

Міністерство освіти і науки України

Луцький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет транспорту та механічної інженерії

(повне найменування факультету)

Кафедра прикладної механіки та мехатроніки

(повна найменування кафедри)

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

**ПРОЕКТУВАННЯ ТА АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО
ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОГО ОБРОБЛЕННЯ
ДЕТАЛІ ТИПУ «ФЛАНЕЦЬ»**

спеціальність 131 Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Прикладна механіка»

(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи ІМС-21
Наумук Вадим Іванович

(підпис)

Керівник:
к.т.н., доцент
Четвержук Тарас Іванович

(підпис)

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

(підпис)

Луцьк – 2023 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Транспорту та механічної інженерії
Кафедра Прикладної механіки та мехатроніки
Ступінь вищої освіти: бакалавр
Галузь знань: 13 Механічна інженерія
Спеціальність: 131 Прикладна механіка
Освітня програма: «Прикладна механіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

_____ Р. РЕДЬКО

“ _____ ” _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Наумуку Вадиму Ігоровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: *Проектування та аналіз технологічного процесу механічного оброблення деталі типу «Фланець».*

Керівник роботи: *Четвержук Тарас Іванович, к.т.н., доцент,*
затвержені наказом закладу вищої освіти від «28» грудня 2022 р., № 986/01-02

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи «01» червня 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: Конструкторсько-технологічна документація, відгуки підприємств про роботу обладнання, креслення деталі фланець., річна програма випуску, базовий технологічний процес, нормативні дані

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

Реферат. Вступ. 1 Загальний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ. 4 Охорона праці. Висновки і пропозиції. Список використаних джерел. Додатки.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

Креслення заготовки – 1 лист (ф.А.1), складальні креслення верстатних пристроїв - 1 лист (ф.А1), складальне креслення контрольного пристрою – 1 лист (ф.А1) ріжучий інструмент 1 лист (ф.А3) .

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання

1.03.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Загальний розділ	14.03.23	
2.	Технологічний розділ	10.04.23	
3.	Конструкторський розділ	15.04.23	
4.	Охорона праці	20.04.23	
5.	Оформлення графічної частини	10.05.23	
6.	Інструментальна перевірка на академічний плагіат	20.05.23	
7.	Представлення роботи до захисту	30.05.23	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Наумук В.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)

Четвержук Т.І.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Наумук В.І. Проектування та аналіз технологічного процесу механічного оброблення деталі типу «Фланець». Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Прикладна механіка» спеціальності 131 Прикладна механіка. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2023.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з вступу, 4 розділів, висновків і пропозицій, списку використаних джерел, додатків (згідно структури кваліфікаційної роботи, затвердженої кафедрою).

Робота включає в себе технологічну, конструкторську, частини, а також питання охорони праці. В технологічній частині проекту подані матеріали та розрахунки, пов'язані з описом та відпрацюванням виробу на технологічність, вибором методу виготовлення заготовки, розрахунком режимів різання та нормуванням робіт. В конструкторській частині проекту наведені описи та розрахунки розробленої технологічної оснастки та ріжучого інструменту. В розділі «охорона праці» висвітлено питання, пов'язані з нормуванням і розрахунком основних виробничих факторів, що забезпечують безпечну роботу цеху, засобами пожежної безпеки, викладені в розділі охорони праці.

Ключові слова: технологічний процес, механічна обробка, заготовка, деталь, режими різання, технологічна оснастка.

ABSTRACT

NAUMUK V.I. Design and analysis of the technological process of mechanical processing of the "Flange" type part. Manuscript.

Bachelor's qualification work of EP «Applied Mechanics» specialty 131 Applied Mechanics. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2023.

The bachelor's qualification work consists of an introduction, 4 sections, conclusions and proposals, a list of used sources, appendices (according to the structure of the qualification work approved by the department).

The work includes technological, design, parts, as well as labor protection issues. In the technological part of the project, materials and calculations related to the description and development of the product for manufacturability, the choice of the method of manufacturing the workpiece, the calculation of cutting modes and the normalization of work are presented. The design part of the project contains descriptions and calculations of the developed technological equipment and cutting tool. The "labor safety" section covers issues related to the regulation and calculation of the main production factors that ensure the safe operation of the workshop, fire safety means, outlined in the labor safety section.

Key words: technological process, mechanical processing, workpiece, part, cutting modes, technological equipment.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. Загальна частина.....	8
1.1. Призначення, умови експлуатації та опис вузла виробу	8
1.2. Службове призначення деталі типу «Фланець» та технічні вимоги до деталі	9
1.3. Аналітичний огляд та порівняння зарубіжних та вітчизняних технологічних рішень для галузі машинобудування	10
1.4. Формування цілей та завдань виконання кваліфікаційної роботи.....	13
РОЗДІЛ 2. Технологічний розділ.....	14
2.1. Аналіз операційних карт діючого технологічного процесу.....	14
2.2. Аналіз використовуваного обладнання, технологічного оснащення та ріжучого інструменту.....	17
2.3. Розмірно-точнісний аналіз існуючого технологічного процесу...	19
2.4. Розроблення проектного варіанту технологічного процесу виготовлення деталі «Фланець».....	20
2.5. Аналітичний вибір основного технологічного обладнання.....	21
2.6. Формування операційно-маршрутної технології.....	23
2.7. Розмірно-точнісний аналіз розробленого варіанту технологічного процесу.....	25
2.8. Розрахунок режимів різання та норм часу.....	26
РОЗДІЛ 3. Конструкторський розділ.....	33
3.1. Аналітичний огляд та вибір стандартного верстатного оснащення	33
3.2. Проектування та розрахунок спеціального верстатного пристосування	35
3.3. Вибір силового приводу	38

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

3.4. Розрахунок та проектування свердла.....	3.3
3.5. Проектування операцій технічного контролю та вибір вимірювального обладнання та оснащення	41
РОЗДІЛ 4. Охорона та безпека праці	42
4.1. Характеристика досліджуваного об'єкта.....	42
4.2. Виявлення та аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів	42
4.3. Забезпечення необхідного освітлення на робочому місці	43
4.4. Забезпечення оптимального параметра мікроклімату робочого місця	46
4.5. Розроблення заходів щодо запобігання та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.....	47
ВИСНОВОК.....	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	51
ДОДАТКИ	53

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Дана випускна кваліфікаційна робота є розрахунково-графічною роботою, в якій узагальнюються всі технологічні знання та навички, набуті під час навчання. У ній представлений аналіз діючого технологічного процесу та розробка нового проектного варіанти з метою підвищення ефективності та конкурентної спроможності виробництва.

Актуальність роботи полягає в тому, що постійно зростають вимоги точності, шорсткості, а також похибки форми деталей, тягнуть за собою, збільшення трудоемності та зміну номенклатури, а у зв'язку з цим посилюються вимоги до обладнання, ріжучого інструменту та технологічного оснащення.

У ході виконання даної роботи був проведений аналіз існуючої технологічної документації, проведено відпрацювання деталі на технологічність.

Проаналізовано та обрано стандартний різальний інструмент та технологічне оснащення, спроектований спеціальний різальний інструмент та верстатне пристосування, виконано розрахунок режимів різання та норм часу. Розроблено планування дільниці механічної обробки, а також створені заходи щодо безпеки технологічного циклу виробу.

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2. Службове призначення деталі типу «Фланець» та технічні вимоги до деталі.

Фланець посадкового радіолокатора призначений для з'єднання двох обертових переходів W_1 і W_2 колони РР з метою передачі крутного моменту з переходу на інший (див. рисунок 1.1). Для цього з'єднання на фланці виготовлені 2 пальці і 2 пази, а також отвір під фіксуєчий штифт представлені рисунку 1.2.

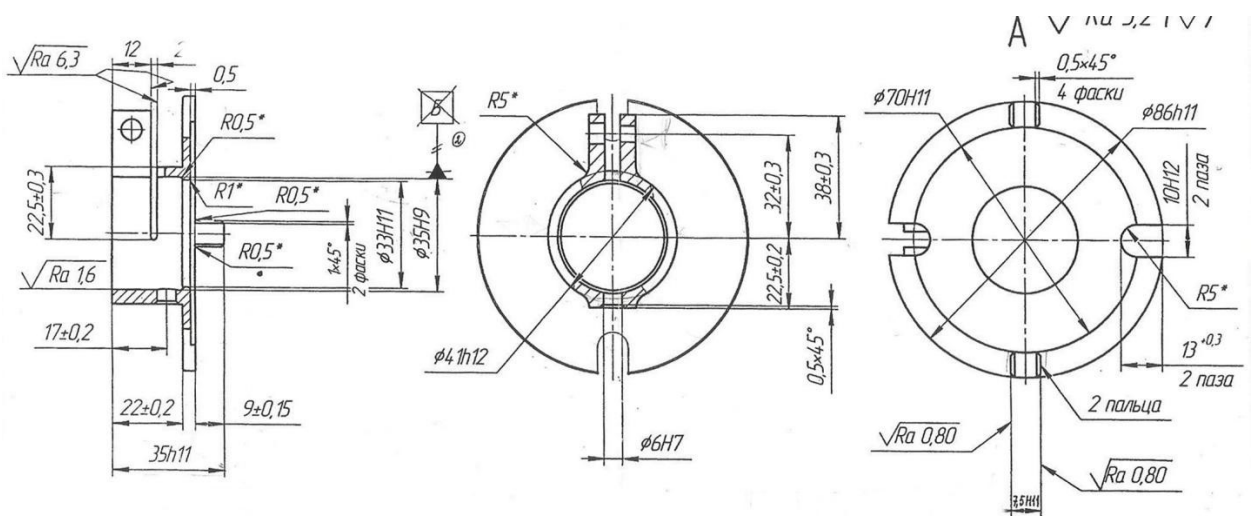


Рисунок 1.2. Фланець

На кресленні деталі наведені всі потрібні вигляди для її повного уявлення. На видах проставлені всі необхідні розміри деталі з допусками. Вона позначалися виходячи з умов роботи деталі та конструктивним призначенням її елементів. Вказані всі необхідні шорсткості поверхонь.

На рисунку 1.3 показані поверхні, до яких висуваються найжорсткіші вимоги шорсткості поверхні. Поверхня пальців одержана шліфуванням. До неї пред'явлено вимога щодо шорсткості $Ra\ 0,80$ мкм (див. рисунок 1.3). Це необхідно для точності з'єднання та для повного виключення ударів у зачепленні між обертовими переходами при складанні вузла.

										Арк.
										9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ					

На внутрішню поверхню отвору фланця діаметром 35Н9 мм встановлено вимога шорсткості $Ra = 1,6$ мкм для точного з'єднання стакана з фланцем (рисунок 1.3).

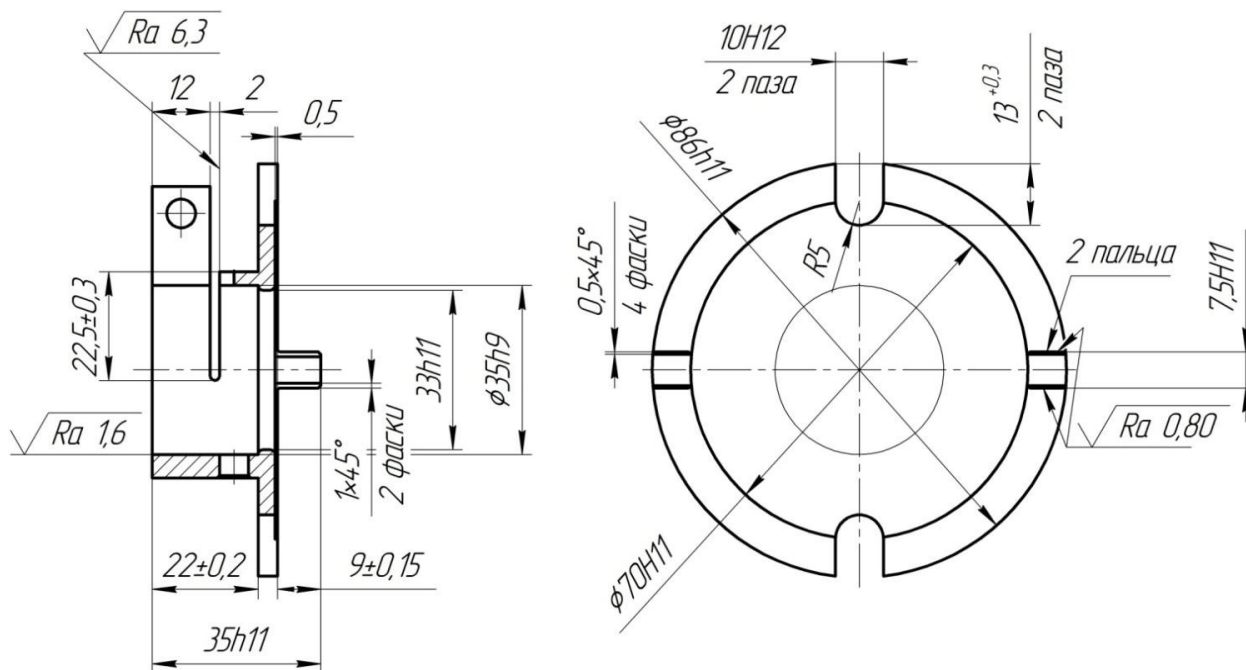


Рисунок 1.3. Фрагмент креслення деталі «фланець» радіоретранслятора

Технічні вимоги до деталі «фланець»:

Твердість – 255-302 НВ;

хімічне оброблення з промаслюванням;

* – розміри, що забезпечуються інструментом;

інші технічні вимоги – згідно технічних стандартів.

1.3. Аналітичний огляд та порівняння зарубіжних та вітчизняних технологічних рішень для галузі машинобудування.

У сучасному машинобудуванні існує низка методів отримання заготовок майбутніх виробів. Основними методами одержання заготовок є [8, 16]:

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

- гарячекатаний прокат;
- виливки, отримані в піщано-глинистих формах;
- поковки, отримані куванням.
- гаряче об'ємне штампування;
- лиття в кокіль;
- лиття під тиском;
- 3D друк;
- лиття в оболонкові форми;
- лиття за моделями, що виплавляються.

Важливо пам'ятати, що спосіб отримання заготовки має бути економічним, що забезпечує високу якість деталі, продуктивним та не трудоемним, тому детальніше розглянемо метод 3D друку, який став досить популярним останнім часом[8].

У сучасному машинобудуванні 3D принтер використовується не лише для отримання заготовок, але й для швидкого прототипування, яке є невід'ємною частиною процесу конструювання. Отримання прототипів традиційними методами (механічне оброблення, лиття) вимагатиме кількох тижнів або навіть місяців і є складним, тривалим та дорогим етапом проектування, укладання договорів на виробництво високоякісних прототипів є дорогим і може призвести до затримки випуску продукції.

Швидкий цикл конструювання в автоматичному виробництві вимагає застосування сучасних рішень на базі швидкого прототипування, які дозволяють отримувати вироби практично будь-якої форми з різними властивостями матеріалу швидко та відносно недорого.

Перспектива застосування 3D принтерів економічно очевидна, оскільки ці пристрої суттєво прискорюють процес розробки нової продукції, значною мірою зменшують ризики та помилки в процесі проектування, знижують витрати на отримання макета, і вже зараз за своїми цінами доступні більшості вітчизняних підприємств. 3D принтер здійснює створення

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

прототипу на підставі тривимірної комп'ютерної моделі, створеної в будь-якій із програм 3D моделювання та САПР. Також існує можливість виготовлення ливарних форм, що дозволяє пропустити стадію виробництва шаблонів.

Процес безперервного лиття металу дозволяє інженерам заливати метал безпосередньо у ливарну форму, надруковану на 3D принтері, виключаючи необхідність у модельному наборі. Крім того, вироби використовуються як моделі при традиційному способі лиття за моделями, що виплавляються і в піщані форми.

Також 3D принтери дозволяють виготовляти заготовки металевих деталей з високою точністю, що дозволяє зменшити час на обробку деталей або взагалі звести до нуля.

На рисунках 1.4 та 1.5 представлені деталі вузлів виготовлені на 3D принтері.



Рисунок 1.4 – Зубчасте колесо

Загалом способи отримання заготовок у вітчизняних та зарубіжних виробників у галузі машинобудування однакові. Різниця лише в їхньому практичному застосовності.

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12



Рисунок 1.5 – Дросель впуску двигуна внутрішнього згорання

Вітчизняні виробники у велику сторону схилиються до застарілих, що «прижилися» способів отримання заготовок, коли на відміну від них закордонні колеги намагаються застосовувати сучасніші технології. Пояснення криється у недостатньому фінансуванні вітчизняних виробників, яке певною мірою пригальмовує процес розвитку машинобудування.

1.4. Формування цілей та завдань виконання кваліфікаційної роботи.

Метою виконання випускної кваліфікаційної роботи бакалавра є розробка нового варіанта технологічного процесу виготовлення деталі типу «фланець», що відрізняється по ряду конструкторських та технологічних показників, а також спроектування дільницю механічної обробки, з урахуванням можливості його автоматизації для спроектованого вдосконаленого варіанту технологічного процесу.

Завданнями випускної кваліфікаційної роботи є:

– описати службове призначення деталі «фланець» та технічні вимоги до деталі;

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- провести аналітичний огляд та порівняння зарубіжних та вітчизняних технологічних рішень для робототехніки;
- проаналізувати існуючу конструкторсько-технологічну підготовку чинного виробництва;
- спроектувати новий технологічний процес виготовлення деталі «фланець» в умовах серійного конкурентоспроможного виробництва;
- провести аналітичний огляд та вибрати технологічне оснащення;
- спроектувати та розрахувати верстатний пристрій;
- провести аналітичний огляд та вибрати ріжучий інструмент;
- спроектувати та розрахувати різальний інструмент;
- спроектувати операції технічного контролю та обрати вимірювальне обладнання;
- розробити планування ділянки механічної обробки з урахуванням можливості його автоматизації;
- розробити заходи щодо безпеки технологічного циклу деталі та виробництва загалом.

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Аналіз операційних карт діючого технологічного процесу.

На операції 015 токарна здійснюється підрізання торця плоскої поверхні та свердління отвору. Комплект баз: установка, напрямна, опорна. Різальний інструмент, який використовуються: різець SCLCL 1616H-09 ISCAR, пластина CCMT 09T308-MM 2025 SANDVIK, державка R2Z810W; власник R2Z310W WTO, пластина SPMG 060204 DG TT9030 TAEGUTEC, свердло Ø16,5 TDR 3165-25T2-06 TAEGUTEC; тримач R2Z310W WTO, пластина SPMG 090408 DG TT9030 TAEGUTEC, свердло Ø28 TDR 4280-25T2-09 TAEGUTEC; SCLCL S20R SCLCL-09 ISCAR, пластина CCMT 09T308-MM 2025 SANDVIK, тримач R2Z330W. Верстатний пристрій – кулачки розточувальні цехові, вимірювальний інструмент – штангенциркуль ШЦ-П-160-0,1. Верстат – високоточний токарно-фрезерний центр ЧПУ УМСО MAXXURN 45MY.

На 020 токарній операції здійснюється підрізання плоского торця. поверхні та обточування зовнішньої поверхні. Комплект баз: установка, напрямна, опорна. В якості ріжучого інструменту використовуються: державка R2Z810W, різець SCLCL 1616H-09 ISCAR, пластина CCMT 09T308- MM 2025 SANDVIK; державка R2Z330W, пластина CCMT 09T308-MM 2025 SANDVIK, різець S20R SCLCL-09 ISCAR, верстатне пристосування – кулачки розточувальні, вимірювальний інструмент – штангенциркуль ШЦ-П-160-0,1. Верстат високоточний токарно-фрезерний центр ЧПУ УМСО MAXXURN 45MY.

На 035 токарній операції підрізають торець і точать зовнішньою поверхню. Комплект баз: установка, напрямна, опорна. В якості різального

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

інструменту використовуються: державка R2Z810W, різець SCLCL 1616H-09 ISCAR, пластина CCMT 09T308-MM 2025 SANDVIK; державка R2Z330W, пластина CCMT 09T308-MM 2025 SANDVIK, різець S20R SCLCL-09 ISCAR; тримач R2Z810W, різець SCLCL 1616H-09 ISCAR, пластина CCMT 09T304-SM IC907 ISCAR; тримач R2Z330W, різець S20R SCLCL-09 ISCAR, пластина CCMT 09T304-SM IC907 ISCAR, верстатнк пристосування – кулачки розточувальні, вимірювальний інструмент – штангенциркуль «SYLVAC-300-0,1». Металорізальний верстат – високоточний токарно-фрезерний центр ЧПУ UMCO MAXXURN 45MY.

На операції 040 токарна – здійснюється остаточне підрізування торця та розточування внутрішньої поверхні. Комплект баз: установка, напрямна, опорна. Ріжучий інструмент використовуються: тримач R2Z330W, різець S20R SCLCL-09 ISCAR, пластина CCMT 09T308-MM SANDVIK; державка R2Z330W, різець S20R SCLCL-09 ISCAR, пластина CCMT 09T304-SM IC907 ISCAR, верстатне пристосування – кулачки розточувальні, вимірювальний інструмент – штангенциркуль «SYLVAC-300-0,1». Високоточний токарно-фрезерний центр ЧПУ UMCO MAXXURN 45MY.

На операціях 050 - 090 фрезерувальна – фрезерують пальці. Комплект баз: установка, напрямна, опорна. Вимірювальний інструмент – штангенциркуль «SYLVAC-150-0,01», верстатний пристрій – УСП, стіл поворотний, універсально фрезерний верстат 675П.

На операціях 155 - 175 свердлильні – свердлять отвори. Комплект баз: установка, напрямна, опорна. Вимірювальний інструмент – штангенрейсмус ШР-250-0605 ГОСТ 164-90, пробка Ø4,95+0,2 ЕЛ 81-7740, осі технологічні ЕЛ89-6658, верстатний пристрій – кондуктор. Обладнання – настільно-свердлильний верстат 2М112.

На операції 200 шліфувальна – шліфують два пальці. Комплект баз: установка, напрямна, опорна. Вимірювальний інструмент – міри шорсткості

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

КН89-6596, штангенциркуль «SILVAC-150-0,01», верстатний пристрій – пристрій для розмагнічування 3861. Плоскошліфувальний верстат 3Г71М.

2.2. Аналіз використовуваного обладнання, технологічного оснащення та ріжучого інструменту.

У цьому пункті представлено обладнання, яке використовується в існуючому технологічному процесі. Розглянемо кожен верстат по окремо.

Маххturn 45 МУ – універсальний токарний верстат з ЧПУ для комплексної обробки деталей із пруткового матеріалу та штучних заготовок (рисунок 2.1.)



Рисунок 2.1 – Універсальний токарний верстат з ЧПУ Маххturn 45 МУ

Призначений для обробки пруткового матеріалу діаметром до 45 мм. (опціонально до 51 мм) та штучних деталей діаметром до 300 мм.

Інструментальний широко-універсальний фрезерний верстат точності моделі 675П (не представлений на рисунках). Призначений для фрезерування деталей циліндричними, дисковими та фасонними фрезами за допомогою

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

горизонтального шпинделя, і торцевими, кінцевими та шпонковими фрезами за допомогою поворотного вертикального шпинделя, який при необхідності, можливо, повернути під заданим кутом.

Оброблювана деталь може бути встановлена на основному столі з вертикальною робочою площиною або на кутовому столі з горизонтальною робочою площиною. Для обробки похилих поверхонь деталь може встановлюватись на універсальному столі. Для обробки деталей, що вимагають ділення (зубчаті колеса, канавки і т.д.), можуть бути використані круглий стіл або ділильна головка. Використовуючи різцеву, швидкохідну, довжину головки та комплект допоміжного інструменту, можна виконувати на верстаті розточувальні, свердлильні та довбалі роботи.

Горизонтальний фрезерний верстат 6P81Г (не представлений на рисунках) призначений для використання в умовах індивідуального та дрібносерійного виробництва. На верстаті можлива обробка плоских та фасонних поверхонь. циліндричними, торцевими, та кінцевими фрезами. Технічні характеристики верстата забезпечують продуктивну обробку чорних та кольорових металів із застосуванням швидкохідного та твердосплавного інструменту.

Вертикально свердлильний верстат 2M112 призначений для свердління отворів. Відрізняється високою стійкістю та жорсткістю. Основа – з литого чавуну перешкоджає утворенню вібрації, завдяки чому забезпечується гранична точність свердління та довговічність обладнання. Величина діаметру свердління невелика, для створення максимального оброблюваного діаметра 12 мм передбачений спеціальний свердлильний патрон, що поставляється в комплект зі верстатом. Різьбонарізний патрон M12 забезпечує виконання внутрішнього різьблення діаметром 12 мм.

Плоскошліфувальний верстат 3Г71, 3Г71М. Призначений для шліфування поверхонь периферією круга. У певних межах можлива обробка поверхонь, розташованих під кутом 90° до дзеркалв столу. Із застосуванням

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

різних пристроїв можливо профільне шліфування різних деталей. Точність профілю при цьому залежить від методу заправки профілю круга та від застосовуваного пристосування для кріплення деталей. Верстат комплектується стандартною електромагнітною плитою. Клас точності верстата В. Шорсткість обробленої поверхні – 10.

2.3. Розмірно-точнісний аналіз існуючого технологічного процесу.

Розмірна схема діючого технологічного процесу представлена на рисунку 2.2.

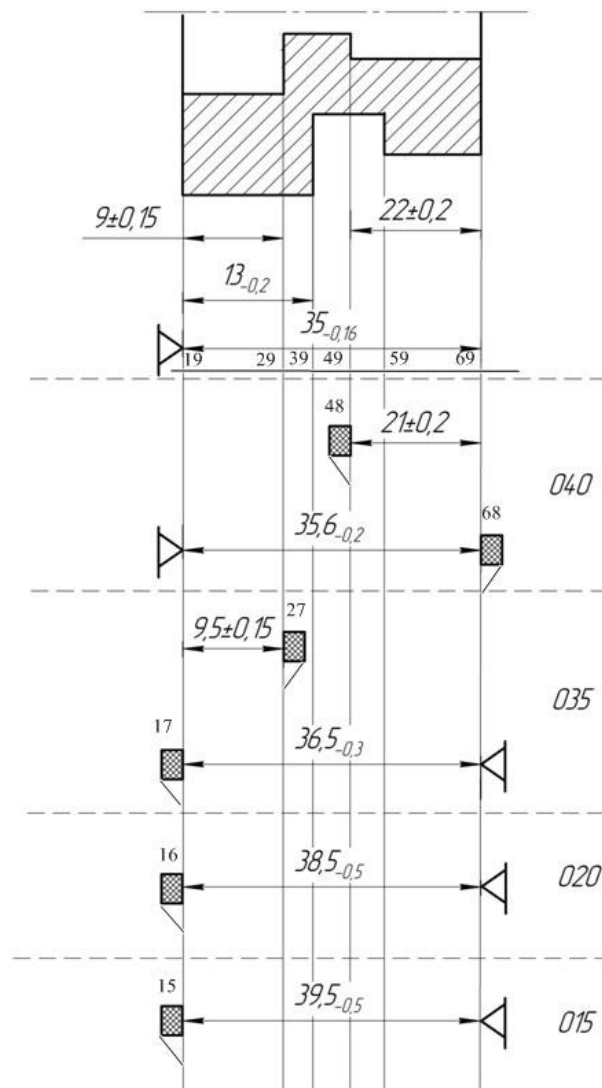


Рисунок 2.2. Схема розмірного ланцюга існуючого технологічного процесу

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$[15_{14}] = -(15_{68}) + (14_{68}) = 22 \pm 0,2 - 21 \pm 0,2 = 1_{-0,4}^{0,4}$$

$$[15_{16}] = (15_{68}) + (16_{68}) = 2_{-0,5}^{0,3}$$

$$[16_{17}] = (17_{68}) - (16_{68}) = 0,9_{-0,3}^{+0,2}$$

$$[27_{26}] = (18_{26}) - (18_{27}) = 22 \pm 0,2 - 21 \pm 0,2 = 0,5_{-0,3}^{+0,3}$$

$$[68_{67}] = (18_{67}) - (18_{68}) = 0,6_{-0,2}^{+0,16}$$

Розмірний аналіз технологічного процесу показав, що у процесі обробки всі розміри виконуються.

Можна зробити висновок по існуючому техпроцесі, що обладнання у чинному технологічному процесі використовується застаріле, як морально, і фізично. Винятком є лише токарно-фрезерний центр з ЧПУ, але навіть його можливості не використовуються в повному обсязі. Тому витрачається дуже багато часу на основні та допоміжні операції, і для того щоб підвищити ефективність та продуктивність, а відповідно і конкурентоспроможність потрібно вдосконалювати технологічний процес оброблення заданих деталей.

2.4. Розроблення проектного варіанту технологічного процесу виготовлення деталі «Фланець».

Матеріал деталі Фланець (рисунок 2.3) сталь 14X17H2. Деталь має складну форму та невеликі габарити. Основними методами отримання заготовок за таких параметрами деталі є: гарячекатаний прокат; виливки, отримані в піщано-глинистих формах; лиття за моделями, що виплавляються; поковки, отримані куванням, гаряче об'ємне штампування; лиття під тиском; лиття в оболонкові форми; відцентрове лиття. [9]

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

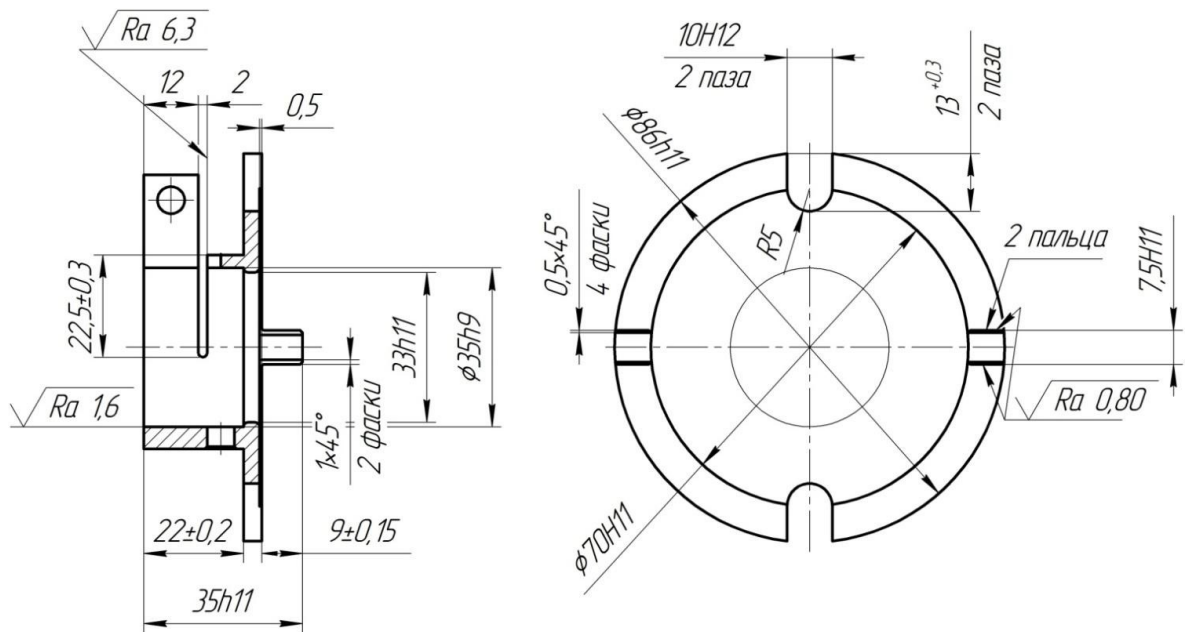


Рисунок 2.3. Деталь фланець

Для підвищення коефіцієнту використання матеріалу, та задля здешевлення отримання заготовок у проектному варіанті технологічного процесу обираємо метод отримання заготовки – лиття за моделями, що виплавляються. За допомогою цього за допомогою даного методу ми зможемо отримати отримання виливку з точністю розмірів до 10...12 квалітету і шорсткістю поверхні Ra 2,5...1,25 мкм, що у цьому випадку дозволяє знизити час на оброблення деталі.

2.5. Аналітичний вибір основного технологічного обладнання.

Фланець є тілом обертання та має розміри $\varnothing 86 \times 35$ мм. При отриманні заготовки даної деталі литтям за моделями, що виплавляються, залишається необхідним обробити лише деякі площини, пази та отвори, тобто основне технологічне обладнання має дозволяти виконувати операції фрезерування, точіння та свердління. Так само необхідно, щоб деталь поміщалася у робочу зону верстата.

Вищезазначеним вимогам відповідає токарно-фрезерний центр з ЧПУ DMG MORI CTX beta 1250 TC та DMG MORI CTX gamma 3000 TC. При

						027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			21

порівнянні їх технічних характеристик було вирішено вибрати верстат DMG MORI CTX beta 1250 TC який представлений на рисунку 2.4, так як він найбільше підходить для обробки даної деталі.



Рисунок 2.4 Токарно-фрезерний центр DMG MORI CTX beta 1250 TC

Для шліфувальних операцій плоскошліфувальний обираємо верстат JET JPSG-1224TD (рисунок 2.5).



Рисунок 2.5 Плоскошліфувальний верстат JET JPSG-1224TD

Технічні характеристики верстатів наведено у додатках.

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

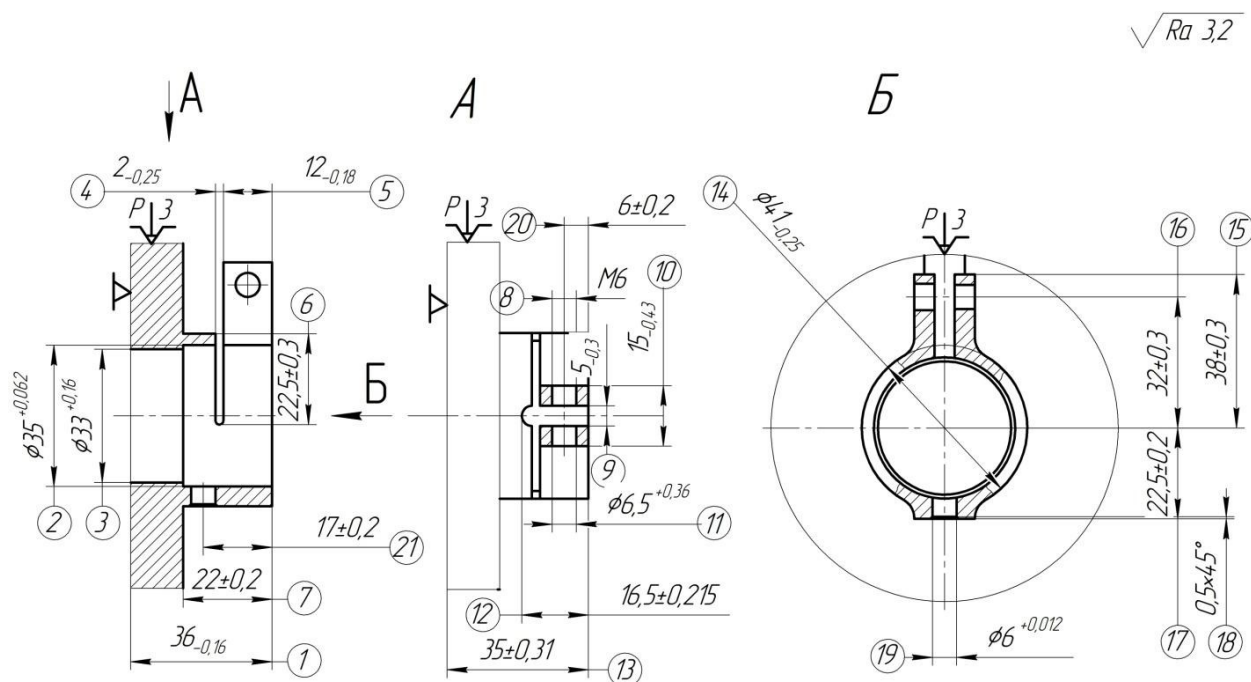
2.6. Формування операційно-маршрутної технології.

Маршрутний технологічний процес представлений у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Маршрутний технологічний процес

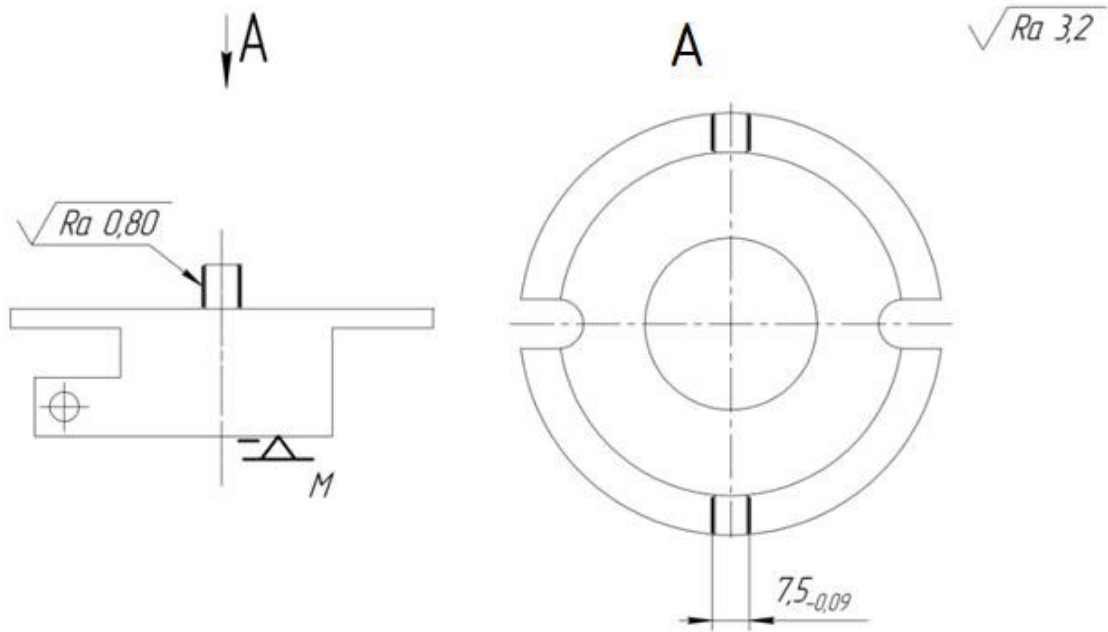
Назва, номер операції	Обладнання
000 Заготівельна	Ливарні моделі
005 Комплексна на ОЦ з ЧПУ	DMG MORI CTX beta 1250 TC
010 Термічна	Термічна піч
015 Плоскошліфувальна з ЧПУ	JET JPSG-1224TD
020 Контрольна	Контрольний пристрій

005 Комплексна на ОЦ з ЧПУ. Установ А – Свердління та розточування внутрішньої поверхні, фрезерування поверхні фасонної поверхні, фрезерування двох пазів, свердління трьох отворів, нарізування різей в отворі та фрезерування фасок. Операційний ескіз операції 005 Комплексна на ОЦ з ЧПУ (установ А) представлений рисунку 2.6.



Рисунку 2.6. Операційний ескіз операції 005 Комплексна на ОЦ з ЧПУ (установ А)

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунку 2.8. Операційний ескіз операції 015 Плоскошліфувальна з ЧПУ

2.7. Розмірно-точнісний аналіз розробленого варіанту технологічного процесу.

Схема розмірного ланцюга проектованого технологічного процесу наведена на рисунку 2.9.

Мінімальний необхідний припуск для фрезерування (і для будь-якої іншої операції при обраному способі одержання заготовки) розраховується:

$$\Delta_{\text{фр. min}} = D_f + R_z,$$

де D_f – величина дефектного шару, мм;

R_z – шорсткість з попередньої операції, мм.

Для фрезерування значення дефектного шару та шорсткості рівні:

$$D_f = 0,060 \text{ мм};$$

$$R_z = 4 \cdot R_a = 4 \cdot 0,060 = 0,0240 \text{ мм}.$$

Підставляємо значення у формулу (2.1) і отримуємо:

$$\Delta_{\text{фр. min}} = 0,060 + 0,0240 = 0,3 \text{ мм}.$$

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

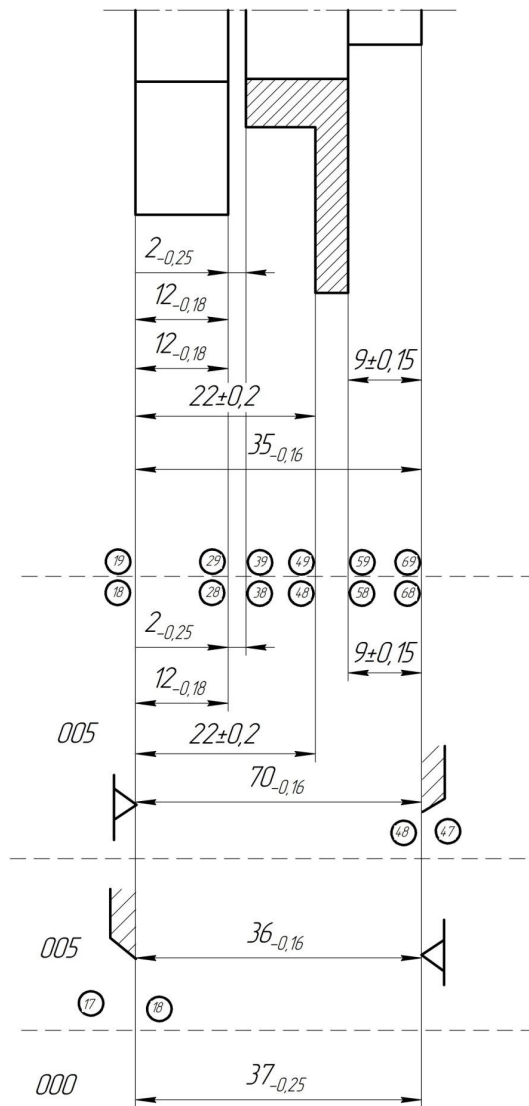


Рисунок 2.9. Схема розмірного ланцюга проектованого технологічного процесу

2.8. Розрахунок режимів різання та норм часу.

Фрезерування дисковою фрезою паза.

При фрезеруванні дисковими фрезами виконавчі розміри залежать від геометричних параметрів різального інструменту. Подачу на зуб вибираємо за довідником [13], виходячи з групи оброблюваного матеріалу діаметру та числа зубів фрези, глибини та ширини фрезерування. Подачу на зуб вибираємо за [13]:

$$S_{zt} = 0,037 \text{ мм/зуб.}$$

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За довідковою літературою[13] вибирається поправочні коефіцієнти для подачі на зуб залежно від:

Групи оброблюваного матеріалу $K_{S_0} = 1$;

твердості оброблюваного матеріалу $K_{S_M} = 0,70$;

відношення вильоту оправки до діаметра оправки $K_{S_1} = 1$.

Фактичну подачу на зуб визначають за формулою:

$$S_{\phi} = S_{zt} K_{S_0} K_{S_M} K_{S_1}.$$

Підставивши дані отримуємо:

$$S_z = 0,037 \cdot 1 \cdot 0,70 \cdot 1 = 0,0259 \text{ мм/зуб.}$$

За довідником [13] знаходимо табличні значення швидкості та потужності різання:

$$V_T = 22 \text{ м/хв};$$

$$N_T = 3,15 \text{ кВт.}$$

знаходимо поправочні коефіцієнти на швидкість та потужність різання в залежності від:

від твердості оброблюваного матеріалу

$$K_{VM} = 0,70; K_{NM} = 1,30;$$

періоду стійкості різальної частини фрези $K_{VT} = 1$;

відношення фактичної ширини фрезерування до нормативної $KV = 1,30$;

відношення вильоту оправки до діаметра оправки $K_{V1} = 1$;

стан поверхні заготовлі $K_{Vn} = 1$;

наявність охолодження $K_{Vж} = 1$.

Фактичну швидкість різання обчислюють за такою формулою:

$$V_{\phi} = V_T K_{VM} K_{VT} K_V K_{V1} K_{Vn} K_{Vж}.$$

Фактичну потужність різання обчислюють за такою формулою:

$$N_{\phi} = N_T K_{NM}.$$

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Підставляючи значення формули (2.3) і (2.4) отримуємо фактичні значення швидкості та потужності відповідно:

$$V_{\phi} = 22 \cdot 0,70 \cdot 1 \cdot 1,30 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 20,02; \text{ м/хв.}$$

$$N_{\phi} = 3,15 \cdot 1,30 = 4,095 \text{ кВт.}$$

Частота обертання шпинделя визначається за такою формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V_{\phi}}{\pi \cdot D}.$$

Підставивши значення у формулу (2.5) знайдемо частоту обертання шпинделя:

$$n_{\phi} = 50 \text{ об/мин.}$$

Приймаємо $n_{\phi} = 50$ об/хв.

З урахуванням знайденої частоти обертання визначається фактична швидкість різання за формулою:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\phi}}{1000}.$$

Підставивши значення у формулу (2.6) знайдемо фактичну швидкість різання:

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 125 \cdot 50}{1000} = 19,63$$

Хвилинну подачу розраховується за такою формулою:

$$S_M = S_z \cdot z \cdot n.$$

Підставивши значення в формулу (2.7) знайдемо хвилинну подачу:

$$S_M = 0,0259 \cdot 100 \cdot 50 = 129,5$$

При обробці дисковими фрезами довжина врізування визначається за формулою:

$$l_{\text{врез}} = \sqrt{t(D - t)},$$

де t – глибина фрезерування;

D – діаметр фрези.

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

тоді

$$l_{\text{врез}} = \sqrt{20(125 - 20)} = 45,8 \text{ мм.}$$

Основний час автоматичної роботи верстата визначається за формулою із норм часу [13]:

$$T_{\text{оа}} = \frac{L_{\text{р.х.}}}{S_{\text{м}}}$$

Підставивши значення отримуємо:

$$T_{\text{оа}} = \frac{74,8}{129,5} = 0,578$$

Виходячи з умов мінімізації холостих переміщень та дотримання техніки безпеки, відстань від точки «0» до точки виходу фрези на еквідистант вибирається рівним $\Delta x = 100$ мм, $\Delta y = 100$ мм, $\Delta z = 300$ мм по відповідним осям координат верстата. Подача холостого ходу за паспортними даним верстата приймається 7000 мм/хв. Довжина холостого ходу розраховується за такою формулою:

$$L_{\text{х.х.}} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2},$$

Підставивши значення у формулу (2.10) отримаємо значення довжини холостого ходу:

$$L_{\text{х.х.}} = \sqrt{100^2 + 100^2 + 300^2} = 332 \text{ мм.}$$

Далі визначаємо машинно-допоміжний час:

$$T_{\text{мв}} = \frac{332 \cdot 2}{7000} + 0,16 = 0,16$$

Час автоматичної роботи верстата за програмою обчислюється за формулою:

$$T_{\text{ц.а}} = 0,578 + 0,16 = 0,74$$

Аналогічним чином розраховуються всі інші часи (на свердління (фрезерування та розточування)).

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для спрощення виконання Завдання решта режимів вибираються за нормативами різання.

Підрізання торця:

$S_{OT} = 0,22 \text{ мм/об}; V_T = 167 \text{ м/хв}; N_T = 3,6 \text{ кВт}; n = (1000 \cdot 167) / (3,14 \cdot 87) \approx 600 \text{ об/хв}; S_M = 0,22 \cdot 600 = 132 \text{ мм / хв}; T_{oa} = 43,5 / 132 \approx 0,32 \text{ хв}; T_{MB} = 0,16 \text{ хв}; T_{ца} = 0,48 \text{ хв}.$

Свердління отвору $\varnothing 28 \text{ мм}$:

$S_{OT} = 0,42 \text{ мм/об}; V_T = 17,6 \text{ м/хв}; P_T = 10 \text{ 665 Н}; N_T = 2,5 \text{ кВт}; n = (1000 \cdot 17,6) / (3,14 \cdot 28) \approx 200 \text{ об/хв}; S_M = 0,42 \cdot 200,2 = 84,08 \text{ мм / хв}; T_{oa} = 36 / 84,08 = 0,43 \text{ хв}; T_{MB} = 0,16 \text{ хв}; T_{ца} = 0,59 \text{ хв}.$

Розточування отвору:

$S_{OT} = 0,21 \text{ мм/об}; V_T = 300 \text{ м/хв}; n = (1000 \cdot 300) / (3,14 \cdot 36) \approx 2700 \text{ об / хв}; S_M = 0,21 \cdot 2700 = 567 \text{ мм / хв}; T_{oa} = 36 / 567 \approx 0,063 \text{ хв}; T_{MB} = 0,16 \text{ хв}; T_{ца} = 0,23 \text{ хв}.$

Розточування отвору:

$S_{OT} = 0,15 \text{ мм/об}; V_T = 303 \text{ м/хв}; n = (1000 \cdot 303) / (3,14 \cdot 36) \approx 2700 \text{ об / хв}; S_M = 0,15 \cdot 2700 = 405 \text{ мм / хв}; T_{oa} = (36 \cdot 2) / 405 \approx 0,17 \text{ хв}; T_{MB} = 0,16 \text{ хв}; T_{ца} = 0,33 \text{ хв}.$

Розточування отвору:

$S_{OT} = 0,08 \text{ мм/об}; V_T = 370 \text{ м/хв}; n = (1000 \cdot 370) / (3,14 \cdot 36) \approx 3300 \text{ об / хв}; S_M = 0,08 \cdot 3300 = 264 \text{ мм / хв}; T_{oa} = 36 / 264 \approx 0,13 \text{ хв}; T_{MB} = 0,16 \text{ хв}; T_{ца} = 0,29 \text{ хв}.$

Фрезерування фасонної поверхні:

$S_{OT} = 0,05 \text{ мм/об}; V_T = 41 \text{ м/хв}; n = (1000 \cdot 41) / (3,14 \cdot 10) \approx 1305 \text{ об / хв}; S_M = 0,05 \cdot 1305 = 52 \text{ мм / хв}; T_{oa} = 246 / 52 \approx 4,01 \text{ хв}; T_{MB} = 0,16 \text{ хв}; T_{ца} = 4,17 \text{ хв}.$

Фрезерування паза:

$S_{ZT} = 0,027 \text{ мм/зуб}; V_T = 19,63 \text{ м/хв}; n = 50 \text{ об/хв}; S_M = 129,5 \text{ мм/хв}; T_{oa} = 0,57 \text{ хв}; T_{MB} = 0,16 \text{ хв}; T_{ца} = 0,73 \text{ хв}.$

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Фрезерування паза:

$S_{ZT} = 0,037$ мм/зуб; $V_T = 23$ м/хв; $N_T = 2,54$ кВт; $n = 60$ об/хв; $S_M = 218,3$ мм/хв; $T_{oa} \approx 0,580$ хв; $T_{MB} = 0,16$ хв; $T_{ца} = 0,74$ хв.

Свердління отворів східчастим свердлом $\varnothing 5,8 \varnothing 6,5$ мм:

$S_{OT} = 0,15$ мм/об; $V_T = 26,65$ м/хв; $P_T = 1156$ Н; $N_T = 0,40$ кВт; $n = (1000 \cdot 26,65) / (3,14 \cdot 5,8) \approx 1500$ об/хв; $S_M = 0,15 \cdot 1500 = 225$ мм / хв; $T_{oa} = 15/225 \approx 0,06$ хв; $T_{MB} = 0,16$ хв; $T_{ца} = 0,22$ хв.

Нарізання метричної різьби М6-6Н в отворі $\varnothing 5,8$:

$S_{OT} = 0,15$ мм/об; $V_T = 26,65$ м/хв; $P_T = 1156$ Н; $N_T = 0,40$ кВт; $n = (1000 \cdot 26,65) / (3,14 \cdot 5,8) \approx 1500$ об/хв; $S_M = 0,15 \cdot 1500 = 225$ мм / хв; $T_{oa} = 15/225 \approx 0,06$ хв; $T_{MB} = 0,16$ хв; $T_{ца} = 0,22$ хв.

Свердління отвору свердлом-розгорткою з наступним розгортанням $\varnothing 6H7$:

$S_{OT} = 0,15$ мм/об; $V_T = 26,65$ м/хв; $P_T = 1156$ Н; $N_T = 0,40$ кВт; $n = (1000 \cdot 26,65) / (3,14 \cdot 5,8) \approx 1500$ об/хв; $S_M = 0,20 \cdot 1500 = 225$ мм / хв; $T_{oa} = 15/225 \approx 0,06$ хв; $T_{MB} = 0,16$ хв; $T_{ца} = 0,22$ хв.

Точіння зовнішньої поверхні:

$S_{OT} = 0,08$ мм/об; $V_T = 370$ м/хв; $n = (1000 \cdot 370) / (3,14 \cdot 86) \approx 1370$ об / хв; $S_M = 0,08 \cdot 1370 = 110$ мм / хв; $T_{oa} = 15/110 \approx 0,13$ хв; $T_{MB} = 0,16$ хв; $T_{ца} = 0,29$ хв.

Фрезерування пазів:

$S_{OT} = 0,03$ мм/об; $V_T = 19$ м/хв; $N_T = 0,58$ кВт; $n = (1000 \cdot 19) / (3,14 \cdot 10) \approx 600$ про/хв; $S_M = 0,03 \cdot 600 = 18$ мм / хв; $T_{oa} = 26/18 \approx 1,44$ хв; $T_{MB} = 0,16$ хв; $T_{ца} = 1,6$

Шліфування пальців:

$S_{OT} = 10$ мм/об; $V_T = 2700$ м/хв; $n = 450$ об/хв; $S_M = 10 \cdot 450 = 4500$ мм/хв; $T_{oa} = 344/4500 \approx 0,076$ хв; $T_{MB} = 0,24$ хв; $T_{ца} = 0,316$ хв.

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Усі режими різання зведемо до таблиці та винесемо в додатки. Для зручності читання, режими різання наведені в такій же послідовності, як і операційних картах.

Час на переустановку заготовки разом з роботизованим пристроєм та наступному затисканні в трикулачковому самоцентруючому патроні $T_{п} = 0,3$ хв, час на встановлення деталі в цанговий пристрій $T_{п} = 0,23$ Час на переустановку заготівлі з попереднім базуванням роботом та з наступною установкою на магнітному столі $T_{п} = 0,29$ хв. Сумарний штучний час повної обробки однієї заготовки обчислюється за такою формулою:

$$\sum T_{ш} = \left(\sum T_{ц.а} + \sum T_{в} \right) \left(1 + \frac{a_{тех} + a_{орг} + a_{отл}}{100} \right).$$

Підставивши значення у дану формулу знайдемо штучний час обробки однієї заготовки на операції 005:

$$\begin{aligned} \sum T_{ш} &= 1,1 \cdot (0,397 + 0,49 + 0,13 + 0,33 + 0,29 + 0,74 + 4,17 + 0,73 + 0,74 \\ &\quad + 0,22 + 0,22 + 0,22 + 0,29 + 1,6 + 2,32 + 0,21 + 0,162 + 0,3 + 0,23) \\ &= 15,483. \end{aligned}$$

$$\sum T_{ш} = 1,1 \cdot (0,316 + 0,29) = 0,61.$$

У ході розробки проектного варіанта технологічного процесу обробки деталі фланець, був обраний тип вихідної заготовки, здатної задовольнити всі параметри майбутнього виробу. Сформовано маршрутно-технологічний процес обробки деталі та зроблено розмірно-точнісний аналіз, який показав, що брак не можливий Зроблено підбір основного обладнання та металорізального інструмент. Розраховано режими різання та норми часу на кожен перехід, з метою обчислення основного та допоміжного часу, для подальшого аналізу можливості підвищення продуктивності.

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3

КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1. Аналітичний огляд та вибір стандартного верстатного оснащення.

Цангові затискні механізми призначені для встановлення, та закріплення деталей (типу – вали, втулки, гільзи, кільця, диски та ін.) обробленим внутрішнім та зовнішнім циліндричним поверхням [3].

При обробці на токарних, шліфувальних, зуборізних верстатах, головним чином на фінішних операціях цанги забезпечують високу точність центрування оброблюваних деталей внаслідок використання для закріплення пружно-деформованих затискних елементів, об'єднаних в одну деталь при закріпленні в межах пружних деформацій, обмежених величиною вихідного радіального зазору між цангою та поверхнею деталі, що закріплюється.

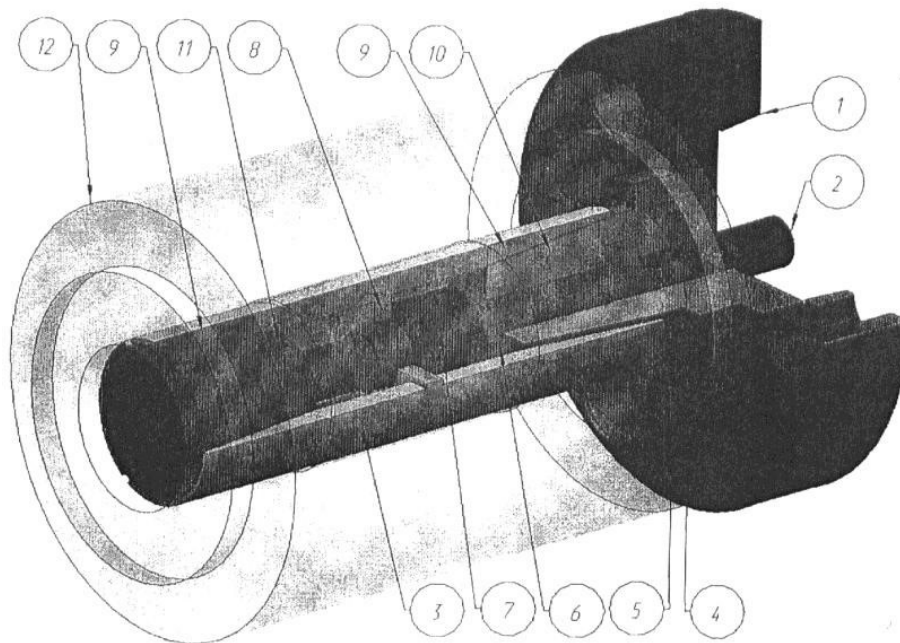
Пружно-затискні елементи, що деформуються називають пелюстками цанги. Пелюстки цанги утворені поздовжніми прорізами і представляють консольно-закріплену балку, яка отримує радіальні пружні переміщення при поздовжньому русі самої цанги або штока за рахунок взаємодії з конусами у корпусі або на штоку. Розтиск всіх пелюсток цанги відбувається одночасно, що забезпечує властивість самоцентрування. Для забезпечення працездатності цанги деформація її пелюсток не повинна виходити межі пружної зони. Це вимагає підвищеної точності базового діаметра оброблюваної деталі, який повинен бути виконаний не грубіше 9-го квалітету. Цанги виготовляють із інструментальних сталей У8А, У10А, а також легованих сталей 65Г, 15ХА, 12ХН3А.

Робочу частину гартують до твердості 55 ... 62 HRC. Хвостову частину піддають відпустці до твердості 30...40 HRC. Точність центрування при встановленні деталей у цангу або на розтискній оправленні обумовлена

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

похибкою, що не перевищує 0,05...0,08 мм. Цанги є найбільш відповідним видом пристосування для встановлення та закріплення тонкостінних малостійких деталей.

Патрон цанговий розтискний представлений на рисунку 3.1. Він відноситься до клинових затискних пристрів, і може бути використаний при механічній обробці металорізального інструменту з кріпленням по осьовому отвору.



Рисунку 3.1. Розтискний цанговий патрон.

Патрон складається з корпусу 1, штока 2 та має втулку розрізу 3. Корпус 1 виконаний з торцевою упорною базовою поверхнею 4, робочою частиною 5 і центральним отвором 6. Шток 2 встановлений в отворі корпусу 6 1 з можливістю переміщення в осьовому напрямку. На штоку 2 нагвинчено гайку 7 і встановлено розрізна втулка (цанга) 3, яка виконана всередині з кільцевим буртиком 8, а на кінцях – з робочими кінчними поверхнями 9. Гайка 7 встановлена в середньої частини штока. Робоча частина 5 корпусу і шток 2 виконані з відповідними кінчними поверхнями, 10 і 11 відповідно, призначеними для взаємодії з робочими кінчними поверхнями 9 штока з

утворенням клинових пар. Кут конуса першої клинової пари шток/втулка дорівнює 14° , а другий пари корпус/втулка дорівнює 12° .

3.2. Проектування та розрахунок спеціального верстатного пристосування.

Розрахунок параметрів розтискної цанги.

Вихідні дані:

оброблюваний матеріал – Сталь 14X17H2;

діаметр отвору для закріплення оброблюваної деталі – $\varnothing 35H9(+0,062)$ мм;

діаметр обробки $\varnothing 86$ мм;

глибина отвору 22 мм.

режими обробки:

глибина різання $t = 1$ мм;

поздовжня подача $S = 0,2$ мм/об;

швидкість різання $V = 60$ м/хв;

Для визначення окружної складової сили різання при токарній обробці за підручником [3] визначаємо додаткові вихідні дані:

$C_{pz} = 300$ – постійний коефіцієнт токарної обробки;

$m = -0,15$ – показник ступеня швидкості різання;

$x = 1$ – показник ступеня для глибини різання;

$y = 0,75$ – показник ступеня для поздовжньої подачі.

Додаткові вихідні дані для розрахунку сили закріплення та необхідної вихідної сили від приводу взято з підручника [3]:

$E = 2,1 \cdot 10^6$ кг/см² – модуль пружності пелюстки цанги;

$f_{тр,1} = 0,15$ – коефіцієнт тертя на робочій поверхні цанги;

$f_{тр,2} = 0,1$ – коефіцієнт тертя на конічній поверхні цанги;

$K_3 = 1,5$ – гарантований коефіцієнт запасу при визначенні необхідної сили закріплення деталі на цанговій оправці для всіх випадків обробки;

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

$K_1 = 1,15$ – коефіцієнт, що враховує вид обробки;

$K_2 = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує зміну величини припуску на чорнових операціях;

$K_3 = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує переривчастість різання;

$K_4 = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує наявність у конструкції приспособлення пружних елементів.

При виборі параметрів затискних цанг необхідно враховувати число пелюсток Z .

Для цього проекту Z приймаємо рівним 3.

Параметри прототипу-аналогу розжимного цангового оправлення:

робочий діаметр цанги $D_c = 35$ мм;

кількість пелюсток розтискного цангового оправлення $Z = 3$;

діаметральний зазор між цанговою оправкою та отвором деталі до закріплення $S = 0,5$ мм

товщина деформованої частини пелюстки цанги $h = 3$ мм;

довжина вильоту пелюстки цанги – $l = 18$ мм;

половина кута сектора пелюстки цанги – $\alpha_1 = 50^\circ$;

кут конуса пелюстки цанги – $\alpha = 20^\circ$;

зовнішній діаметр пелюсток цанги $d_c = 28$ мм.

Кожна пелюстка цанги можна розглядати як клин одностороннього. дії, для якого справедлива формула клину [12]:

$$W = Z((Q_3 + N)(\operatorname{tg}(\alpha - \varphi_1) + \operatorname{tg}\varphi_2)),$$

де W – сила тяги однієї пелюстки цанги;

Q_3 – сила, створювана клином пелюстка;

φ_1 та φ_2 – кути тертя на конусі та робочій поверхні.

$$\varphi_1 = \operatorname{arctg}f_{\text{тp1}};$$

$$\varphi_2 = \operatorname{arctg}f_{\text{тp2}}.$$

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Умова нерухомості деталі на оправці визначається рівнянням моментів:

$$M_{\text{тр}}^{\Sigma} \geq K_3 M_{\text{РЕЗ}},$$

де $M_{\text{тр}}^{\Sigma}$ – сумарний момент тертя від усіх пелюсток цангового патрона;

K_3 – коефіцієнт запасу (2,5...3); $K_3 = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,2 = 2,48 \approx 2,5$.

Окружна складова сили різання для токарної обробки зовнішньому діаметру обчислюється за такою формулою:

$$P_z = 10 C_{Pz} t^x S^y V^m.$$

тоді отримуємо (підставивши значення)

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 60^{-0,15} = 485 \text{ Н.}$$

Необхідна сила закріплення деталі на розтискній оправці від одного пелюстка визначається за формулою:

$$Q_3 = \frac{K_3 M_{\text{РЕЗ}}}{Z f_{\text{тр}1} \frac{D_{\text{ц}}}{2}}.$$

Підставляючи значення в цю формулу отримуємо:

$$Q_3 = \frac{1,5 \cdot 25}{3 \cdot 0,15 \cdot \frac{0,035}{2}} = 4571 \text{ Н.}$$

Момент інерції перерізу сектора пелюстки цанги обчислюється за такою формулою:

$$I = \frac{D^3 h}{8} \left(\alpha_1 + \sin_{\alpha_1} \cos_{\alpha_1} - \frac{2 \sin^2 \alpha_1}{\alpha_1} \right).$$

Підставляючи значення формулу (3.8) отримуємо:

$$I = \frac{0,028^3 \cdot 0,003}{8} \left(0,87 + \sin 50^\circ \cos 50^\circ - \frac{2 \sin^2 50^\circ}{0,87} \right) = 8 \cdot 10^{-11} \text{ м}^4.$$

Відповідно:

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\varphi_1 = \arctg 0,15 = 8,53^\circ;$$

$$\varphi_2 = \arctg 0,1 = 5,71^\circ.$$

$$N = \frac{3 \cdot 2,2 \cdot 10^{11} \cdot 0,0005 \cdot 8 \cdot 10^{-11}}{0,018 \cdot 2} = 7,33 \text{ Н.}$$

Визначимо за попередніми формулами необхідну вихідну силу тяги на штоку:

$$W = Z \left((Q_3 + N) \cdot (\operatorname{tg}(\alpha - \varphi_1) + \operatorname{tg}\varphi_2) \right) =$$

$$= 3 \left((4571 + 7,33) (\operatorname{tg}(20 + 8,53) + \operatorname{tg}5,71) \right) = 8640 \text{ Н.}$$

3.3. Вибір силового приводу.

Силовий привід є перетворювачем будь-якого виду енергії у механічну, необхідну для роботи затискних механізмів. по виду перетворюваної енергії розрізняють приводи: пневматичні, електромагнітні, магнітні, гідравлічні, пневмогідравлічні, електричні, вакуумні, відцентрово-інерційні. Як силовий привод розтискної цанги вибираємо пневмоциліндр. Пневмоциліндри призначені для перетворення енергії стисненого повітря в поступальне переміщення штока. Схема поршня представлена на рисунку 3.2.

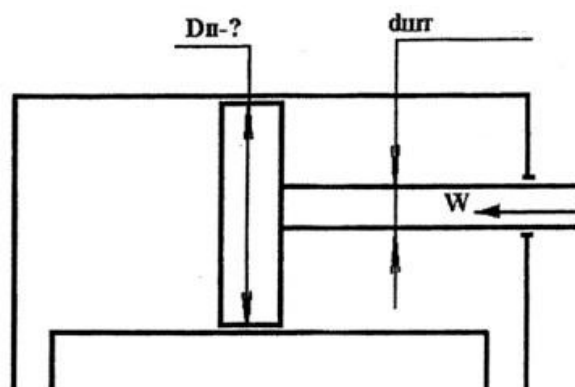


Рисунок 3.2 Схема поршня

Діаметр поршня пневмоциліндра визначаємо за формулою:

$$D_{\text{п}} = \sqrt{\frac{4W}{P_{\text{п}}} + d_{\text{шт}}^2},$$

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $P = 3 \text{ МПа} = 3000000 \text{ Па}$ – прийнятий тиск у пневмосистемі
Підставляючи значення цю формулу отримуємо:

$$D_n = \sqrt{\frac{4 \cdot 8640}{3 \cdot 10^6 \cdot 3,14} + 0,018^2} = 0,062 \text{ м.}$$

Відповідно ГОСТів вибираємо вибираємо стандартизований пневмоциліндр.

Приймаємо:

$$D_n = 63 \text{ мм.}$$

3.4. Розрахунок та проектування свердла.

Свердло служить для свердління отворів даної деталі. На рисунку 3.3 представлений ескіз оброблюваних поверхонь. Спочатку робимо розрахунок параметрів свердла.

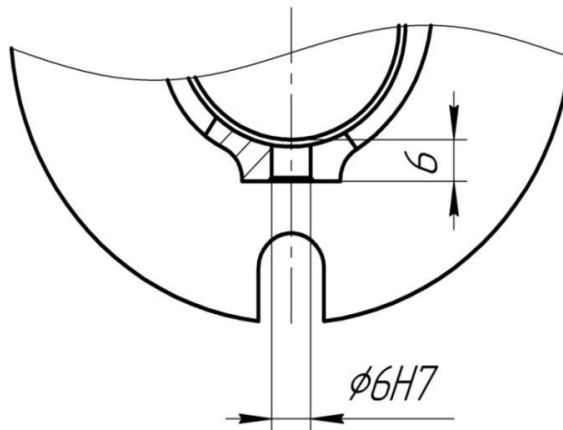


Рисунок 3.3 – Ескіз оброблюваних поверхонь

Вихідні дані:

оброблюваний матеріал – 14X17H2;

параметри для свердління: $\text{Ø}5,8\text{H}11(+0,075)$; глибина свердління: 6мм

параметри для розгортання: $\text{Ø}6\text{H}7(+0,012)$; глибина розгортання 6мм.

Розрахунок свердла для отвору $\text{Ø}5,8\text{H}11(+0,075)$ із глибиною свердління 6мм. Матеріал свердла швидкорізальна сталь марки Р6М5.

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Підставляючи значення формули (3.9) і (3.10) отримуємо граничні розміри діаметрів отворів:

$$D_{\max} = 5,8 + 0,075 = 5,875 \text{ мм};$$

$$D_{\min} = 5,8 + 0 = 5,8 \text{ мм.}$$

Допуск на діаметр отвору дорівнює: $\delta_1 = 0,075 \text{ мм.}$

$$K_{\text{гс}} = \frac{6}{5,8} = 1,03;$$

При $K_{\text{гс}} \leq 3$ розрахунковий діаметр свердла розраховується за формулою із [7] і дорівнює:

$$d_p = 5,875 - 0,667 \cdot 0,075 = 5,82 \text{ мм.}$$

Приймаємо $d_1 = 5,8 \text{ мм};$

Тоді ширина і висота стрічки буде:

$$f = 0,5 \cdot \sqrt[3]{5,8} = 0,9 \text{ мм.}$$

$$q = 0,025 \cdot 5,8 = 0,145 \text{ мм.}$$

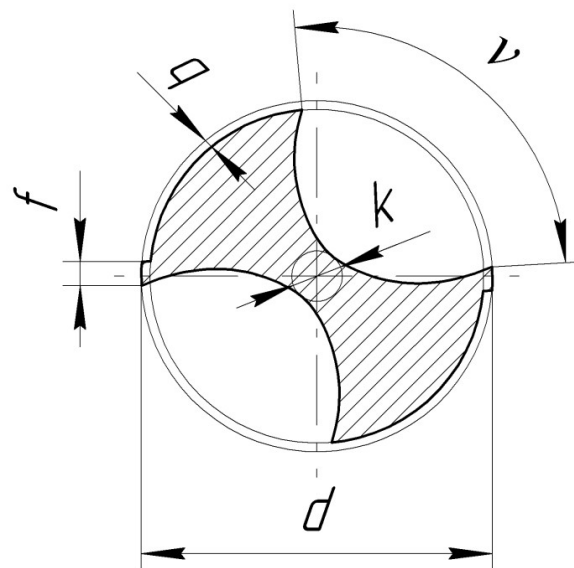


Рисунок 3.4 Розміри стрічки свердла

Головний кут у плані для свердла вибирається залежно від властивостей оброблюваного матеріалу з [7]

$$2\phi = 150^\circ \pm 3^\circ; \omega_T = 30^\circ; \alpha_T = 8^\circ.$$

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

$$\alpha = 8 \left(\frac{3,33}{5,8 + 3,25} + 0,79 \right) = 9^\circ \pm 3^\circ.$$

$$\omega = 30 \cdot \left(1,1 - \frac{1,624}{5,8 + 3,5} \right) = 27^\circ.$$

Центральний кут канавки вибирається залежно від властивостей оброблюваного матеріалу. При обробці сталі 14Х17Н2 $v = 92^\circ$.

Визначаємо крок t канавки для стружки:

$$H = \frac{3,14 \cdot 4,95}{\operatorname{tg}27^\circ} = 35,74 \text{ мм.}$$

Підставляючи відповідне значення у попередню формулу отримуємо значення ширина пера:

$$B = 5,8 \cdot \sin \frac{180 - 92}{2} \cdot \cos 27^\circ = 3,5 \text{ мм.}$$

По даним значенням можемо спроектувати свердло взявши хвостовик стандартної форми під заданий діаметр свердла.

3.5. Проектування операцій технічного контролю та вибір вимірювального обладнання та оснащення.

На операціях технологічного контролю необхідно контролювати всі вимоги, проставлені на конструкторському кресленні, від контрольованого параметра та його точності залежить вибір вимірювального обладнання.

Краще робити вибір стандартних контрольних пристроїв, оскільки це зменшує собівартість деталі за будь-якого типу виробництва.

Для контролю лінійних розмірів використовуються штангенциркуль «SYLVAC-300-0,1», штангенциркуль ШЦЦС-123-300-0,01 SHAN, штангенциркуль ЕЛ83-5238, штангенциркуль ШЦ-І-125-0,1-2 .

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ТА БЕЗПЕКА ПРАЦІ

4.1. Характеристика досліджуваного об'єкта.

При аналізі умов праці слід розглядати виробничий процес, довкілля та його впливом геть людини під час виконання робіт відповідно насамперед до «ДСТУ ISO 45001:2019 (ISO 45001:2018, IDT) Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування» [5] та інших чинних нормативних документів та положень[4].

У них передбачаються вимоги до технологічних процесів, розміщення обладнання та організації робочих місць, зберігання та транспортування вхідних матеріалів, готової продукції, відходів, до професійного підбору персоналу та перевірки знань працівників.

В механічних цехах зазвичай проводять всі види обробки металів, при цьому виникає низка небезпечних ситуацій. Шкідливими фізичними виробничими факторами, характерними для процесу різання, є: підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони, недостатня освітленість, шум та вібрації, тощо. Розроблений в даній роботі технологічний процес складається з багатьох механічних та контрольних операцій, які виконуються як на звичайних універсальних верстатах, так і на верстатах з ЧПУ. В якості МОР застосовується емульсія та мастила.

4.2. Виявлення та аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів.

У процесі обробки заданої деталі типу «Фланець» на робітника діють наступні шкідливі та небезпечні виробничі фактори, які впливають на здоров'я та самопочуття людини:

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

- недостатнє або погане освітлення може погіршити зір людини, а також опосередковано впливає на безпеку праці та якість виготовленої продукції;
- ураження електричним струмом може призвести до серйозних травм та смерті людини;
- рухомі частини верстатів, допоміжних пристосувань або інше допоміжне виробниче обладнання, можуть призвести до серйозних травм, тому що обробка ведеться на верстатах з ЧПУ на яких існує ймовірність отримання травми при зміні інструменту, тому що зміна інструменту проводиться з великою швидкістю і може бути для робочого несподіваною;
- шум послаблює увагу людини, збільшує витрату енергії, уповільнює швидкість психічних реакцій, в результаті знижується продуктивність та погіршується якість роботи, зростає імовірність нещасних випадків;
- вібрації можуть призвести до розвитку віброхвороби;
- стружка може призвести до травм у вигляді порізів, особливо небезпечна зливна стружка;
- МОР (мастильно-охолоджувальна рідина) може призвести до розвитку шкірних захворювань.

4.3. Забезпечення необхідного освітлення на робочому місці

Виробниче освітлення призначене для забезпечення наступних питань: воно поліпшує умови зорової роботи, знижує втому, сприяє підвищенню продуктивності праці та якості продукції, яка виготовляється. Позитивно впливає на виробниче середовище, надаючи позитивний психологічний вплив на робітників; підвищує безпеку праці та знижує травматизм на виробництві.

З одного боку, існує небезпека негативного впливу на органи зору занадто великої яскравості джерел світла, а також перепадів яскравості сусідніх об'єктів. Наслідком цього є тимчасове порушення зорових функцій ока (явище засліплення) з усіма негативними наслідками, які випливають

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

звідси, небажаними як для трудової діяльності, так і для самої людини. У той же самий час раціональне освітлення виробничих приміщень надає позитивний психофізіологічний вплив на робітників, сприяє підвищенню продуктивності праці, забезпеченню її безпеки, збереженню високої працездатності людини під час роботи.

До промислового освітлення ставляться такі вимоги:

- освітлення на робочому місці має відповідати зоровим умовам праці згідно з будівельними нормами ДСТУ ISO 45001:2019 [5];
- необхідно забезпечити досить рівномірний розподіл яскравості на робочому місці, а також у межах навколишнього простору;
- у полі зору мають бути відсутні прямі та відбиті відблиски та бліки;
- рівень освітленості має бути постійний та стабільним у часі;
- освітлювальні установки не мають бути джерелом додаткових небезпек.

Існує три види освітлення: загальне; місцеве; комбіноване.

У виробничому приміщенні має бути забезпечене природне освітлення. Світлові вікна не допускається захарашувати обладнанням і слід очищати від пилу в міру забруднення.

На нашій ділянці використовується комбіноване освітлення, яке відповідає вимогам [4,5]. Для освітлення загального догляду та експлуатацією обладнання використовуються на даний час зазвичай енергозберігаючі лампи. Для місцевого освітлення використовуються люмінесцентні лампи ЛБ.

Розрахунок загального рівномірного штучного освітлення робочої зони виконується шляхом коефіцієнта використання світлового потоку. Застосовуючи цей метод, можна визначити світловий потік ламп, необхідний для створення заданої освітленості певної ділянки з урахуванням світла, відбитого склом і стелею.

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розмір світлового потоку лампи:

$$\Phi = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot z}{n \cdot \eta},$$

де Φ – світловий потік кожної лампи, Лм.

E – мінімальна освітленість, Лк.

K – коефіцієнт запасу.

S – площа приміщення, м².

z – коефіцієнт нерівномірності освітлення.

n – кількість ламп у приміщенні.

η – коефіцієнт використання світлового потоку.

Розмір освітленості E вибирається з таблиці за [6], виходячи з наступних величин:

- характеристика зорової роботи: найвищої точності;
- найменший розмір об'єкта розрізнення: менше 0,15 мм;
- розряд зорової роботи: 1;
- підрозряд зорової роботи: Б;
- контраст об'єкта із тлом: малий;
- характеристика фону: середній.

Отже, величина освітленості повинна становити 4000 Лк, з яких 400 Лк – загального освітлення.

За [6] для приміщень із середнім виділенням пилу коефіцієнт запасу $K = 1,5$.

Найменша висота підвісу світильників над підлогою для світильників типу СЗ-4ДРЛ дорівнює 3,5 до 4,5 м. Приймаємо висоту підвісу світильників над підлогою дорівнює 7 м. Отже, висота підвісу світильників над робочою поверхнею складе:

$$h = 7 - 1 = 6 \text{ м.}$$

Відстань між світильниками:

$$L = \lambda \cdot h,$$

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

$$\lambda = \frac{L}{h},$$

$\lambda = 14$; тоді звідси, $L = 1 \cdot 6 = 6$ м.

Найбільша рівномірність освітлення має місце під час розміщення світильників по кутках прямокутника. Відстань від стін приміщення до крайніх світильників дорівнює $1/3 L = 1/3 \cdot 6 = 2$ м.

$20-4 = 16$ м, $11-4=7$ м.

$\lambda = 16/6=2,7$.

приймаємо 3

$\lambda = 7/6=1,2$.

приймаємо 2

Кількість світильників: $n = 6$.

$$\Phi = \frac{400 \cdot 1,5 \cdot 220 \cdot 0,9}{6 \cdot 0,53} = 37358,5 \text{ лм.}$$

Отже при площі нашої ділянки 220 м^2 потрібно встановити 6 світильників СЗ-4ДРЛ потужністю 1000 Вт ($\Phi = 46000$ Лм).

4.4. Забезпечення оптимального параметра мікроклімату робочого місця.

Необхідною умовою здорової та високопродуктивної роботи є забезпечення нормальних метеорологічних умов та чистоти повітря робочої зони виробничих приміщень.

Мікроклімат виробничих приміщень, тобто. клімат внутрішнього середовища цих приміщень, визначається діючими на організм людини поєднаннями температури, вологості та швидкості руху повітря.

Виробничі процеси супроводжуються виділенням у повітря робочої зони різноманітних забруднень і теплових випромінювань. При контакті з організмом людини шкідливі речовини можуть викликати виробничі травми, професійні захворювання чи порушення у стані здоров'я.

Для забезпечення безпечного рівня шкідливих речовин у повітрі

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

проводиться цілий комплекс заходів, найважливішими з яких є: використання природної та примусової вентиляції, застосування дистанційного керування обладнанням та автоматизація обладнання.

Для підтримання необхідних параметрів чистоти повітря та мікроклімату застосовують різні види вентиляції. За характером організації повітрообміну розрізняють загальнообмінну та місцеву вентиляцію, а залежно від призначення – притокову, витяжну та притоково-витяжну.

Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря у робочій зоні та мікроклімату виробничих приміщень визначаються за [4,5].

У нашому виробничому приміщенні застосовано природну вентиляцію, яка здійснюється відкриванням фіранок у вікнах, через які надходить і видаляється повітря під дією внутрішніх та зовнішніх природних факторів.

Для підтримки у виробничих приміщеннях у холодну пору року заданої температури повітря застосовується опалення. Залежно від теплоносія системи опалення бувають водяні, парові, повітряні та комбіновані.

4.5. Розроблення заходів щодо запобігання та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

З метою захисту працівників і території від ситуацій природного і техногенного впливу, небезпек, які виникають під дією військових дій або внаслідок цих дій підприємство створює і в постійній готовності необхідні засоби захисту та організації цивільної безпеки відповідно нинішніх рекомендацій військових адміністрацій та рекомендацій служб ДСНС.

Однією з позаштатних ситуацій є пожежа. Пожарна безпека – це такий стан об'єкта, при якому передбачається можливість виникнення пожежі, а в разі його виникнення запобігає вплив на людей небезпечних факторів пожежі та забезпечується захист матеріальних цінностей.

Виробничі приміщення, під час яких здійснюється обробка різанням, повинні відповідати вимогам [4,5] та санітарним нормам проектування

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

промислових підприємств.

Дільниця повинна бути обладнана засобами пожежогасіння за відповідними нормами ДСТУ ISO 45001:2019.

– вогнегасник порошковий ОП-2 для гасіння лакофарбових матеріалів та обладнання під напругою – 2 шт.;

– пісок (чистий та сухий) для гасіння електроустановок під напругою – 0,5 м³;

– кран внутрішнього пожежного водопроводу – 1 шт.;

– вогнегасник вуглекислотний ОУ-8 – 2 шт.

При проектуванні та будівництві виробничих будівель (електромашинних приміщень, трансформаторних підстанцій) необхідно враховувати категорію пожежонебезпечності виробництва.

Відповідно до чинних норм залежно від характеристики речовин, що звертаються у виробництві, та їх кількості виробництва поділяються за пожежною та вибуховою небезпекою на шість категорій: А, Б, В, Г, Д та Е.

Виробництва категорій А, Б, В характеризується зверненням горючих газів, рідин, пилів з різними показниками пожежної небезпеки від більш небезпечних (категорія А – склади бензину, акумуляторні) до менш небезпечних (категорія Б – відділення переробки металів, мазутне господарство, категорія В – застосування та зберігання мастил, вузли пересипання вугілля); Г – наявність речовин, матеріалів у гарячому, розжареному, розплавленому стані – котельні, ливарні, ковальські; Д – наявністю вогнетривких речовин у холодному стані (електроремонтні майстерні, щитові); Е – вибухонебезпечні виробництва – наявність газів та вибухонебезпечного пилу, але у такій кількості, що можливий лише вибух без подальшого горіння (зарядні станції). Відповідно до чинного законодавства та державних стандартів спроектована ділянка належить до категорії Б.

Працівники мають бути проінструктовані про дії, які вони мають

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виконати у разі виникнення надзвичайної ситуації. На кожному підприємстві згідно штатного розпису та посадових інструкцій є відповідальні особи за пожежну безпеку. На кожній ділянці мають бути обладнані місця для куріння. На робочих місцях палити суворо забороняється.

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

ВИСНОВОК

У процесі виконання випускної кваліфікаційної роботи було, розроблено технологічний процес виготовлення деталі «Фланець».

Для проектного варіанту було обрано найкращий спосіб отримання заготовки (лиття за моделями, що виплавляються) в умовах великосерійного виробництва. Такий спосіб отримання заготовки сприяв зниженню КВМ, що дуже важливо.

Для процесу обробки проведено підбір основного технологічного обладнання (токарно-фрезерний центр Токарно-фрезерний центр DMG MORI CTX beta 1250 TC, плоскошліфувальний верстат JET JPSG-1224TD) з урахуванням автоматизації механічної обробки заготовки.

Також була сформована операційно-маршрутна технологія відповідна правил оформлення конструкторської документації, проведений розрахунково-точнісний аналіз проектного варіанту технологічного процесу, розраховані режими різання та норми часу на всі операції.

У конструкторській частині було проаналізовано та обрано металообробне обладнання та ріжучий інструмент. зроблений розрахунок та проектування верстатного пристрою та спеціального різального інструменту.

Виходячи з розрахунків норм часу, можна впевнено сказати, що штучний час виготовлення однієї деталі скоротився порівняно з базовими технологічним процесом, за рахунок значного зниження допоміжного часу, а також зниження основного часу.

Також був виконаний розділ «Охорона праці», в якому проведений аналіз виробничих небезпечних та шкідливих факторів. Розраховано освітлення виробничого приміщення. Розроблено основні заходи та засоби досягнення безпечних умов праці.

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Антонюк В.С., Клименко С.Ан., Клименко С.А. Теплові явища при обробці різанням: Навч. посібник. – К.: НТУ України «КПІ», 2014. – 156 с.
2. Бочков В.М. Розрахунок та конструювання металорізальних верстатів: Підручник. / В.М. Бочков, Р.І. Сілін, О.В. Гаврильченко. За ред. Р.І. Сіліна. – Львів: Видавництво «Бескид Бід», 2008. – 448с.
3. Бурек Я. Верстатне обладнання : навч. посіб. / Я. Бурек, І.В. Гурей, З.А. Стоцько – Львів: Вид-во ун-ту «Львівська політехніка», 2014. – 168 с.
4. ДСТУ 2293:2014. Охорона праці. Терміни та визначення основних понять.
5. ДСТУ ISO 45001:2019 (ISO 45001:2018, IDT) Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування.
6. Жидецький В.Ц. Практикум із охорони праці: Навчальний посібник/ В.Ц. Жидецький , В.С. Джигерей , В.М. Сторожук та ін; з ред. В.Ц. Жидецького. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.
7. Залога, В.О. Сучасні інструментальні матеріали у машинобудуванні. Навч. посіб. / В.О. Залога, В.Д. Гончаров, О.О. Залога. – Суми: СумДУ, 2013. – 371 с.
8. Інтегровані генеративні технології: навч. посібник [для студ. вищ. навч. закладів] / А. І. Грабченко, Ю. Н. Внуков, В. Л. Доброскок [та ін.]; під ред. А. І. Грабченко. – Харків: НТУ «ХПІ», 2011. – 416 с.
9. Кирилович В.А., Мельник О.Л., Мельничук П.П., Яновський В.А. Заготовки деталей машин: формоутворення, параметри, характеристики. Підручник. - Житомир, ЖДТУ, 2020, – 314 с.
10. Крутовий Ж.А. Оптимізація технологічних процесів.Ч1: Навчальний посібник. – Харків. ХДУХТ,2014. – 300с.
11. Кузнецов Ю. М., Саленко О. Ф., Харченко О. О., Щетинін В. Т.

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Технологічне обладнання з ЧПК: механізми і оснащення – Київ-Кременчук-Севастополь: Вид-во «Точка», 2014. – 500 с.

12. Приходько, В.П. Проектування оснащення верстатів, роботів і машин: Навч. посіб. / Литвин О.В. . – Київ: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2018. – 212 с.

13. Мельничук П.П., Боровик А.І., Лінчевський П.А., Петраков Ю.В. Технологія машинобудування. – Житомир: ЖДТУ, 2005, – 882 с.

14. Методичні вказівки до виконання бакалаврської випускної роботи із спеціальності 131 – Прикладна механіка, професійного спрямування: «Металорізальні верстати та системи» для студентів всіх форм навчання. / уклад. Р.М. Полінкевич, – Луцьк: Луцький НТУ, 2018. – 60 с.

15. Педченко М.Н. Методичні вказівки до виконання атестаційної роботи бакалавра. / М.Н. Педченко, Т.І. Верба. – Київ, 2005. – 20с.

16. Хільчевський В. В. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів: Навчальний посібник. [Текст] / Хільчевський В.В., Кондратюк С.С., Степаненко В.О., Лопатько К. Г. – К.: Либідь, 2002. – 328 с.

17. Четвержук Т.І. Металообробне обладнання. Методичні вказівки до виконання курсового проекту для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освітньо-професійної програми «Прикладна механіка» галузь знань 13 Механічна інженерія спеціальності 131 «Прикладна механіка» денної та заочної форм навчання. / Четвержук Т.І. – Луцьк: Луцький НТУ, 2019 – 112с.

					027Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52