальна відстань від гака до рейки, м;

k_6 – відстань від головки рейки до нижньої частини верхнього перекриття, м.

$$H = 3,4 + 1,0 + 0,6 + 1,0 + 0,5 + 1,3 = 7,8 \text{ м.}$$

Приймаємо найближче більше стандартне значення $H = 8,4 \text{ м.}$

5.7. Визначення виду й параметрів вантажопідйомного устаткування дільниці, виду наземного транспорту.

Весь транспорт на заводі поділяється на загальнозаводський і внутрішньоцеховий. Цеховий транспорт буває безперервної й перериваної дії. До транспортних засобів безперервної дії відносяться конвеєри, рольганги, транспортери, перериваного – електро- і автотранспортери, кранове устаткування.

					6261м.08.МР.07.05.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибір транспортних засобів залежить від ступеня безперервності вантажопотоку, маси, форми й габаритів переміщуваних вантажів. Тип ПТО повинен відповідати переміщуваним вантажам по характеру технологічного процесу, по виду транспортованого вантажу, мати необхідну продуктивність і мінімальну кількість обслуговуючого персоналу.

Партія запуску деталей буде важити $1016 \times 3 = 3048$ кг. В такому разі для переміщення заготівель від верстата до верстата вибираємо кран-балку з наземним керуванням вантажопідйомністю 5 т.

Для транспортування деталей на ділянку можливе застосування електрокарів. Цей засіб цілком підходить для транспортування деталей та заготовок у спеціальній тарі.

5.8. Визначення обсягу капітальних вкладень у діляницю механічного цеху по виготовленню деталі вал - шестерня

Таблиця 5.11.- Визначення величини капітальних вкладень та їх структури.

Група основних фондів	Вартість основних фондів	Питома вага, %	Вказівки до розрахунку
1	2	3	4
Група 1 Будівлі, споруди, та передаточні пристрої, утому челі:			
1.1. Будівлі виробничого призначення	336000	16,47	750грн за 1 кв.м
1.2. Будівлі побутового призначення	58240	2,86	650грн за 1 кв.м
1.3. Силові машини	165357	8,1	1000 грн за 1 кВт
Група 2 Автомобільний транспорт, меблі, інше конторське обладнання			
2.1. Транспорт та ЕОМ	186043	9,12	15% від п. 3.1
2.2. Інвентар	6000	0,29	500грн на 1 о.р.
Група 3 будьякі інші основні фонди, що не включені до груп 1 і 2			
3.1. Робочі машини та обладнання	1261897	61,86	За кошторисом витрат
3.2. Вимірювальні та регулюючі приприлади	7700	0,38	700 грн на 1 верстат
3.3. Інструмент та пристосування	18604	0,92	1,5% от п.3.1.
Разом :	2039841	100	

					6261м.08.МР.07.05.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Організаційно-економічна частина.

6.1. Склад і методика розрахунку річного фонду заробітної

плати працівників дільниці

Фонд заробітної плати на дільниці складається з:

- а) фонду основної заробітної плати працюючих;
- б) фонду додаткової заробітної плати працюючих.

До основної заробітної плати відносяться витрати на виплату основної заробітної плати, нарахованої відповідно до прийнятих систем оплати праці у вигляді тарифних ставок, окладів і відрядних розцінок, а також планованого обсягу відповідних видів продукції.

До додаткової заробітної плати відносяться витрати на виплату виробничому персоналу цеху додаткової заробітної плати, нарахованої за роботу понад установлену норму, за трудові успіхи і винахідливість, особливі умови праці. Вона включає також доплати, надбавки, гарантійні і компенсаційні виплати, передбачені законодавством. Сума додаткової заробітної плати визначається множенням суми основної заробітної плати на середні норми додаткової заробітної плати.

Основний фонд заробітної плати спеціалістів, службовців і молодшого обслуговуючого персоналу визначається на основі штатного розкладу цеху і діючих систем посадових окладів.

6.2. Розрахунок річного фонду заробітної платні працівників

дільниці

6.2.1. Визначення фонду заробітної плати основних виробничих

робочих

					6261м.08.МР.07.06.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок основного фонду заробітної плати основних робочих здійснюється за формулою:

$$ЗП_{\text{тар.відр.}} = \sum_{i=1}^m (C_{\text{ч}_i} \cdot T_n);$$

б), на програму:

94

де m - номенклатура деталей;

$C_{\text{ч}_i}$ - годинна тарифна ставка робочих, грн.;

T_n - трудомісткість річної програми i -го виробу, н-год;

P_i - відрядна розцінка за обробку i -ї деталі, грн./шт.;

A_i - річна програма i -го виробу, шт.

Розрахунок основного фонду заробітної плати основних робочих, наприклад, на токарно-гвинторізній операції (III розряд робіт) виглядатиме так:

а) на одиницю продукції: $ЗП_{\text{тар.відр.III}} = 12,512 \cdot 5,92 = 74,07$ (грн.);

б) на програму: $ЗП_{\text{тар.відр.III}} = 12,512 \cdot 3603 = 45080,74$ (грн.).

Розрахунки по іншим операціям проводяться аналогічно, результати зводяться до табл.6.1.

					6261м.08.МР.07.06.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.1.-Розрахунок основної заробітної плати виробничих робітників

Найменування операції	Розряд роботи	Тарифна заробітна плата за одиницю продукції			Тарифна заробітна плата на програму з урахуванням супутньої продукції		
		Норма часу, <i>Тимт.-кал.</i> н-год.	Годинна тарифна ставка, грн.	Сума, грн.	Трудомісткість річної програми н.-год.	Годин на тариф на ставку, грн.	Сума, грн.
1	2	3	4	5	6	7	8
Фрезерувальна	2	0,77	10,95	8,43	3601	10,95	39430,95
Токарна	3	5,92	12,512	74,07	3603	12,512	45080,74
Токарна з ЧПУ	3	1,72	12,512	21,52	1605	12,512	20081,76
Шліфувальна	3	1,76	12,512	22,02	1848	12,512	23122,18
Зубофрезерна	3	9,94	12,512	124,37	5422	12,512	67840,06
Зубошевінгувальна	3	1,3	12,512	16,27	1820	12,512	22771,84
Сведлильна	3	0,73	12,512	9,13	1916	12,512	23972,99
Слюсарна	3	1,9	12,512	23,77	1636	12,512	20469,63
Разом:				299,58			262770,15

6.2.2. Визначення фонду заробітної плати допоміжних робочих

Річний фонд заробітної плати допоміжних робітників визначається за наступною формулою:

$$ЗП_{\text{тар. допом.}} = C_{\text{чi}} \cdot K_p \cdot \Phi_{\text{еф}},$$

де $C_{\text{чi}}$ - годинна тарифна ставка робочих, грн.;

K_p - кількість допоміжних робочих;

					6261м. 08.МР.07.06.ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

$\Phi_{эф.}$ - ефективний річний фонд часу одного робітника, год.

Розрахунок річного фонду заробітної плати допоміжного робітника (контролер) визначається за наступною формулою:

$$ЗП_{тар. допом.} = 2,618 \cdot 0,44 \cdot 1871 = 2155,24 \text{ (грн.)}.$$

Аналогічно робимо розрахунки для допоміжних робочих інших професій. Результати розрахунків зводимо в таблицю 6.2.

Таблиця 6.2.-Розрахунок основного фонду заробітної платні допоміжних робітників

Професія	Розряд	Кількість осіб,	Годинна тарифна ставка, грн	Ефектив-ний річний фонд часу, год	Тарифна заробітна плата, грн..
Наладник верстатів з ЧПК	5	0,2	14,483	1807	52,3416
Настроювач-регулювальник інструменту для верстатів з ЧПК	2	0,1	9,372		1693,52
Слюсар по ремонту обладнання	4	0,27	12,779		6234,75
Верстатник з ремонту обладнання	3	1,0	11,501		20782,31
Мастильник	2	0,13	9,372		2201,58
Комірник	3	0,16	11,501		3325,17
Електромонтер	3	0,1	11501		2078,23
Контролер	4	1,0	12,779		23091,65
Транспортний робітник	2	0,3	9,372		5080,56
Прибиральник виробничих приміщень	2	0,14	9,372		2370,93
РАЗОМ:		3.4			72092,93

					6261м.08.МР.07.06.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.2.3. Визначення фонду заробітної плати спеціалістів, службовців і молодшого обслуговуючого персоналу

Річний фонд заробітної плати спеціалістів, службовців і молодшого обслуговуючого персоналу:

$$Z_{осн.сп.} = K_{сп.і} \cdot O_{мі} \cdot M$$

де $K_{сп.і}$ - кількість спеціалістів і-ї групи:

$O_{мі}$ - місячний оклад, грн.;

M - число місяців роботи за рік.

Наприклад, розрахунок річного фонду заробітної плати майстра визначається так:

$$Z_{осн.сп.} = 2600 \cdot 1 \cdot 11 = 28600 \text{ (грн.)}$$

Аналогічно робимо розрахунки для інших професій. Результати розрахунків зводимо в таблицю 6.3.

Таблиця 6.3-Розрахунок основного фонду заробітної плати спеціалістів, службовців і молодшого обслуговуючого персоналу

Категорія працюючих, найменування посади	Кількість штатних працівників, осіб	Посодовий оклад, грн.	Кількість місяців роботи	Величина основного фонду зарплати, грн..
1	2	3	4	5
I. Спеціалісти:				
Майстер	1	2600	11	28600
Інженер-технолог	1	2300	11	25300
Інженер-нормувальник	0,12	2000	11	22000
Інженер-планувальник	0,16	2000	11	22000
Економіст	0,16	1800	11	19800
Бухгалтер	0,16	1800	11	19800
РАЗОМ:	2,6			137500

					6261м.08.МР.07.06.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження табл. 6.3.

1	2	3	4	5
II, Службовці				
Табільник	0,16	1200	11,2	2150,4
Нарядник	0,16	1200	11,2	2150,4
Обліковець	0,16	1200	11,2	2150,4
РАЗОМ:	2,6			6451,2
III Молдший обслуговуючий персонал:				
Прибиральник побутових приміщень	0,14	1100	11,2	1724,8
РАЗОМ:	0,14			1724,8

6.2.4. Визначення середньорічної і середньомісячної заробітної

плати працюючих на дільниці

При розрахунку додаткової заробітної плати застосовується формула:

$$ЗП_{\text{дод.і}} = \frac{ЗП_{\text{оср.і}} \times H_{\text{д.і}}}{100},$$

де $H_{\text{д.і}}$ - норма нарахування додаткової заробітної плати і-ї групи, %.

Середньорічна заробітна плата одного працюючого і-ї групи:

$$ЗП_{\text{дод.і}} = \frac{ЗП_{\text{оср.і}} + ЗП_{\text{дод.і}}}{K_i},$$

де K_i - кількість працюючих і-ї групи. Середньомісячна заробітна плата одного працюючого:

$$ЗП_{\text{сер.м.і}} = \frac{ЗП_{\text{сер.і}}}{12},$$

Зробимо розрахунок середньомісячної заробітної плати для основних виробничих робітників.

$$ЗП_{\text{дод.1}} = \frac{262770,15 \times 35}{100} = 91969,55 \text{ (грн)}$$

					6261м.08.МР.07.06.ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

$$ЗП_{\text{од.1}} = \frac{262770,15 + 91969,55}{12_i} = 29561,64 \text{ (грн)};$$

$$ЗП_{\text{сер.м.і}} = \frac{29561,64}{12} = 2463,47 \text{ (грн)}.$$

Розрахунок по іншим працюючим проводимо аналогічно, результати зводимо у таблицю 6.4.

Таблиця 6.4.-Зведена відомість річного фонду заробітної плати працюючої ділянки.

Категорія працюючи х	Чисельність	Річний фонд заробітної			Усього, зарплата, грн.	Середньорічна зарплата одного працюючого, грн.	Середньомісячна зарплата одного працюючого, грн.
		Основна заробітна плата, з урахуванням довантаження, грн.	плати				
			Додаткова				
			%	грн.			
1	2	3	4	5	6	7	8
Основні виробничі робітники	12	262770,15	35	91969,55	354739,7	29561,6	2463,47
Допоміжні робітники	3,4	72092,86	20	14418,57	86511,43	25444,5	2120,38
Спеціаліст и	2,6	137500	27	37125	174525	67125,0	5593,75
Службовці	0,48	6451,2	18	1161,22	7612,42	15859,2	1321,60
Молодший обслугову ю чий персонал	0,14	1724,8	15	258,72	1983,52	14168,0	1180,67
РАЗОМ:	18,62	480542		144938	625378	33586,4	2798,86

6.3. Розрахунок витрат на утримання й експлуатацію устаткування

Розрахунок витрат на утримання й експлуатацію устаткування наведено в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 Розрахунок витрат на утримання і експлуатацію устаткування.

Статті витрат	Елементи витрат	Спосіб розрахунку	Величина витрат, грн.
1	2	3	4
I. Витрати на повне відновлення капітального ремонту основних виробничих фондів (устаткування, транспортних засобів, інструментів)	Амортизація	Амортизацію виробничого устаткування, транспортних засобів і інструмента визначаємо за формулою: $A = \frac{F_{\text{пер}} \times H_a}{100},$ де $F_{\text{пер}}$ - балансова вартість устаткування, транспортних засобів і інструментів; H_a - норма амортизації, %: на устаткування - 24 %; транспортних засобів - 40 %; інструментів - 24 %. $A_{\text{уст}} = 1263489 \times 0,15 = 189523,35$ $A_{\text{тр}} = 189523 \times 0,24 = 45486$ $A_{\text{ін}} = 25712 \times 0,15 = 3856,8$	189523 45486 3856,8
Разом по I статті:			238866,8
II. Витрати на експлуатацію устаткування (технічний огляд і обслуговування)	Матеріали	Вартість мастильних, обтиральних матеріалів, емульсій для охолодження: $M = \Sigma (m \cdot C_{\text{пр}}) \cdot R \cdot K_{\text{мом.}} \cdot C_{\text{мом.}} \cdot D_p,$ де m - норма витрат мастильних матеріалів на одиницю ремонтної складності по групах устаткування за день:	

Продовження табл. 6.5.

1	2	3	4
		для токарних верстатів ш=0,015 кг; для свердлувальних ш=0,02 кг; для шліфувальних /«=0,025 кг. C_{np}- прийнята кількість верстатів даної групи; $K=120,5$ -кількість одиниць ремонтної складності; $K_{зм}=2$ -коефіцієнт змінності; $Ц_{мом}=1,05$ - вартість одиниці мастильно-обтиральних матеріалів, грн.; $Др. = 251$ - кількість робочих днів у році. $M=(3 \times 0,015 + 5 \times 0,025 + 2 \times 0,02 + 1 \times 0,02) \times 142 \times 2 \times 1,05 \times 251 = 17215,1$	17215,1
	Заробітна плата	Витрати на оплату праці робітників, що обслуговують устаткування (наладчики, мастильники) визначають: а) основна заробітна плата: $ЗП_{тар.п.годо.} = 5234,16 + 2201,68 + 1693,52 = 9129,26$; б) додаткова заробітна плата: $ЗП_{дон} = 9129,26 \times 0,2 = 3195,24$	9129,26 3195,24

Продовження табл. 6.5.

1	2	3	4
		в) відрахування на соціальне страхування: $ЗП_{\text{соц.}} = \frac{(9129,26 + 3195,24)}{100\%} =$ $= 4621,69$	4621,69
	Послуги	Витрати на електроенергію: $C_{\text{ел.}} = \sum_{i=1}^n N \cdot \Phi_n \cdot K_3 \cdot C_{\text{ел.}}, \quad \text{де}$ N - установлена потужність устаткування по групах, кВт.; Φ_n - нормативний фонд часу роботи устаткування, год.; K_3 - коефіцієнт завантаження устаткування; $C_{\text{ел.}}$ - вартість одного кВт х год. електроенергії, грн. $C_{\text{ел.}} = 279,17 - 1960 - 0,84 - 0,4359 =$ $= 200350,75$	200350,8
		Витрати на стиснене повітря: $C_{\text{ст.пов.}} = B \cdot \Phi_{\text{еф.}} \cdot S \cdot K_3 \cdot \left(1 + \frac{\beta}{100}\right) \cdot C_{\text{ст.пов.}}$ де B - норма витрати стиснутого повітря за 1 год роботи устаткування, м³; $\Phi_{\text{еф.}}$ - ефективний фонд часу роботи устаткування, год.;	

					6261м.08.МР.07.06.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження табл. 6.5.

1	2	3	4
		S - кількість однорідних одиниць устаткування, споживаючих стиснене повітря, шт.; β- втрата повітря в трубопроводі ($\beta=5\%$); $C_{ст.пов}$ – ціна за 1 м^3 стиснутого повітря, грн. $C_{ст.пов}=1,5 \cdot 1960 \cdot 3 \cdot 0,84 \cdot (1 + 0,05) \cdot 0,07 = 554,55$	554,55
		Витрати на воду: $C_{вод} = \frac{Q \cdot \Phi_{ef} \cdot S}{100} \cdot C_{вод},$ де Q - норма витрати води на 1 верстат за 1 год роботи, л; $C_{вод}$ - ціна 1 м^3 води, грн.; S - число верстатів, працюючих із ЗОР, шт. $C_{вод} = \frac{18 \cdot 1960 \cdot 6 \cdot 3,11}{1000} = 658,33$	658,33
Разом поII статті:			218509,84
III.Витрати на проведення поточного ремонту устаткування і транспортних засобів	Матеріали	Для устаткування, крім автоматичних ліній, можна застосовувати в розмірі 4,5% від балансової вартості устаткування, 5% від вартості інструмента і 4,5% для транспортних засобів. $C_{уст} = 1263489 \cdot 0,045 = 56857$;	56857

					6261м.08.МР.07.06.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження табл. 6.5.

1	2	3	4
		$C_{inc} = 25712 \cdot 0.45 = 1157,04;$ $C_{mp} = 189523 \cdot 0,05 = 9476,15$	1157,04 9476,15
	Зарплата	Витрати на оплату праці робітників, зайнятих на ремонтних роботах (слюсарі, електрики та ін.) визначаються аналогічно розрахункам у другій статті. а) основна заробітна плата: $ЗП_{map.} = 6234,75 + 20782,31 + 2078,23 = 29095,29$ б) додаткова заробітна плата: $ЗП_{дод.} = ЗП_{map.} \cdot 0,25;$ $ЗП_{дод.} = 29095,29 \cdot 0,25 = 5819,06$ в) відрахування на соціальне страхування: $ЗП_{соц} = \frac{(ЗП_{map.} + ЗП_{дод.}) \cdot H_{соц.}}{100\%}$ $ЗП_{соц} = \frac{(29095,29 + 5819,06) \cdot 37,5\%}{100\%}$ =13092,88	29095,29 58019,06 13092,88
Разом по III статті:			115497,42
IV. Витрати на внутрішньозаводські переміщення вантажів	Матеріал и	Вартість мастильних і обтиральних матеріалів, пального, запасних частин і інших транспортних засобів, що використовуються для експлуатації, при укрупнених розрахунках, приймається 2% від	

Продовження табл. 6.5.

1	2	3	4
V. Знос малоцінних інструментів та тих, що швидко зношуються	Матеріали	Вартість малоцінних інструментів і пристроїв та тих, що швидко зношуються, по укрупнених розрахунках, можна прийняти на 1 верстат, грн.: - токарні - 190; - свердлувальні - 240; - шліфувальні - 250. $C_{\text{малооц.}} = 3 \cdot 190 + 4 \cdot 280 + 2 \cdot 250 + 230 \cdot 1 + 190 \cdot 1 = 2610$	2610
	Послуги	Суму зносу малоцінного інструменту і пристроїв та тих, що швидко зношуються, вартість їхнього заточення і ремонту можна прийняти 25-30% від їхньої вартості: $C_{\text{зн}} = 2610 \cdot 0,3 = 783$	783
Разом по V статті:			3393
VI. Інші		Витрати непередбачені іншими статтями можна прийняти в розмірі 2-3% від суми попередніх статей: $C_{\text{ін.}} = 0,02 \cdot (238865,67 + 218509,84 + 115497,42 + 21344,59 + 3393) = 11952,21$	11952,21
Усього:			609562,69

Для включення витрат на утримання й експлуатацію устаткування в собівартість одиниці продукції визначимо % $V_{\text{уеу}}$ за формулою:

					6261м.08.МР.07.06.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\%B_{\text{уеу}} = \frac{\Sigma B_{\text{уеу}}}{\Sigma \text{ЗП}_{\text{осн.}}} \times 100\%,$$

де $\Sigma \text{ЗП}_{\text{осн}}$ - фонд основної заробітної плати основних робочих.

$$\%B_{\text{уеу}} = \frac{609562,69}{262770,15} \times 100\% \approx 232\%.$$

6.4. Складання калькуляції фактичної собівартості виготовлення

деталі „вал-шестерня”

Калькуляція - це визначення собівартості одиниці конкретного виду продукції. Розрахунок калькуляції наведено в таблиці 6.6.

Таблиця 6.6 - Калькуляція виготовлення деталі „вал-шестерня”

Шифр рядка	Найменування статей калькуляції	Величина витрат, грн..	Вказівки до розрахунку
01	Сировина і матеріали	25400	-
02	Зворотні відходи	-1465,9	-
03	Основна заробітна плата основних виробничих робітників	29958	Таблиця 6.1, підсумок графи 5
04	Додаткова заробітна плата основних виробничих робітників	10485	35% від п.03
05	Відрахування на соціальний захист	15166	37,5% від п.п. (03+04)
06	Відрахування на утримання й експлуатацію устаткування	69503	232% від п.03
07	Загальновиробничі витрати	173,75	58% від п.03
08	Виробнича собівартість	25358,97	(01-02+03+04+05+06+07)
09	Адміністративні витрати	31456	105% від п.03
10	Витрати на збут	1198	4% від п.03
11	Інші операційні витрати	1498	5% від п.03
12	Повна собівартість	25700	(08+09+10+11)

6.5. Розрахунок ціни підприємства річної програми

Оптова ціна - це сума прибутку та повної собівартості, розрахованої за статтями калькуляції. Прибуток розраховується в залежності від встановленого рівня рентабельності за формулою:

$$\text{Рентабельність} = \frac{\text{Прибуток}}{\text{Повна собівартість}} \times 100\%.$$

Розрахунок вартості річного обсягу продукції в оптових цінах зведено в таблицю 6.7.

Таблиця 6.7. - Визначення оптової ціни річної програми

Шифр рядка	Найменування статей калькуляції	Величина витрат, грн.	Вказівки до розрахунку
01	Сировина і матеріали	12700000	Ахтаб. 6.6 п.01
02	Зворотні відходи	-732950	Ахтаб. 6.6 п.02
03	Основна заробітна плата основних виробничих робітників	149790	Ахтаб. 6.6 п.03
04	Додаткова заробітна плата основних виробничих робітників	52425	Ахтаб. 6.6 п.04
05	Відрахування на соціальні заходи	75830	Ахтаб. 6.6 п.05
06	Витрати на утримання й експлуатацію устаткування	347515	Ахтаб. 6.6 п.06
07	Загальновиробничі витрати	86875	Ахтаб. 6.6 п.07
08	Виробнича собівартість	12679485	Ахтаб. 6.6 п.08
09	Адміністративні витрати	157279,5	Ахтаб. 6.6 п.09
10	Витрати на збут	5990	Ахтаб. 6.6 п.10
11	Інші операційні витрати	7490	Ахтаб. 6.6 п.11
12	Повна собівартість	12850000	Ахтаб. 6.6 п.12
13	Рівень рентабельності	-	15%
14	Прибуток	1927500	п.13 від п.12
15	Оптова ціна продукції підприємства без ПДВ	14777500	п.12+п.14

А - обсяг виробництва (500 шт.).

					6261м.08.МР.07.06.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначення фінансових результатів проводимо згідно з П(С)БУ 3 за допомогою таблиці 6.8.

Таблиця 6.8 - Визначення фінансових результатів

Стаття	Величина витрат, грн.	Вказівки до розрахунку
1. Доход (виручка) від реалізації продукції	14777500	п.15 табл.6.7
2. Собівартість продукції (виробнича)	12679485	п.08табл.6.7
3. Валовий прибуток	2098015	п.І-п.2
4. Адміністративні витрати	157279,5	п.09 табл.6.7
5. Витрати на збут	5990	п.10 табл.6.7
6. Інші операційні витрати	7490	п.11 табл.6.7
7. Фінансові результати від операційної діяльності	1927255,5	п.3-(п.4+п.5+п.6)
8. Податок на прибуток від звичайної діяльності	481813,88	25% від п.7
9. Фінансовий результат (чистий прибуток)	1445441,62	П.7-П.8

6.7. Розрахунок обсягів капітальних вкладень і строків окупності

Проекту

6.7.1. Проектування обсягів виробництва

Припустимо, що освоєння випуску нової продукції починається з 1 січня 2005 року і продовжується протягом 5 років. За цей період досягається річний обсяг випуску продукції 70000 штук.

Припустимо, що ціни на продукцію залишаються незмінними, а програмний обсяг виробництва досягається поступово (таблиця 6.9.).

					6261м.08.МР.07.06.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.9. - Проектовані обсяги виробництва.

Роки	9010	2011	2012	2013	2014
Обсяг виробництва, % до проектного	70	90	100	100	100

6.7.2. Розрахунок інвестиційних вкладень у проект

Обсяги інвестицій у проект включають суму вкладень в основні засоби та на створення оборотних коштів. Розрахунок інвестиційних вкладень у проект зведено в таблицю 6.10.

Таблиця 6.10 - Розрахунок обсягів інвестиційних вкладень у проект

Показники	Величина витрат
I. Інвестиційні вкладення в основні засоби:	
1. Будівлі, споруди і передатні пристрої	559597
2. Транспортні засоби	192043
3. Інше	1288201
Разом: вкладення в основні фонди	2039841
II. Інвестиції в оборотні кошти	1258078
УСЬОГО: I+II	3297919

Інвестиції в оборотні кошти ($CF_{об}$) є різницею між повною собівартістю (ПС) і амортизацією (А). Для даної деталі повна собівартість річної програми складає 12850000 грн. (табл.6.7., п.12), амортизація - грн. (табл.6.11., п.2+п.3+п.4), інвестиції в оборотні кошти будуть дорівнювати:

$$CF_{об} = \frac{ПС - А}{12} \cdot 1,2;$$

$$CF_{об} = \frac{12850000 - 269219,75}{12} \cdot 1,2 = 1258078 \text{ (грн.)}.$$

У даній формулі 20% - це резервний (страховий) фонд.

					6261м.08.МР.07.06.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.7.3. Розрахунок грошового потоку

Для оцінки ефективності проекту потрібно сформувати грошовий потік від реалізації інвестицій (таблиця 6.11).

Таблиця 6.11. - Розрахунок грошового потоку

Показники	Значення, грн.	Вказівки з розрахунку
1. Чистий прибуток, у тому числі:	2574407,85	-
а) у річному обсязі продукції	1445441,62	п.9 табл.6.8
б) прибуток від випуску супутньої продукції	1128966,23	дивись розрахунок нижче
2. Амортизація 1-ї групи основних фондів	27978,85	8% від п.1 таб.6.10
3. Амортизація 2-ї групи основних фондів	48010,75	40% від п.2 таб.6.10
4. Амортизація 3-ї групи основних фондів	193230,15	24% від п.3 таб.6.10
Разом сумарний грошовий потік:	2843627,6	п.(1+2+3+4)

6.7.4. Розрахунок прибутку від випуску супутньої продукції

Прибуток від випуску супутньої продукції:

$$\Pi' = \frac{\Pi}{TН} \cdot (TН' - TН),$$

де Π - отриманий прибуток від заданої програми, грн.;

$TН$ - трудомісткість річної програми, н.-год.;

$TН'$ - трудомісткість річної програми з урахуванням довантаження, н.-год.

$$\Pi' = \frac{1445441,62}{12044} \cdot (21451 - 12044) = 1128966,23 \text{ (грн.)}$$

					6261м.08.МР.07.06.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.7.5. Розрахунок сумарного грошового потоку

Розрахунок сумарного грошового потоку з урахуванням обсягів виробництва по роках зводимо в таблицю 6.12.

Таблиця 6.12. - Розрахунок сумарного грошового потоку з урахуванням обсягів виробництва по роках

Роки	Показники	Роки	Значення, грн.
1	2	3	4
0	Сума капітальних вкладень	Початок 2005року	(3297919)
1	70% грошового потоку	2005	1990539,32
2	90% грошового потоку	2006	2559264,84
3	100% грошового потоку	2007-	2843627,6
4	100% грошового потоку .	2008	2843627,6
Разом (без дисконтування):			9782767,96

Визначення періоду окупності проекту.

$$\text{Період окупності} = \frac{\text{Кількість років доповного відшкодування втрат}}{\text{Невідшкодованній залишок у цьому році грошовий потік наступного року}}$$

Рік 1-й: $-3297919 + 1990539,32 = -1307379,68$

Рік 2-й: $-1307379,68 + 2559264,84 = 1251885,16$

Проект окупиться на другий рік.

$$\text{Період окупності} = 1 + \frac{1251885,16}{2559264,84} = 1,49 \text{ року}$$

Період окупності 1,49 року або 1рік та 6 місяців.

					6261м.08.МР.07.06.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.7.6. Визначення чистої теперішньої вартості проекту

Таблиця 6.13. - Визначення чистої теперішньої вартості проекту

Роки	Коефіцієнт дисконтування	Значення, грн.
1	2	3
0	$K_d = \frac{1}{(1 + r)^t},$ де $r=21\%$ - ставка дисконтування; i - номер року $K_d = \frac{1}{(1 + 0,21)^0} = 1.$	K_d^x значення року табл. 6.12. -3297919
1	Тут і далі K_d розраховується аналогічно графі (0) $K_d = 0,8264$	1645074
2	$K_d = 0,6830$	1748012
3	$K_d = 0,5645$	1605154
4	$K_d = 0,4665$	1326573
5	$K_d = 0,3855$	1096342
Разом чиста теперішня вартість проекту:		4123236

Період окупності проекту за урахуванням дисконту:

Рік 1-й: $-3297919 + 1645074 = -1652845$

Рік 2-й: $-1652845 + 1748012 = -95167$

Рік 3-й: $-95167 + 1605154 = 1509987$

Період окупності (модифікований) $= 2 + \frac{1509987}{1605154} = 2,94$ року,

або приблизно через 3 роки.

					6261м.08.МР.07.06.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.8 Техніко-економічні показники дільниці

Для одержання повного уявлення про доцільність реалізації проекту дільниці механічного цеху необхідно мати комплекс підсумкових даних, що характеризують економічну сторону роботи спроектованої дільниці. Основні техніко-економічні показники дільниці зведені в таблицю 6.14.

Таблиця 6.14 - Техніко-економічні показники дільниці

Найменування показників	Одиниці виміру	Значення
1	2	3
1. Обсяг виробництва	штук	500
2. Трудомісткість річної програми:	н.-год.	
- заданої річної програми;		12044
- з урахуванням супутньої продукції		21451
3. Чисельність працюючих всього:	осіб	18,62
в тому числі:		
- основних робочих;		12
- допоміжних робочих;		3,4
- спеціалістів;		2,6
- службовців;		0,48
- молодшого обслуговуючого персоналу		0,14
4. Середній розряд робочих:	-	
- основних;		2,83
- допоміжних		3,14
5. Фонд заробітної плати:	грн.	
- основних робочих;		354739,7
- допоміжних робочих;		86511,43
- спеціалістів;		174525
- службовців;		7612,42
- молодшого обслуговуючого персоналу		1983,52

Продовження табл. 6.14

6. Середньомісячна заробітна плата:	грн.	
- основних робочих;		2463,47
- допоміжних робочих;		2120,38
- спеціалістів;		5593,75
- службовців;		1321,60
- молодшого обслуговуючого персоналу		1180,67
7. Вартість основних виробничих фондів всього:	грн.	2039841
у тому числі:		
I. групи (будівлі, споруди, передатні пристрої);		559597
II. групи (транспортні засоби. ЕОМ, прилади);		192043
Тії. групи (інше)		1288201
8. Кількість устаткування на ділянці	штук	12
9. Середній коефіцієнт завантаження устаткування	%	0,84
10. Коефіцієнт використання матеріалу	-	0,67
11. Собівартість одиниці продукції	грн.	25700
12. Собівартість річної програми	грн.	12850000
13. Виробнича програма за оптовими цінами	грн.	14777500
14. Чистий прибуток	грн.	1445441,62
15. Чиста теперішня вартість проекту	грн.	4123236
16. Строк окупності капітальних вкладень:	роки	
без дисконтування;		1,49
з урахуванням дисконтування		2,94

6.9 Висновок

Випуск деталі «вал-шестерня є цілком доцільним, технологічно необхідний та економічно вигідний. Інвестиції окупаються протягом 3 років з урахуванням дисконтування.

У результаті реалізації проекту, за період його життєвого циклу підприємство отримає 1445441,62 гривень прибутку.

					6261м.08.МР.07.06.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

Кваліфікаційна робота на тему «Удосконалення технології виготовлення вала-шестерні $d = 170$ мм, $L = 600$ мм» розроблена відповідно до діючих стандартів ЄСТД. Найбільш відповідальним елементом вал-шестерні є зубчастий вінець. Згідно номенклатури розглянутий вал-шестерня має рівно високі зубці. Достоїнство такої форми зуба –простота розрахунку налагоджувальних установок верстата. Технологічним недоліком даної деталі є велика конусна відстань ($2S=697,49$ мм), що потребують зуборізного обладнання великих типорозмірів. На базовому підприємстві розроблено метод нарізання зубчастих конічних коліс з коловими зубами з великою конусною відстанню на зубофрезерувальних верстатах малих типорозмірів. Це дозволяє нарізати розглянутий вал-шестерню на зубофрезерувальному верстаті, найбільша довжина утворюючої початкового конусу нарізаних коліс якого дорівнює 400 мм.

В кваліфікаційній роботі надано опис призначення деталі та характеристика матеріалу, з якого вона виготовлена, зроблено аналіз її технологічності, вибір та обґрунтування типу виробництва, розроблено технологічний процес виготовлення, а також розглянуті питання з обробки зубчастих вінців валів-шестерен на верстатах із ЧПК універсальним інструментом, спрощення технологічного процесу виготовлення валів-шестерен із цементованих загартованих сталей.

В кваліфікаційній роботі наведені розрахунки спеціальних пристосувань та ріжучого і вимірювального інструментів: ділильного пристосування для фрезерування, оправки для шліфування зубів, зуборізної головки для конічних коліс з круговими зубами. Спроектована дільниця з виготовлення деталі та розраховані її техніко-економічні показники і доцільність її проектування. Наведено аналіз небезпечних та шкідливих факторів на дільниці, безпека при експлуатації обладнання, розрахунок штучного освітлення, аналіз впливу виробництва та технологічного процесу виготовлення деталі на довкілля та розглянуті заходи з охорони навколишнього середовища.

Література

1. Боженко Л.І. Технологія машинобудування Проектування та виробництво заготовок. - Підручник. – Львів, Світ, 1996. – 368 с.
2. Бондаренко С.Г. Розмірні розрахунки механоскладального виробництва. - Навчальний посібник. – Київ: ІСДО, 1993. – 544 с.
3. Бондаренко С.Г. Основи технології машинобудування. - Навчальний посібник для студентів вищих технічних навчальних закладів. – Львів, Магнолія, 2007. – 567 с.
4. Горбатюк Є.О., Мазур М.П.,Зенкін А.С., Каразей В.Д. Технологія машинобудування. - Навчальний посібник. – Львів, «Новий Світ-2000», 2012. – 358 с.
5. Довідник технолога-машинобудівника. в 2-х т. /Під заг.ред.А.Г.Косилової та Р.К.Мещерякова. – 5 вид., переробл. і доп. – Київ, Техніка, 1990. -
6. Івченко Л.І. Державні стандарти в машинобудуванні і металообробці/Л.І.Івченко, В.В.Петракін. – Харків, Компанія «Сміт», 2006. – 320 с.
7. Колкер Я.Д., Руднєв О.Н. Базування та бази в машинобудуванні. - Начальний посібник. – Київ, Вища школа, 1991. – 100 с.
8. Мельничук П.П., Боровик А.І., Лінчевський П.А. Технологія машинобудування. – Підручник для студентів спеціальностей «Технологія машинобудування», «Металорізальні верстати та системи». – Житомир, Держ.університет «Житомирська політехніка», 2009. –
9. Обробка металів різанням. Довідник технолога /Н.А.Панов, В.В.Анікін, Н.Г.Бойм та ін. Під заг.ред. А.Н.Панова. – Київ, Техніка, 1991. – 740 с.
10. Паливода Ю.Є., Дячун А.Е., Лешук Р.Я. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки. – Навчально-методичний посібник. – Тернопіль: Тернопільський нац.техн.університет ім. Івана Пулюя, 2019. – 240 с.

						Арк.
						135
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Пістун І.П., Кіт Ю.В., Березовецький А.П. Практикум з охорони праці. – Навчальний посібник. - /За заг.редк.т.н., І.П.Пістуна. – Суми, Вид-во «Університетська книга», 2000. – 207 с.

12. Руденко П.О., Харламов Ю.А. Проектування і виробництво заготовок у машинобудуванні. – Навчальний посібник. Під ред. В.М.Плескача. – Київ, Вища школа, 1991. – 247 с.

13. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. – Навчальний посібник для машинобудівних спец.вузів. – Київ, Вища школа, 1993. – 414 с.

14. Соловійов С.М., Шумілов О.П., Івахненко М.М., Бобошко В.О., Козленко О.О. Практикум з дисципліни «Теоретичні основи технології виготовлення деталей машин». – Навчальний посібник . Під заг.ред. проф. С.М.Соловійова. – Миколаїв, НУК, 2016. – 172 с.

15. Технологія машинобудівних підприємств. - Підручник /В.Л.Дикань, Ю.Є.Калабухін, Н./Каличева та ін. За заг.ред. В.Л.Диканя. – Харків, УкрДЧЗТ, 2020. – 386 с.

16. Технологія машинобудування. Посібник-довідник для виконання кваліфікаційних робіт. – Навчальний посібник/І.І.Юрчишин, Я.М.Литвиняк, І.Е.Грицай, М.Л.Кухляк, Я.М.Кусій, В.В.Ступницький, В.А.Яцюк, А.М.Кук, Е.М.Махоркін, В.П.Свізінський. За заг.ред.І.І.Юрчишина. – Львів, Вид-во національного університету «Львівська політехніка», 2009. – 528 с.

17. Ткаченко І.Г., Капаціла Ю.Б., Паливода Ю.Є. Технологія машинобудування: Вступ до спеціальності. – Навчальний посібник. – Тернопіль, Тернопільський нац.тех.університет ім.Івана Пулюя, 2013. – 84 с.

18. Ткачук К.Н., Іванчук Д.Ф. та ін. Довідник з охорони праці на промисловому підприємстві. – ДО, Техніка, 1991.

19. Тубальцев А.М. Виробниче освітлення та його розрахунок. – навчальний посібник. – Миколаїв, УДМТУ, 2001. – 84 с.

						Арк.
						136
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

20. Хлопенко Б.К., Шумілов О.П., Івахненко М.М., Козленко О.О. Проектування технологічних процесів обробки типових деталей. – Навчальний посібник. – Миколаїв, УДМТУ, 2003. – 56 с.

21. Яковенко І.Е., Пермяков О.А., Фесенко А.В. Технологічні основи машинобудування. – Навчальний посібник для студентів спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування». – Харків, НТУ «ХПУ», 2022. – 421 с.

22. **GEAR WHEEL PRODUCTION TRENDS**, *LMT-Tools.com / LMT Tool Sytems*// *підрозділ по нарізанню зубчастих колес, Шварценбек – Германія*

23.Зубофрезерування на універсальних верстатах. Прес-реліз від ТОВ «Сандвик» // Режим доступа <http://tverdysplav.ru/zubofrezerovanie-na-universalnyh-stankah/>

						Арк.
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		137