

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.О.Іванов

«__» _____ 2023р.

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

ВИГОТОВЛЕННЯ ШЕСТЕРНІ 1554-6-0537

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрямок підготовки 131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

Студент

С.О.Гавриць

Керівник

О.Д.Динник

Нормоконтроль

О.Д.Динник

2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України

29 березня 2012 року № 384

Форма № Н-9.01

Державний вищий навчальний заклад «Сумський державний університет»

Інститут, факультет Технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра Технології машинобудування, верстатів та інструментів
Освітньо-кваліфікаційний рівень перший (бакалаврський)
Напрямок підготовки 131 – Прикладна механіка (Технології машинобудування)
(шифр і назва)
Спеціальність _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів та
інструментів

_____ В. О. Іванов

« ____ » _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Гаврись Сергій Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту «Проектування технологічного процесу виготовлення шестерні 1554-6-0537»

Керівник проекту Динник Оксана Дмитрівна, канд. техн. наук, ст. викладач
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від « ____ » травня 2023 року № ____

2. Строк подання студентом проекту « 12 » червня 2023 року

3. Вихідні дані до проекту _____

3.1 Креслення шестерні 1554-6-0537

3.2 Річний обсяг випуску деталей – 3000 шт.

3.3 Базовий технологічний процес виготовлення шестерні 1554-6-0537

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки

4.1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі

4.2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі

4.3 Визначення типу виробництва та форми його організації

4.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

4.5 Вибір способу отримання заготовки, розробка технічних вимог на заготовку

4.6 Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі

4.7 Проектування верстатного пристрою

5. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

6. Дата видачі завдання « ____ » _____ 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації	10.05.23	
2	Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі	12.05.23	
3	Визначення типу та форми організації виробництва	14.05.2	
4	Аналіз технологічності конструкції деталі	16.05.23	
5	Вибір способу отримання заготовки та розроблення технічних вимог до неї	18.05.23	
6	Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі	22.05.23	
7	Проектування верстатного пристрою	14.05.2	
	Висновки	16.05.23	
	Список літературних джерел	18.05.23	
	Додатки. Презентація	22.05.23	

Студент

(підпис)

Гаврись С.О

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Динник О.Д

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Технічних систем та енергоефективних технологій

(повна назва інституту/факультету)

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Віталій ІВАНОВ

(підпис)

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

_____ 2023.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня бакалавра

(бакалавр / магістр)

зі спеціальності 131 Прикладна механіка _____ ,

(код та назва)

Технології машинобудування

(освітньо-професійної / освітньо-наукової) (назва програми)

на тему: Проектування технологічного процесу виготовлення шестерні 1554-6-0537

Здобувача (ки) групи ТМс3-91к Гаврися Сергія Олександровича

(шифр групи)

(прізвище, ім'я, по батькові)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ (підпис)

Сергій ГАВРИСЬ

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник к.т.н. Оксана ДИННИК

(посада, науковий ступінь, вчене звання, ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

_____ (підпис)

Консультант¹⁾ _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

_____ (підпис)

Суми – 2023

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 65 сторінок, 8 рисунків, 15 таблиць, 20 джерел літератури.

Об'єкт дослідження – «Шестерня 1554-6-0537».

Мета роботи: Проектування технологічного процесу виготовлення деталі «Шестерня 1554-6-0537».

В даній роботі проаналізовані: службове призначення коробки пердач автомобіля, особливості конструкції зубчастого колеса; технічні вимоги до деталі; тип виробництва та спосіб отримання заготовки.

В роботі розроблена операційна технологія для токарно-багаторізевої та вертикально - протягувальної операцій технологічного процесу: обґрунтовані схеми базування, обрано продуктивне металорізальне обладнання, верстатні пристосування, металорізальні та вимірвальні інструменти, розраховані режими різання і норми часу.

В графічній частині роботи представлено креслення деталі, заготовки, отриманої методом гарячого об'ємного штампування, маршрутний технологічний процес виготовлення шестерні 1554-6-0537 та спроектоване верстатне пристосування з пневматичним приводом.

ШЕСТЕРНЯ, ПОКОВКА, БАЗУВАННЯ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ОПЕРАЦІЯ, РЕЖИМ РІЗАННЯ, НОРМИ ЧАСУ, ПРИСТРІЙ

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі.	
Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації.....	7
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі	13
3 Визначення типу та форми організації виробництва	15
4 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	19
5 Вибір способу отримання заготовки та розроблення технічних вимог до неї	22
6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі	28
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку	28
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки.....	30
6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів	33
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів	35
6.5 Розрахунки режимів різання	36
6.6 Технічне нормування операцій.....	48
7 Проектування верстатного пристрою для установлення і закріплення заготовки.....	51
Висновок.....	58
Перелік джерел посилання	59
Додатки	
Додаток А	
Додаток Б	
Додаток В	
Додаток Г	
Додаток Д	

					ТМ 211850012-00 ПЗ		
		№ докум.	Підпис				
Розробив	Гавдись С.О			Проектування технологічного процесу виготовлення шестерні 1554-6-0537	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив	Динник О.Д				5	64	
Реценз.					СумДУ, ТМс3-91к		
Н. Контр.	Динник О.Д						
Затв.	Іванов	В.О					

ВСТУП

У зростанні вітчизняного промислового виробництва одну із найважливіших ролей відіграє машинобудівна галузь, адже вона є матеріальною основою технічного прогресу решти галузей народного господарства. Потужна виробнича база, що має машинобудування сьогодні, дає змогу випускати більш чверті всієї промислової продукції країни.

Заміна застарілого верстатного парку на нові сучасні верстати, здатні забезпечити високу ступінь механізації та автоматизації верстатних робіт, визначає основний напрямок модернізації машинобудівної галузі.

Не дивлячись на зміну пріоритетних галузей виробництва, у сучасних умовах машинобудування залишається важливішою виробничою галуззю, розвиток якої визначає рівень і стан економіки країни в цілому. Саме автоматизація усього машинобудівного комплексу виступає відіграє найважливішу роль у напрямку модернізації вітчизняного промислового виробництва.

Комплекс заходів з механізації та автоматизації виробничого процесу дозволяє включати в роботу обладнання з ЧПК, використання яких дозволяє збільшити якість приладів, обладнання, підвищити технологічний рівень.

Введення в виробничий процес нових видів верстатного обладнання, розроблення удосконалених високоточних пристроїв, нових матеріалів різального інструменту, проектування більш точних контрольно-вимірювальних приладів – це ті задачі, які треба вирішувати конструкторам і технологам при виготовленні продукції машинобудівної галузі.

Ці й інші заходи дозволять визначити напрямок і стратегію науково-технічного розвитку нашої промисловості по ключових напрямках НТП в умовах переходу до ринкової економіки.

					ТМ – 21850021.00.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА, ДЕТАЛІ. ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ ТА УМОВ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Бур електрогідравлічний ЕБГП-1М призначений для буріння з промиванням шпурів діаметром до 50 мм в гірських породах з коефіцієнтом твердості до 9 за шкалою професора Протодияконові і абразивністю $a = 30$ мГ при проведенні підземних гірничих виробок буро підривним способом. Основні параметри і розміри бура електрогідравлічного наведені в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 - Основні параметри і розміри бура ЕБГП-1М

Найменування основних параметрів і розмірів	Норма
1. Номінальна потужність, кВт, не менше	2,5
2. Зусилля подачі, Н	15000±2000
3. Величина подачі штанги, м, не менше	2,2
4. Швидкість подачі, м / хв	0-1,4
5. Швидкість зворотного ходу, м / хв, не менше.	5
6. Потужність, кВт, не більше	5,2
7. Номінальна напруга живлення, В	380/660
8. Номінальна частота, Гц-1	50, 60**
9. Частота обертання, хв	200±20; 315±35
10. Габаритні розміри, мм, не більше:	
- довжина	1700
- ширина	400
- висота	410
11. Маса, кг, не більше	130

** При частоті 60Гц частота обертання підвищиться на 20%

					ТМ – 21850021.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		7

Бур має рівень вибухозахисту РВ, вид вибухозахисту - "вибухонепроникна оболонка" ЗВ та іскро безпечне електричне коло Uа і може застосовуватися в виробках вугільних шахт небезпечних за газом або пилом, в яких відповідно до "Правил безпеки у вугільних і сланцевих шахтах" допущено застосування рудничного електрообладнання з рівнем вибухозахисту РВ.

Ескіз бура електрогідравлічного ЕБГП-1М представлений на рисунку 1.1

Бур (рис. 1.1) складається з електродвигуна 1, редуктора 2, гідроприводу 3, двох гідроциліндрів в зборі 4, траверси зі шпинделем 6 і пристрої для промивання. Електродвигун, редуктор і гідропривід з'єднані між собою за допомогою фланцевих з'єднань.

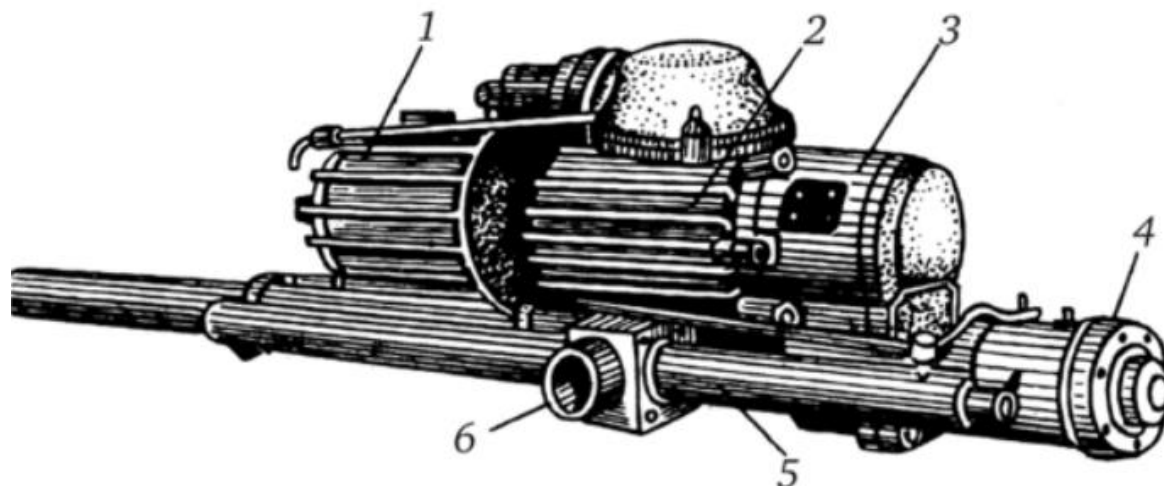


Рисунок 1.1 – Ескіз бура електрогідравлічного ЕБГП-1М

Задана деталь шестерня 1554-6-0537 є складовою частиною "Насос шестеренний" (рисунок 1.2), що входить до складу бура електрогідравлічного ЕБГП-1М.

Шестеренний насос складається з кришки 1 і 2 корпусу, в якому на вали 9 і 11 насаджені робочі зубчасті колеса 3; втулки 5 та 8 грають роль підшипників ковзання. Подача таких насосів доходить до 144 м / ч, а тиск нагнітання - до 19,62 МПа. Об'ємний ККД доведений до 0,95-0,96, загальний ККД - до 0,87 - 0,9.

									Арк.
									8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ТМ – 21850021.00.ПЗ				

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Проаналізувавши креслення деталі «Шестерня 1554-6-0537» згідно рекомендацій [2], бачимо, що креслення дає повне уявлення про конструктивні особливості деталі, має достатню кількість видів та перерізів. Технічні вимоги, поставлені конструктором, відповідають вимогам ГОСТ 2.316-2008 та ГОСТ 2.104-2006 [3].

Шестерня 1554-6-0537 є типовим представником деталей типу зубчастих коліс. Матеріалом деталі є конструкційна легована сталь 25ХГМ ДСТУ 7806:2015. Основним режимом термічної обробки для обраної сталі є цементация, яка забезпечує високу твердість та зносостійкість поверхневих шарів деталі і при цьому високу міцність та в'язкість серцевини. Легуючими елементами сталі є хром, молібден та марганець, які підвищують прогартованість сталі, а отже, підвищують її твердість та зносостійкість. Хімічний склад та механічні властивості сталі 25ХГМ наведені у таблицях 2.1 та 2.2

Таблиця 2.1 – Хімічний склад сталі 25ХГМ ДСТУ 7806:2015 [1]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	Cu
0.23 - 0.29	0,17 – 0,37	0.9 - 1.2	до 0,3	до 0,035	до 0,035	0.9 - 1.2	0.2 - 0.3	до 0,3

Таблиця 2.2 – Механічні властивості сталі 25ХГМ ДСТУ 7806:2015 [1]

σ_B МПа	σ_T МПа	a_5 %	δ %	КСУ кДж / м ²	Хіміко-термічна обробка
1200	1100	10	45	780	Цементация 920-950°C. Гартування 840-860°C, масло. Відпускання 180-200 °C, повітря

До виконавчих та базових поверхонь ставлять такі вимоги щодо точності та якості: зубчастий вінець (виконавча поверхня) виконаний з класом точності 9-9-8х і шорсткістю Ra 3,2 мкм; точність ОКБ (торець маточини) – 56h12 мм з шорсткістю Ra 1,6 мкм;.

									Арк.
									13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	ТМ – 21850021.00.ПЗ				

Решта поверхонь деталі не є відповідальними, і мають граничні відхилення розмірів: зовнішні h14, внутрішні – H14 (ГОСТ 25670-83). Параметр шорсткості інших поверхонь – Ra 6,3 та 12,5. Ці вимоги також вказані на кресленні деталі.

Основні технічні вимоги, що пред'являються конструктором до шестерні (крім вимог, безпосередньо пов'язаних з обробкою зубів):

– відхилення від концентричності початкового кола шестерні щодо посадочних поверхонь (ексцентриситет) не більше 0,05-0,1 мм;

– неперпендикулярність торців до осі отвору або вала (биття торців) не більше 0,06мм;

– З умовного позначення шліцьового отвору d-8x46H8x54H12 можемо зробити висновок, що центруючим є внутрішній діаметр Ø46H8мм. Точність центруючого розміру - H8, параметр шорсткості - Ra 0,8 мкм.

На кресленні деталі також вказані вимоги до хіміко-термічної обробки: цементация на глибину h 0,9...1,3 мм, твердість поверхневого шару 56...62 HRC. Контроль глибини цементации: $3 \pm 0,3$ мм.

					ТМ – 21850021.00.ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ОРГАНІЗАЦІЙНИХ УМОВ РОБОТИ

Тип виробництва визначаємо за допомогою коефіцієнта закріплення операцій $K_{3,0}$ у відповідності до ГОСТ 3.1108-74: [4]

$$K_{3,0} = \frac{\Sigma O}{\Sigma P} \quad (3.1)$$

де ΣO - загальна кількість операцій;

ΣP - загальна кількість робочих місць.

Річна програма виготовлення виробів $N = 3800$ шт.

Режим роботи підприємства – 2 зміни на добу.

Результати розрахунку типу виробництва заносимо в таблицю 3.1

Таблиця 3.1 – Визначення типу виробництва

Номер операції	Найменування операції	$T_{шт-к}$, хв	m_p , шт.	P , шт.	$\eta_{з.ф.}$	O
005	Токарна з ЧПК	2,34	0,046	1	0,046	13
015	Горизонтально - протягувальна	0,91	0,018	1	0,018	41
010	Токарно - багаторізева	3,97	0,078	1	0,078	10
020	Свердлильна з ЧПК	4,53	0,089	1	0,089	9
025	Свердлильна з ЧПК	2,28	0,044		0,044	13
030	Зубофрезерна	16,42	0,33	1	0,33	23
035	Горизонтально-протягувальна	0,86	0,016	1	0,016	42
040	Зубошевінгувальна	3,58	0,070	1	0,070	10
045	Внутрішньошліфувальна	1,86	0,036	1	0,036	15
Всього		36,75		9		176

Розрахункову кількість верстатів визначаємо за формулою:

					ТМ – 21850021.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		15

Розрахований коефіцієнт ($10 < K_{з.о.} = 19,55 < 20$) відповідає середньосерійному типу виробництва [5].

Охарактеризуємо тип виробництва у відповідності до рекомендацій [5] Середньосерійне виробництво характеризується обмеженою номенклатурою виробів, що виготовляються періодично повторюваними партіями, а також достатньо великим об'ємом випуску.

Особливості середньосерійного типу виробництва:

– Номенклатура продукції, що випускається, є достатньо стійкою. Однотипна продукція виробляється партіями.

– Широко застосовуються верстати з ЧПУ, а також спеціалізовані напівавтомати, розміщені на дільницях, які є предметно замкненими;

– Пересування заготовок та інших предметів праці є паралельно-послідовним;

– Широко застосовується механізація праці, при цьому використання ручної праці незначне;

– Середня кваліфікація робочого персоналу;

– Застосовується уніфіковане технологічне оснащення, спеціалізований різальний та вимірювальний інструмент;

Визначаємо форму організації виробництва.

Добову програму виготовлення деталей визначаємо за формулою:

$$N_{\text{доб}} = \frac{N_{\text{річ}}}{C}, \text{ шт/день} \quad (3.5)$$

де C – кількість робочих днів року, $C=254$ дня.

$$N_{\text{доб}} = \frac{3800}{254} = 14,96 \approx 15 \text{ шт/день}$$

Добовий фонд часу роботи верстатів визначаємо за формулою:

$$F_{\text{доб}} = \frac{60 \cdot F_d}{254}, \text{ хв} \quad (3.6)$$

										Арк.
										17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат						

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІ ДЕТАЛІ

Проведемо аналіз деталі на технологічність за якісними показниками згідно рекомендацій [6]

Деталь «Шестерня» відноситься до класу «тіла обертання», «порожністі циліндри» [5] і призначена для передачі моменту обертання при русі автомобіля і постановки автомобіля в нейтральне положення шляхом виведення із зачеплення, за допомогою шліцьового з'єднання [7].

Конструктивні елементи деталі, зображені на кресленні, за формою та розмірами зрозумілі з креслення, бо воно містить достатню кількість видів та перерізів. Креслення деталі містить всі необхідні розміри, допуски та граничні відхилення, параметри шорсткості та вимоги щодо форми та взаємного розташування поверхонь. Проаналізувавши конструкцію деталі, її матеріал, технічні вимоги та службове призначення, можемо зробити висновок, що аналізоване Шестерня в умовах високих знакоперемінних навантажень, та не піддається дії агресивних середовищ.

Шестерня має центральний шліцьовий отвір $d-8 \times 46H8 \times 54H12$ мм, зубчастий вінець з модулем $m = 6$ мм та числом зубів $z = 31$, виготовлений із степінню точності 8-A за ГОСТ 1643-81.

Деталь виготовлена із конструкційної легованої цементованої сталі 25ХГМ ДСТУ 7806:2015, яка призначена для виготовлення деталей, які повинні мати високу міцність, в'язку серцевину і високу поверхневу твердість, працюють при великих швидкостях і під дією знакоперемінних ударних навантажень.

Застосування цієї сталі для виготовлення деталі економічно виправдане, оскільки вона не містить дорогих та дефіцитних легуючих елементів. Зокрема, легуючими елементами сталі є хром, марганець, молібден. Застосування саме цих легуючих елементів зумовлене тим, що, наприклад, марганець, виступає як дешевий замітник нікелю, підвищує стійкість аустеніту під час термічної обробки та знижує критичну швидкість загартування, підвищує прогартованість сталі.

					ТМ – 21850021.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		19

Матеріал деталі, дозволяє при обробці застосовувати високопродуктивні інструментальні матеріали – двохкарбідні тверді сплави.

Отже, виготовлення шестерні із сталі 25ХГМ цілком обґрунтоване з точки зору високих характеристик міцності та зносостійкості поверхонь деталі під час експлуатації.

Аналізуючи матеріал, конфігурації деталі, масу та тип виробництва, можна сказати, що особливих труднощів з отриманням заготовки не виникне. На кресленні деталі бачимо, що конструктор в якості заготовки вказав поковку ГрIII ГОСТ 25054-85. Цей метод заготівельного виробництва є не технологічним внаслідок низького коефіцієнта використання матеріалу та високою трудоемністю вільного кування. У подальших розрахунках цей фактор буде прийнятий до уваги.

Практично всі оброблювані поверхні шестерні, з огляду на їх точність та параметри шорсткості, є технологічними. Конструкція шестерні забезпечує можливість обробки всіх необхідних елементів деталі. Шорсткість поверхонь деталі відповідає квалітетам точності розмірів цих поверхонь та не вимагає застосування дорогих, важких та трудомістких фінішних операцій. Допуски призначені тільки на сполучені сполучення. Постановка розмірів забезпечує мінімальні похибки базування та зручність вимірювань.

Деталь є достатньо жорсткою в осьовому та радіальному напрямках. Шестерня має розвинені базові поверхні: центральний отвір, торці та зовнішню циліндричну поверхню. Конфігурація деталі дає можливість розробки схем базування із дотриманням принципів вибору технологічних баз (сталості та єдності) з мінімальними похибками базування. Тобто конфігурація деталі, з точки зору базування, дозволяє застосування сучасних та високопродуктивних методів обробки, а також контрольно-вимірювальних інструментів та пристосувань.

Деталь складається з уніфікованих конструктивних елементів, що дозволяє скоротити номенклатуру технологічного оснащення під час виготовлення.

					ТМ – 21850021.00.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Більшість поверхонь деталі є простими за геометричною формою (наприклад, циліндричні, плоскі), тому проведений аналіз показав, що для їх обробки можливо застосовувати високопродуктивне обладнання, що значно полегшує процес виготовлення, тому за цим показником деталь технологічна.

Заводський технологічний процес відповідає умовам серійного виробництва, для виготовлення деталі застосовується напівавтоматичне обладнання, верстати з ЧПК, це відповідає раніше обґрунтованій формі організації виробництва. У базовому техпроцесі використовуються НСП, твердосплавний різальний інструмент з непереточуваними багатогранними пластинами. Застосування прогресивного обладнання та технологічного оснащення дозволяє застосовувати принцип концентрації операцій та багато інструментальних наладок, що підвищить продуктивність обробки та забезпечення якості оброблюваних поверхонь, знизить трудомісткість і собівартість обробки.

Аналіз креслення деталі «Шестерня», дозволив зробити висновок, що деталь містить деякі не технологічні конструктивні елементи. Так, наприклад не технологічним з точки зору механічної обробки є виготовлення зубчастої поверхні, оскільки для її обробки необхідне спеціальне обладнання, крім того, більшість зуборізних операцій мають високу трудомісткість.

Отже, проведений аналіз показав, що деталь є достатньо технологічною, бо має просту форму і складається з конструктивних елементів, обробка яких не викликає труднощів і може бути здійснена на обладнанні, що існує на підприємстві.

					ТМ – 21850021.00.ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

При виборі методу отримання заготовки для виготовлення шестерні, перш за все, врахуємо фактори: призначення і конструкція деталі, її матеріал, технічні вимоги до деталі, тип виробництва, а також техніко-економічні показники заготівельного виробництва.

У базовому технологічному процесі застосована заготовка, отримана вільним куванням на пароповітряному молоті. Вважаємо цей метод нераціональним, бо поковка, отримана вільним куванням, має великі припуски і напуски та низький коефіцієнт використання матеріалу.

Для умов середньосерійного виробництва, форми та розмірів шестерні, пропонуємо виготовлювати заготовку гарячим об'ємним штампуванням на кривошипному гарячештампувальному пресі (КГШП). Заготовки, отримані цим методом, мають високу точність форми та розмірів.

Проводимо розрахунок штампованої заготовки у відповідності до рекомендацій [8,9]

1 Вихідні дані для розрахунку

1.1 Маса поковки визначаємо за формулою:

$$M_{\text{п}} = M_{\text{д}} \cdot K_{\text{р}}, \text{ кг} \quad (5.1)$$

де $K_{\text{р}}$ – розрахунковий коефіцієнт маси поковки; $K_{\text{р}} = 1,5$.

$$M_{\text{ш}} = 7,6 \cdot 1,5 = 11,4 \text{ кг}$$

1.2 Клас точності для штампування на КГШП – Т4.

1.3 Група сталі – М1. (Для сталі 25ХГМ, концентрації вуглецю 0,25%)

1.4 Степінь складності поковки розраховуємо за формулою:

$$C = \frac{G_{\text{п}}}{G_{\text{ф}}}, \quad (5.2)$$

де $G_{\text{п}}$ – маса поковки, кг;

					ТМ – 21850021.00.ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

G_{ϕ} – маса фігури, в яку можна вписати поковку, кг.

Масу описаної фігури, визначаємо за формулою.

$$M_{\phi} = V_{\phi} \cdot \gamma, \text{ кг}, \quad (5.3)$$

де V_{ϕ} – об'єм описаної фігури, мм^3 ;

γ – питома вага сталі 25ХГМ; $\gamma = 7,85 \times 10^{-6} \text{ кг/мм}^3$;

$$V_{\phi} = \frac{\pi D_{\phi}^2 l_{\phi}}{4}, \text{ мм}^3, \quad (5.4)$$

де D_{ϕ} - діаметр описаної фігури, мм;

l_{ϕ} – довжина описаної фігури, мм;

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 210^2 \cdot 58}{4} = 2046827 \text{ мм}^3,$$

$$M_{\phi} = 2046827 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 16 \text{ кг},$$

$$C = \frac{11,4}{16} = 0,71.$$

Оскільки $C = 0,71 > 0,63$, приймаємо степінь складності С1 () [9].

1.5 Конфігурація поверхні рознімання штампа П(плоска).

1.6 Вихідний індекс – 13 (група сталі М1; клас точності Т4; ступеню складності С1; маса поковки $M_p = 11,4 \text{ кг}$.)

2 Визначаємо основні та додаткові (припуск, враховуючий відхилення від площинності) припуски на механічну обробку, та її граничні відхилення. Результати розрахунку розмірів заготовки наведені у таблиці 5.1.

										Арк.
										23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат						

Таблиця 5.1 – Результати розрахунку розмірів заготовки, отриманої гарячим об'ємним штампуванням на КГШП [8,9]

Номинальний розмір деталі, мм	Припуск, мм	Додатковий припуск, мм	Загальний припуск, мм	Допуск на розмір	Розмір елемента заготовки, мм
∅ 200,55	2,7×2	0,4×2	6,2	+2,1 -1,1	∅ 206,75 ^{+2,1} _{-1,1}
∅ 46	2,0×2	0,4×2	4,8	+1,6 -0,9	∅ 41,2 ^{+1,6} _{-0,9}
∅ 78	1,8×2	0,4×2	4,4	+1,6 -0,9	∅ 82,4 ^{+1,6} _{-0,9}
56	1,8×2	0,5×2	4,6	+1,6 -0,9	60,6 ^{+1,6} _{-0,9}
45	1,8×2	0,5×2	4,6	+1,6 -0,9	49,6 ^{+0,9} _{-0,5}

4 Визначаємо штампувальні ухили:

на зовнішній поверхні – не більше 5°;

на внутрішній поверхні – не більше 7°.

Виконуємо ескіз заготовки-штамповки (рисунок 5.1).

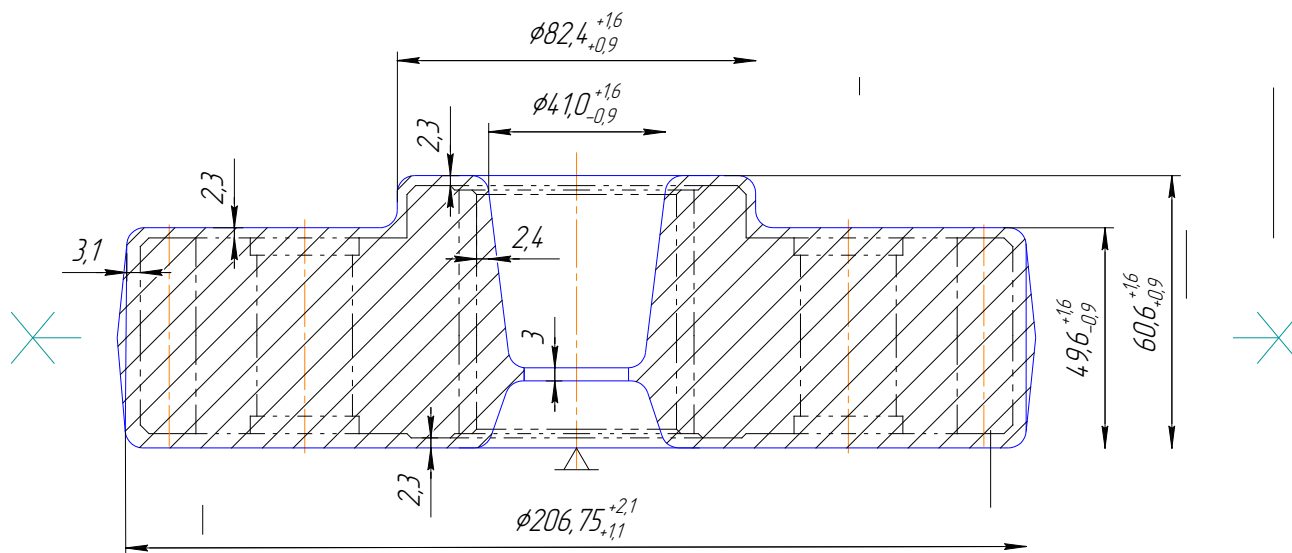


Рисунок 5.1 – Ескіз заготовки

Визначаємо остаточну масу поковки за формулою:

$$M_{\Pi} = V_{\Pi} \cdot \gamma, \text{ кг}, \quad (5.5)$$

де V_{Π} – об'єм заготовки, мм³;

Об'єм заготовки розрахуємо за формулою:

$$V_{\Pi} = \frac{\pi D_1^2 l_1}{4} + \frac{\pi D_2^2 l_2}{4} - \frac{\pi D_3^2 l_1}{4}, \text{ мм}^3, \quad (5.6)$$

$$V_{\Pi} = \frac{3,14 \cdot 206,75^2 \cdot 49,6}{4} + \frac{3,14 \cdot 82,4^2 \cdot 11}{4} - \frac{3,14 \cdot 41,2^2 \cdot 60,6}{4} = 1399975 \text{ мм}^3$$

$$M_{\Pi} = 1399975 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 11 \text{ кг}$$

Розраховуємо коефіцієнт використання матеріалу для заготовки, отриманої методом штамповки на КГШП, за формулою:

$$K_{\text{ВМ}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_{\Pi}}, \quad (5.7)$$

$$K_{\text{ВМ}} = \frac{7,6}{11} = 0,69$$

Собівартість поковки визначимо за формулою [4], с.31:

$$S_{\text{заг}} = C_i \cdot Q \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_{\Pi} \cdot K_M - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{відх}}}{1000}, \text{ грн}, \quad (5.8)$$

де C_i – базова вартість 1 тони штампованих заготовок, грн;

Q – маса поковки, кг;

K_T – коефіцієнт впливу класу точності поковки

$K_T = 1$ ([4], с. 37);

K_C – коефіцієнт впливу ступеню складності поковки;

$K_C = 0,9$ ([4], табл.2.10, с.35);

K_B – коефіцієнт впливу маси поковки;

										ТМ – 21850021.00.ПЗ	Арк.
											25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат							

$K_B = 0,9$ ([4], табл. 2.12, с.38);

K_{II} – коефіцієнт, впливу річного обсягу випуску заготовок;

$K_{II} = 1$ ([4], табл. 2.13, с. 38);

K_M – коефіцієнт, впливу марки матеріалу;

$K_M = 1,1$ ([4], с.37);

q – маса деталі, кг;

$S_{\text{відх}}$ – ціна 1 тони відходів, грн. ([4], табл. 2.7, с. 32)

Базову собівартість заготовок, отриманих методом вільного кування на молотах, визначаємо за формулою [8]:

$$C_K = C_1 \cdot S \cdot z \cdot Q, \text{ грн} \quad (5.9)$$

де C_1 – собівартість 1 кг заготовок, грн ;

S – коефіцієнт складності конфігурації заготовки;

z – поправний коефіцієнт для кованих заготовок

M_3 – маса заготовки, кг.

Базову собівартість заготовок, отриманих методом штампування, визначаємо за формулою [8]:

$$C_{\text{ш}} = C_1 \cdot S \cdot K_N \cdot M_3, \text{ грн} \quad (5.11)$$

де K_N – коефіцієнт, впливу річної програми випуску

Для заготовок першої групи складності (тіла обертання і близьке до них), отриманих методами об'ємного пластичного деформування

$$C_1 = 1,4 \text{ грн}, S = 1, z = 0,57, K_N = 1 \text{ ([8], с. 34)}$$

$$C_K = 1,4 \cdot 1 \cdot 0,57 \cdot 15,4 = 12,29 \text{ грн/кг}$$

$$C_{\text{ш}} = 1,4 \cdot 1 \cdot 0,57 \cdot 11,0 = 8,78 \text{ грн/кг}$$

Собівартість заготовки, отриманої вільним куванням на молотах

					ТМ – 21850021.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		26

$$S_K = 12,29 \cdot 15,4 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1,1 - (15,4 - 7,6) \cdot \frac{250}{1000} = 166,68 \text{ грн}$$

Собівартість заготовки, отриманої гарячим об'ємним штампуванням на КГШП

$$S_{III} = 8,78 \cdot 11,0 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1,1 - (5,76 - 3,56) \cdot \frac{250}{1000} = 38,31 \text{ грн}$$

Техніко-економічні розрахунки показали, що заготовка, виготовлена гарячим об'ємним штампуванням має собівартість значно нижчу, ніж та, що виготовлена вільним куванням. Таким чином, вважаємо, що застосування в якості заготовки штамповки, отриманої на КГШП, економічно доцільно.

Технічні вимоги до креслення заготовки [8]:

- поковка групи II HRC 56...62;
- клас точності T4, група сталі M1, степінь точності C1, вихідний індекс – 13;
- допускне зміщення по поверхні роз'єму штампку 0,4 мм;
- допускне відхилення від площинності 0.2 мм
- не зазначені штамповочні ухили: зовнішні – 5°, внутрішні – 7°.

					ТМ – 21850021.00.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

6 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Розрахунок виконується для внутрішнього діаметра 46Н8мм розрахунково-аналітичним методом за допомогою ПК за методикою [4,6].

Технологічний маршрут обробки діаметра складається з таких технологічних переходів: чорного та напівчистового точіння (операція 010 «Токарна з ЧПК»), та протягування (операція 015 «Вертикально-протягувальна»).

Для цих технологічних переходів знаходимо елементи припуску R_z , T , ρ , ε ; [6]табл.4.3,4.5, с.63-64. Вихідні дані для розрахунку заносимо до таблиці 6.1

Сумарне відхилення розташування для заготовки розрахуємо за формулою:

$$\rho_z = \sqrt{\rho_{зм}^2 + \rho_{екс}^2} = \sqrt{800^2 + 700^2} = 1500 \text{ мкм} \quad (6.1)$$

де $\rho_{зм}$ – величина зміщення заготовки, мкм; $\rho_{зм} = 800$ мкм [8].

$\rho_{екс}$ – величина ексцентриситету заготовки мкм; $\rho_{екс} = 700$ мкм [8].

Для решти технологічних переходів визначаємо величину просторових відхилень за формулою:

$$\rho_{заг} = k_y \times \rho_z, \text{ мкм} \quad (6.2)$$

де k_y - коефіцієнт уточнення форми, в залежності від виду обробки.

$$\rho_{точ \text{ чор}} = 1500 \cdot 0,06 = 90 \text{ мкм.}$$

$$\rho_{точ \text{ чис}} = 1500 \cdot 0,05 = 75 \text{ мкм.}$$

$$\rho_{прот} = 1500 \cdot 0,04 = 60 \text{ мкм.}$$

					ТМ – 21850021.00.ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

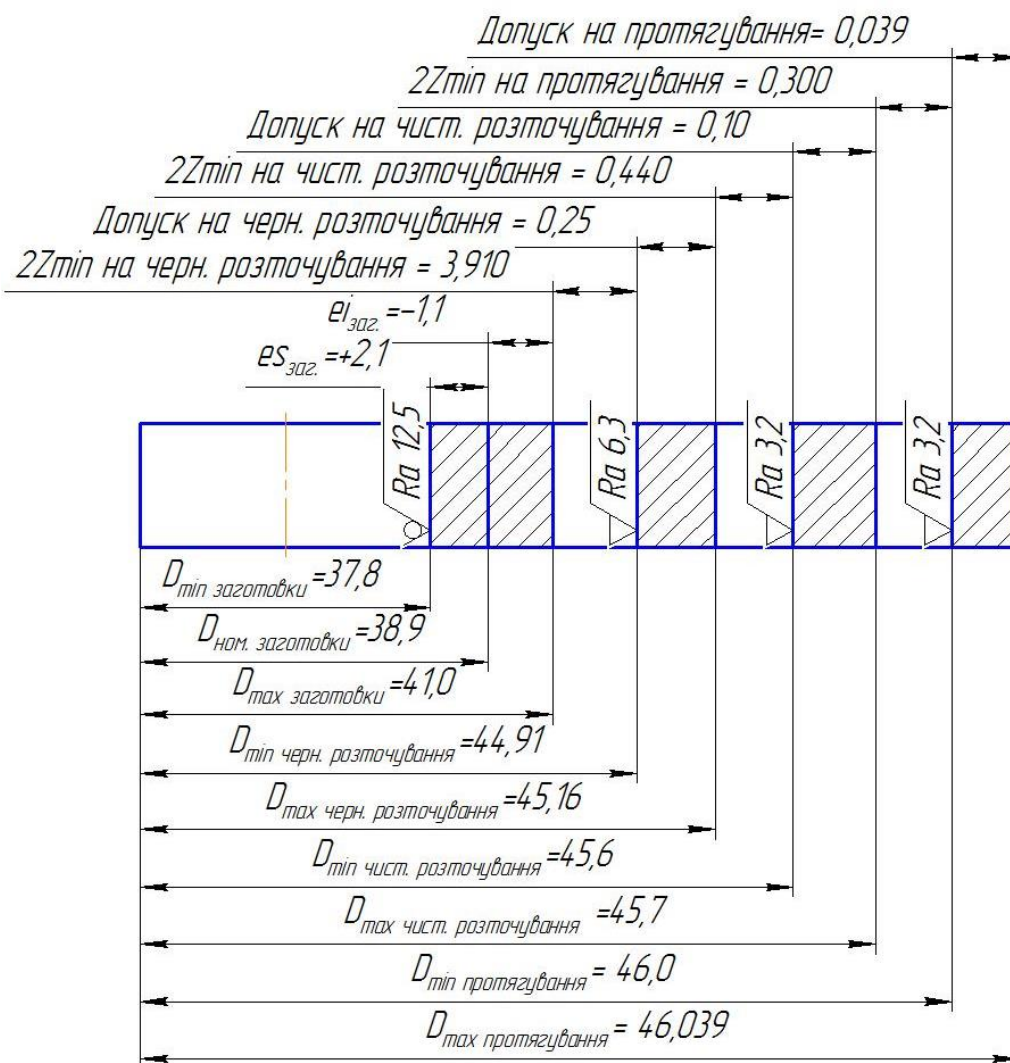


Рисунок 6.1 – Схема розташування припусків і допусків розміру $\varnothing 46H8\text{мм}$

6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки

Розглянемо схеми базування на операціях, що аналізуються. При виборі схеми базування беремо до уваги виконання принципів базування (постійності і співпадання баз), а також можливість забезпечити просте і зручне встановлення і закріплення заготовки, багатоінструментальної обробки поверхонь деталі [5].

Операція 020 Токарна з ЧПК.

Операційний ескіз показаний на рисунку 6.2.

При обробці згідно розробленого операційного ескізу за один установ базування на операції можна виконати за однією схемою.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

Так як у шестерні відношення $l/d > 1$, то її торець є встановлювальною базою і позбавляє заготовку 3 ступенів вільності. Центральний отвір виступає у ролі подвійної опорної бази, і позбавляє заготовку 2 ступенів вільності. У такий спосіб деталь позбавляється п'яти ступенів вільності, шоста ступінь є вакансією (таблиці 6.5 і 6.6). Похибка базування $\varepsilon_D = 0$, $\varepsilon_{\perp} = \varepsilon_{\text{попер}} = 0$ мм.

Таблиця 6.5 – Таблиця відповідностей

Зв'язки	Ступені вільності	Назви баз
1, 2, 3	II, IV, VI	Встановлювальна
4, 5	III, I	Подвійна опорна
6	V	Опорна

Таблиця 6.6 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	
L	0	1	0	Встановлювальна база
α	1	0	1	
L	1	0	1	Подвійна опорна база
α	0	0	0	
L	0	0	0	Опорна база
α	0	1	0	

6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів

Розглянемо моделі верстатів, що застосовуються у заводському технологічному процесі на операціях, що аналізуються, використовуються такі верстати: на токарній операції 020 – токарний багаторізцевий напівавтомат 1730, на вертикально-протягувальній операції 035 – універсальний вертикально – протягувальний верстат моделі 7Б77. Аналіз обладнання, застосованого у базовому техпроцесі, показує, що воно відповідає умовам середньосерійного виробництва. При цьому застосовані верстати є морально застарілими. Тому вважаємо за доцільне підібрати подібні за технічними характеристиками більш сучасні верстати, зокрема, на операції – токарний верстат з ЧПК

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

Під час вибору різального інструменту орієнтуємося на матеріал та розміри заготовки, форму та геометричні параметри робочої частини інструменту.

Операція 020 Токарна з ЧПК.

Закріплювати заготовку на операції пропонуємо у оправці розжимній консольній кулачкової ГОСТ 31.1066.04-87.

В якості різального інструмента обираємо токарні різці [14]:

– токарний різець прохідний прямий 2101-0957 T15K6 ГОСТ 20872-85 з механічним кріпленням ромбічної твердосплавної пластини.

– токарний різець підрізний лівий 2103-0058 T15K6 ГОСТ 18880-73.

– токарний різець підрізний правий 2103-0057 T15K6 ГОСТ 18880-73.

Вимірювальний інструмент:

– штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89;

– зразок шорсткості Ra6,3 ГОСТ 9378-93 .

На 025 Вертикально-протяжній операції вибираємо технологічне оснащення [14,15]:

- пристосування зі сферичною самовстановлювальною опорою спеціальне;

- різальний інструмент: протяжка шліцьова Р6М5 2402-2428 ГОСТ 25972-83.

- вимірювальний інструмент: калібр-пробка шліцьова 8311-0461 ГОСТ 24960-81

					ТМ – 21850021.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		36

6.5 Розрахунки режимів різання

Операція 020 Токарна з ЧПК

Це напівчистова операція, на якій оброблюються: торці 45h14, зовнішні поверхні Ø200,55h12 та Ø78h14, дві факи 2x45⁰. Обладнання: токарний верстат з ЧПК моделі Comak 500x1000. Режим різання призначаємо розрахунково-аналітичним методом за довідником [14] згідно рекомендацій посібника [12].

Вихідні дані для розрахунку:

Маса заготовки $m_3 = 11,4$ кг,

матеріал заготовки – сталь 25ХГМ ДСТУ 7806:2015

Технологічне оснащення та різальний інструмент були призначені раніше (п.6.4). Визначаємо геометричні параметри різальних інструментів

Інструмент 1: токарний прохідний правий різець з механічним кріпленням ромбічної пластини: матеріал пластини Т15К6, переріз державки 20x25 мм,

$$\gamma = 12^\circ; \alpha = 6^\circ; \lambda = 0; \varphi = 45^\circ; \varphi_1 = 15^\circ.$$

Інструмент 2: токарний прохідний лівий різець з механічним кріпленням ромбічної пластини: матеріал пластини Т15К6, переріз державки 20x25 мм

$$\gamma = 12^\circ; \alpha = 6^\circ; \lambda = 0; \varphi = 45^\circ; \varphi_1 = 15^\circ.$$

Призначаємо режим різання для технологічного переходу 1: точіння зовнішньої циліндричної поверхні

Глибину різання визначається за формулою:

$$t = \frac{D-d}{2}, \text{ мм} \quad (6.3)$$

$$t_1 = \frac{202.55 - 200.55}{2} = 1 \text{ мм}$$

При роботі різцями 5 та 6 глибина різання є шириною фаски: $t_{5,6} = 2,0$ мм

Призначаємо подачу. Умови обробки: чорнове точіння деталі діаметром до 400 мм із сталі 25ХГМ за [10, табл. 11, с.266].

$$S = 0,7-1,2 \text{ мм/об,}$$

					ТМ – 21850021.00.ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Приймаємо $S_{\text{повзд}} = 0,9$ мм/об,

В паспорті верстата Сормак 500x1000 вказується швидкість руху подачі ($V_s, \text{мм/хв}$). Тому подачу на оберт за паспортними даними верстата не коректуємо.

Визначаємо швидкість різання, припустиму різальними властивостями інструменту за формулою:

$$V_i = \frac{C_v}{T^m t^x S_o^y} \cdot K_v, \text{ м/хв} \quad (6.4)$$

де T – період стійкості інструмента, хв.;

Для різців $T = 30 \dots 60$ хв.; приймаємо $T = 30$ хв.;

C_v, m, x, y – коефіцієнт і показники степенів (табл. 17, с. 269);

$C_v = 340; m = 0,20; x = 0,15; y = 0,45;$

K_v - поправочний коефіцієнт на швидкість різання:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv}, \quad (6.5)$$

де K_{mv} – коефіцієнт впливу властивостей матеріалу заготовки(табл. 1, с. 261):

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_s} \right)^{p_v}, \quad (6.6)$$

де K_r – коефіцієнт, групи сталі за оброблюваністю (табл. 2, с. 262); Для сталі 25ХГМ $K_r = 0,95$

p_v – показник степеню (табл. 2, с. 262); $p_v = 1,0$

$$K_{mv} = 1,0 \left(\frac{750}{880} \right)^{0,9} = 0,87$$

K_{nv} – коефіцієнт впливу стану поверхні заготовки (табл. 5, с. 263); $K_{nv} = 0,8;$

K_{iv} – коефіцієнт впливу інструментального матеріалу (табл. 6, с. 263); для сплаву Т15К6 $K_{iv} = 1,0;$

$$K_v = 0,87 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 0,70$$

					ТМ – 21850021.00.ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$V_i = \frac{340}{30^{0,2} \cdot 2,3^{0,15} \cdot 0,7^{0,45}} \cdot 0,7 = 125,м / хв$$

Частоту обертання заготовки розраховуємо за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V_i}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 125}{3,14 \cdot 200,55} = 198,5 об / хв ,$$

За паспортом верстата корегуємо: $n_o = 200 об/хв.$

Тоді дійсна швидкість різання визначається за формулою:

$$V_o = \frac{\pi D n_o}{1000}; м/хв$$

$$V_o = \frac{3,14 \cdot 200,55 \cdot 200}{1000} = 125,95 \approx 126,м / хв .$$

Швидкість руху подачі розраховуємо за формулою:

$$V_s = S_o \times n_o, \text{ мм/хв.} \quad (6.7)$$

$$V_{\text{сповзд}} = 0,56 \times 200 = 112 \text{ мм/ хв.}$$

Корегуємо за паспортом верстата Согтак 500x1000. Приймаємо $V_{\text{сповзд}} = 100 \text{ мм/ хв.}$

Дійсна подача на оберт повздовжнього супорту:

$$S_{o_1} = \frac{V_{s_o}}{n_o} = \frac{100}{200} = 0,5 \text{ мм / об}$$

Розраховуємо силу різання за формулою:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \text{ Н,} \quad (6.8)$$

де C_p, x, y, n – коефіцієнт і показники степеню (табл. 22, с. 273);

$C_p = 300; x = 1,0; y = 0,75; n = -0,15$

K_p – поправочний коефіцієнт на силу різання:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{r p}, \quad (6.9)$$

де K_{mp} – коефіцієнт впливу властивостей матеріалу заготовки (табл. 9, с. 264);

											Арк.
											39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат							

Таблиця 6.8 – Результати розрахунків режимів різання для операції 020

Номер технологічного переходу	Елементи режиму різання					L, мм	T _o , хв
	t, мм	S _o , мм/об	n, хв ⁻¹	V, м/хв	i		
1	1,0	0,5	200	126	1	49,5	0,32
2	2,2	0,5		51,75		13	
3	2,3	0,63		126		64,28	
4	2,3	0,63		126		64,28	
5	2,0	0,63		126		2	
6	2,0	0,63		126		2	

Операція 035 Вертикально -протягувальна

Проведемо розрахунки режимів різання на вертикально-протяжну операцію, яка виконується на вертикально-протяжному верстаті ВМ25 за довідниками [12] та [14].

Визначаємо групу швидкості різання протяжки (табл. 53, с. 299).

При протягуванні заготовки із сталі 25ХГМ з твердістю 217 НВ група швидкості різання – I. Визначаємо швидкість різання в залежності від типу протяжки (табл. 52, с. 299). При протягуванні шліцьовою протяжкою для групи швидкості I швидкість різання

$$V_{\text{табл}}=6 \text{ м/хв}$$

Визначаємо підйом на зуб протяжки S_z ([8], табл. 105, с. 275) в залежності від типу протяжки і матеріалу заготовки.

При обробці сталі 25ХГМ шліцьовою протяжкою $S_z=0,025-0,03^{\text{мм/зуб}}$; приймаємо $S_z= 0,025$ мм.

Визначаємо силу різання за формулою:

$$P_z = P \cdot B, \text{ Н} \quad (6.13)$$

де P – сила різання в Н на 1мм довжини різальної кромки, таблиця 54 (с. 300). При обробці легованої сталі P = 785 Н.

B – сумарна довжина різальних кромок, які одночасно беруть участь у різанні.

									Арк.
									41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

$$V_H = \frac{60 \cdot 1020 \cdot 57 \cdot 0,85}{283000} = 10 \text{ м/хв.}$$

$$V_H = 10 > V_{\text{різ}} = 6 < V_B = 11,5$$

Умова різання виконується, обробка можлива

Визначаємо стійкість протяжки за (табл. 6.4). При обробці легованої сталі стійкість $T = 50$ мм.

Кількість протягуваних деталей між двома переточками протяжки визначаємо за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot T}{l}, \text{ шт} \quad (6.17)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 50}{56} = 893 \text{ шт.}$$

Визначаємо основний час за формулою:

$$T_o = \frac{L_{\text{р.х}}}{1000 \cdot V \cdot q} \cdot K \cdot i, \text{ хв}$$

де $L_{\text{р.х}}$ – довжина робочого ходу, мм;

$$L_{\text{р.х}} = l_n + l + l_{\text{дод}}, \text{ мм} \quad (6.18)$$

де l_n – довжина робочої частини протяжки, мм;

l – довжина оброблюваної поверхні, мм;

$l_{\text{дод}}$ – величина на вхід та вихід протяжки; $l_{\text{дод}} = 30\text{-}50$ мм;

$$L_{\text{р.х}} = 554 + 56 + 40 = 650 \text{ мм.}$$

де q – кількість одночасно оброблюваних деталей;

K – коефіцієнт, який враховує відношення швидкості різання і швидкості холостого ходу (вибирається з паспорта верстата);

					ТМ – 21850021.00.ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$K = \frac{V}{V_x} + 1, \quad (6.19)$$

$$K = \frac{3}{16} + 1 = 1,19$$

i – число проходів.

$$T_o = \frac{650}{1000 \cdot 6 \cdot 1} \cdot 1,19 \cdot 1 = 0,26 \text{ хв}$$

Призначені режими різання на вертикально-протягувальну операцію заносимо до таблиці 6.9

Таблиця 6.9 – Режими різання для вертикально-протягувальної операції

Номер та текст переходу	Параметри режимів обробки					L, мм	T _o , хв	Вид режиму
	t, мм	Sz, мм/зуб	n, хв ⁻¹	V, м/хв	i			
Протягнути шліцьовий отвір	0,25	0.025	-	6	1	650	0,26	аналітичний

6.6 Технічне нормування операції

Оскільки шестерня виготовлюється у середньосерійному виробництві, визначаємо норму штучно-калькуляційного часу. Технічне нормування операції проводимо розрахунково-аналітичним методом в такій послідовності [13].

Операція 020 Токарна з ЧПК

Визначаємо штучний час на операцію за формулою:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} \cdot \left(1 + \frac{a_{\text{орг}} + a_{\text{відп}}}{100}\right), \text{ хв} \quad (6.20)$$

де $T_{\text{оп}}$ – оперативний час, хв.;

$a_{\text{орг}}$ – норма часу на технічне обслуговування робочого місця, %; $a_{\text{орг}} = 4\%$;

$a_{\text{відп}}$ – норма часу на відпочинок та особисті потреби, %; $a_{\text{відп}} = 4\%$

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_d, \text{ хв} \quad (6.21)$$

де T_0 – основний час, хв;

T_d – допоміжний час, хв;

$$T_d = T_{\text{уст}} + T_{\text{пк}} + T_{\text{вим}} + T_{\text{зв}}, \text{ хв} \quad (6.22)$$

де $T_{\text{уст}}$ – час на установку та зняття деталі, хв; $T_{\text{уст}} = 0,12$ хв.

$T_{\text{пк}}$ – час на прийоми керування, хв; $T_{\text{пк}} = 0,376$ хв.

$T_{\text{вим}}$ – час на вимірювання, хв; $T_{\text{вим}} = 0,09$ хв.

$T_{\text{зв}}$ – час на засоби вимірювання, $T_{\text{зв}} = 0,2$ хв.

$$T_d = 0,12 + 0,376 + 0,09 + 0,2 = 0,79 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{оп}} = 0,32 + 0,79 = 1,11 \text{ хв}$$

$$T_{\text{шт}} = 1,11 \cdot \left(1 + \frac{4 + 4}{100}\right) = 1,20 \text{ хв.}$$

Визначаємо підготовчо-заклучний час за формулою:

					ТМ – 21850021.00.ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$T_{\text{вим}}$ – час на вимірювання, хв; $T_{\text{вим}} = 0,12$ хв.

$T_{\text{зв}}$ – час на засоби вимірювання, $T_{\text{зв}} = 0,024$ хв.

$$T_{\text{д}} = 0,13 + 0,18 + 0,12 + 0,024 = 0,454 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{оп}} = 0,26 + 0,454 = 0,714 \text{ хв}$$

$$T_{\text{шт}} = 0,714 \cdot \left(1 + \frac{5 + 8}{100}\right) = 0,81 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{шт-шк}} = \frac{11}{352} + 0,81 = 0,91 \text{ хв.}$$

					ТМ – 21850021.00.ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ УСТАНОВЛЕННЯ І ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ

У разі використання спеціального пристосування з механізованим приводом дозволить знизиться розряд робочого на зубофрезерній операції. Цього результату можливо досягти за рахунок скорочення штучного часу за рахунок зменшення допоміжного часу на операції, що, в свою чергу, знизить трудоемність обробки, підвищити стабільність параметрів точності операції.

Пропонуємо спроектувати верстатне пристосування для зубофрезерної операції – нарізання зубчастого вінця черв'ячною модульною фрезою на зубофрезерному напівавтоматі за методом обкату. Одночасній обробці підлягає одна заготовка.

Наведемо кількісні і якісні показники про заготовку, що підлягає обробці на зубофрезерній операції:

На операцію заготовка надходить з попередньо обробленими поверхнями. Заготовка цілком жорстка, оброблюваність її задовільна. Маса заготовки 11,4 кг. Матеріал сталь 25ХГМ ДСТУ 7806:2015. У деталі наявні розвинені і точні поверхні, які в подальшому можна використовувати в якості технологічних баз. Уточнимо точнісні параметри поверхонь, які можуть бути технологічними базами.

До базових поверхонь віднесемо внутрішню циліндричну поверхню, яка оброблена в діаметр 47H10, та торець 56h12. При цьому торець є встановлювальною базою і може позбавляти деталь 3 ступенів вільності.

Допуск торцювого биття на розмір 56h14 ($^0_{-0,520}$) на кресленні не заданий, отже він становить 30% від допуску на розмір:

$$T = 0,3 \cdot 520 = 156 \text{ мкм}$$

Приймаємо найближче стандартне значення $T=160$ мкм, що у відповідності до ГОСТ 24643-81 відповідає 10 ступеню точності.

					ТМ – 21850021.00.ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$K_{MP} = \left(\frac{\delta}{750} \right)^n \quad (7.2)$$

$$K_{MP} = \left(\frac{950}{750} \right)^{0,3} = 1,07$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 11^{0,86} \cdot 0,08^{0,72} \cdot 30^1 \cdot 10}{100^{0,86} \cdot 100^0} \cdot 1,07 = 4902 \text{ Н}$$

Виконаємо розрахунок похибки установки за формулою:

$$\Delta\varepsilon_y = \sqrt{(\Delta\varepsilon_3)^2 + (\Delta\varepsilon_6)^2} \quad (7.3)$$

де $\Delta\varepsilon_6$ – похибка базування, мм;

$\Delta\varepsilon_3$ – похибка закріплення, мм.

Розраховуємо похибку $\Delta\varepsilon_6$ базування за формулою:

$$\Delta\varepsilon_6 = \delta_1 + \delta_2 \quad (7.4)$$

де δ_1 - допуск на діаметр отвору, мм;

δ_2 - допуск на діаметр оправки, мм;

$$\varepsilon = 0,035 + 0,035 = 0,07 \text{ мм}$$

$$\Delta\varepsilon_y = \sqrt{0,07^2 + 0,26^2} = 0,26 \text{ мм}$$

Визначаємо поправочний коефіцієнт за формулою:

$$K_0 = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (7.5)$$

де K_0 - коефіцієнт гарантованого запасу надійності;

									Арк.
									51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

K_1 - коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання через нерівності поверхні;

K_2 - коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання внаслідок зношування інструменту;

K_3 - коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання при переривчастому різанні;

K_4 - коефіцієнт, що враховує мінливість зусилля закріплення;

K_5 - коефіцієнт, що враховує зручність розташування рукояток пристосування з ручним закріпленням;

K_6 - коефіцієнт, що враховує невизначеність положення точки контакту заготовки з установочними елементом.

$$K = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 2,5$$

Визначаємо крутний момент на шпинделі за формулою:

$$M = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 1000}, \text{ Нм} \quad (7.6)$$

де D – діаметр фрези, мм.

$$M = \frac{4902 \cdot 100}{2 \cdot 1000} = 245,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Визначаємо необхідне зусилля затиску за формулою:

$$W = 2 \cdot P_z \cdot K \cdot \frac{D}{(D_1 + d)} \cdot f, \text{ Н} \quad (7.7)$$

де D – діаметр деталі, мм;

D_1 – діаметр шайби, мм;

d – діаметр оправки, мм;

f – коефіцієнт тертя між шайбою і заготовкою (0,1-0,15).

										Арк.
										52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат						

ВИСНОВКИ

.Під час виконання кваліфікаційної роботи бакалавра проведеноаналіз службового призначення коробки передач автомобіля, в який входить задана деталь

2. Виконано опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації. За заданим об'ємом випуску виробів по коефіцієнту закріплення операцій визначений тип виробництва – середньосерійний та форма його організації – групова.

3. Обґрунтовано вибір методу і способу отримання заготовки. Зроблено попередній розрахунок заготовки. В ході розрахунку були визначені її розміри, вага описує деталь фігури, який впливає на норму витрати.

4. Проаналізовано базовий технологічний процес виготовлення шестерні. На основі аналізу з'ясовано, що технологічний процес відповідає принципам: поетапної обробки, постійності та суміщення баз, однак у зв'язку з оновленням обладнання токарний багаторізцевий копіювальний напівавтомат моделі 1Н713 був замінений на верстат з ЧПК моделі Comrak 500x1000, це дало нам змогу скоротити штучний час.

5 У відповідності з визначеним типом виробництва та вимогами до дипломного проекту розроблено спеціальний верстатний пристрій, що забезпечує точність базування і надійність закріплення заготовки на зубофрезерній операції.

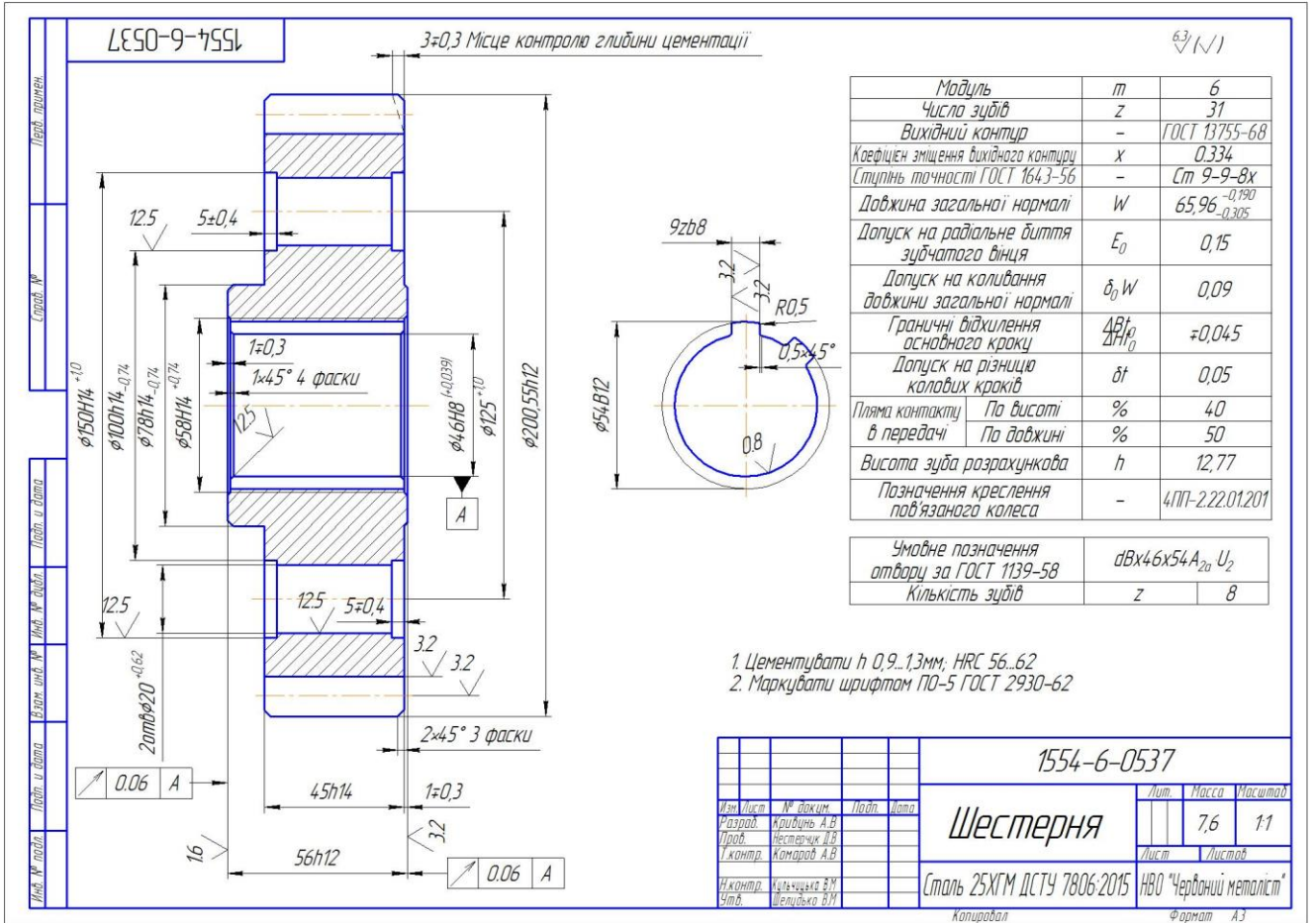
Всі запропоновані нововведення направлені на зниження собівартості деталі та надання їй конкурентоспроможності.

					ТМ – 21850021.00.ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

КРЕСЛЕННЯ ДЕТАЛІ ШЕСТЕРНЯ 1554-6-0537



ДОДАТОК Г
ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ
ШЕСТЕРНІ 1554-6-0537

ДОДАТОК В

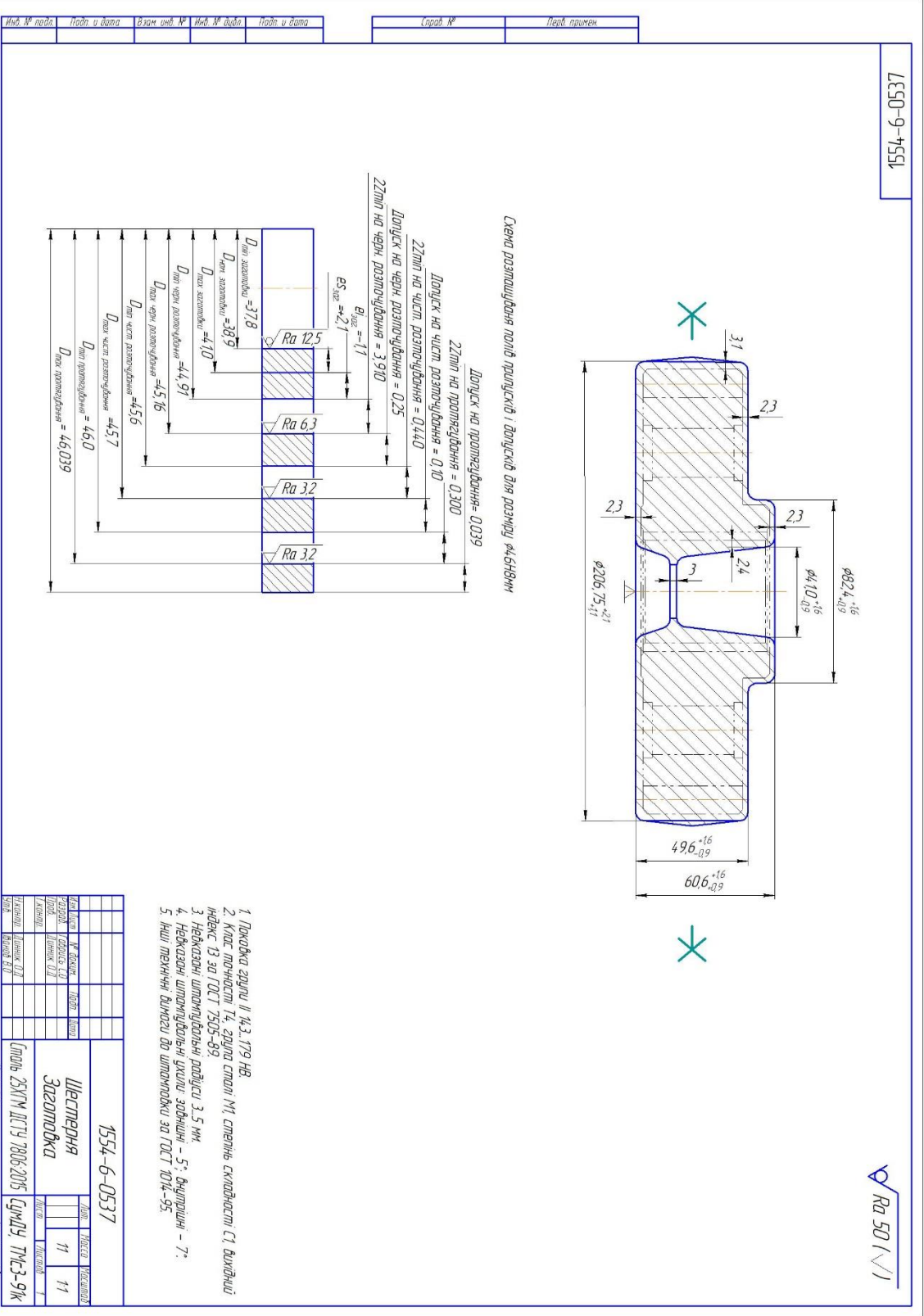
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

ДОДАТОК Д

ГРАФІЧНА ЧАСТИНА РОБОТИ

1554-6-0537

Ra 50 (✓)



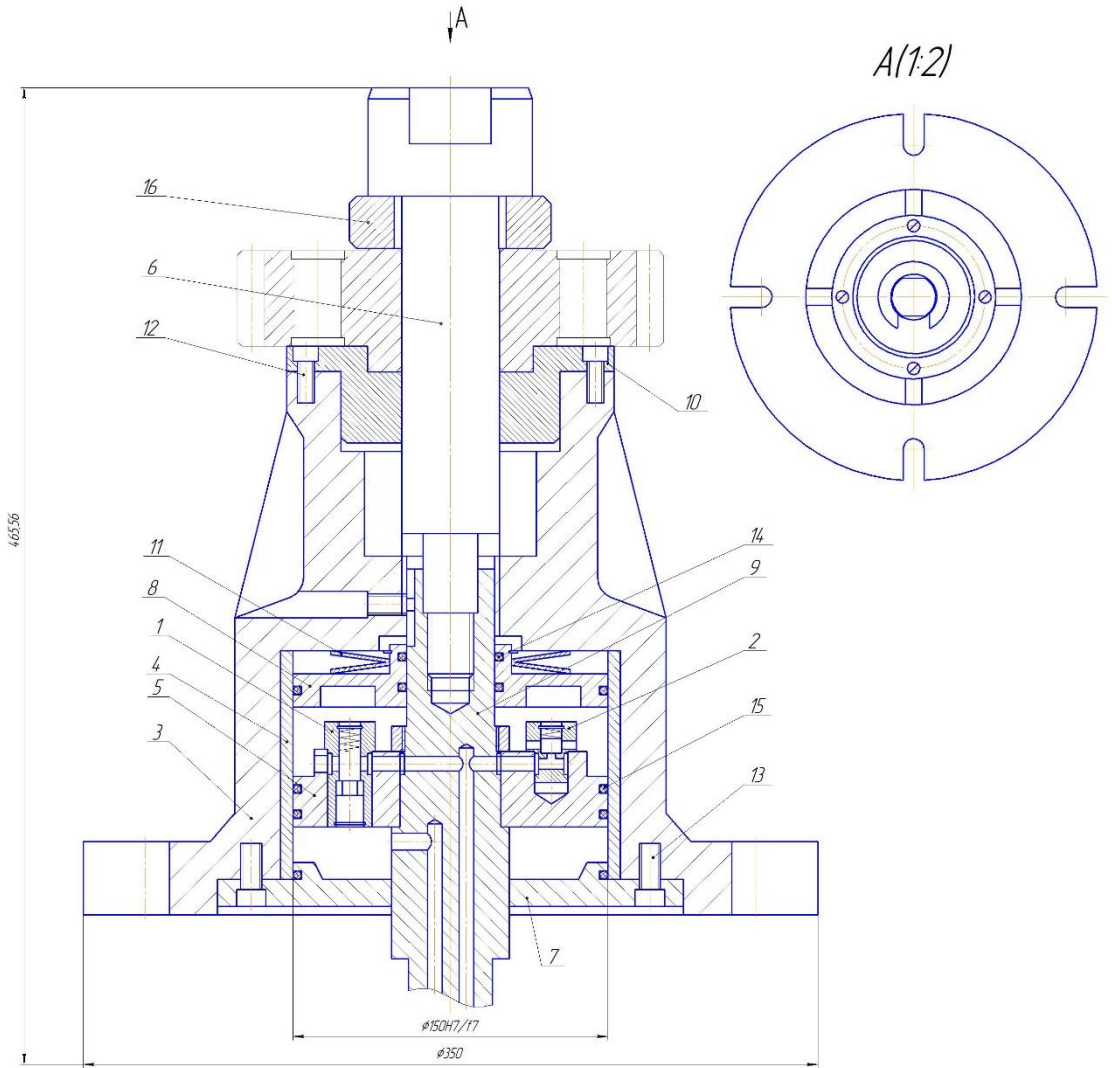
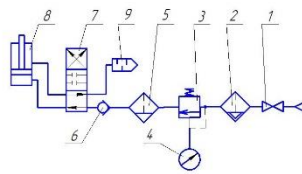


Схема включення пневмоцилиндра в пневмережу



- 1 Тиск повітря у системі р=0,4МПа
- 2 Сила затиску Q=5855 Н
- 3 Максимальний хід поршня 40 мм
- 4 Маркувати електричним позначенням креслення
- 5 Вимоги щодо техніки безпеки ГОСТ23001-85

- 1 - вентиль, 2 - фільтр - вологовідвідач, 3 - пневмоклапан,
- 4 - манометр, 5 - фільтр - масляновідвідач, 6 - зворотній клапан,
- 7 - пневмоциліндр чотирьохлінійний,
- 8 - пневмоциліндр, 9 - пневмоглушник.

				ТМ.211850012-07-01 СБ			
Масштаб	Масштаб	Масштаб	Масштаб	Пристосовання для зручності з'єднання складальне креслення			
Формат	Формат	Формат	Формат	Лист	Місце	Місяць	Рік
Указів	Указів	Указів	Указів	№	№	№	№
Видовий	Видовий	Видовий	Видовий	5К310			
Світл.	Світл.	Світл.	Світл.	Сундуч ТМЗ-9к			

Лист 1 з 1
 ТМ.211850012-07-01 СБ
 18.08.2018