

ЗАТВЕРДЖЕНО
Наказ Міністерства освіти і науки,
молоді та спорту України
29 березня 2012 року № 384

Форма № Н-9.02

**Державний вищий навчальний заклад
«Сумський державний університет»**

Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної (роботи)

перший (бакалаврський)
(освітній рівень)

на тему

*Проектування технологічного процесу виготовлення
ліхтаря 4ГМ2.5-02.06*

Виконав: студент *IV* курсу, групи *ТМ-61-8*
напряму підготовки (спеціальності)

131 Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Пономарьов Б.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Денисенко Ю. О.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

ЗАТВЕРДЖНО
Наказ Міністерства освіти і науки, молоді
та спорту України
29 березня 2012 року № 384
Форма № Н-9.02

Державний вищий навчальний заклад
«Сумський державний університет»

Інститут, факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів
Освітній рівень перший (бакалаврський)
Напрямок підготовки _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів та
інструментів
_____ Залога В.О.
«__» _____ 2020 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА

Пономарьов Борис Володимирович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проектування технологічного процесу виготовлення ліхтаря 4ГМ2.5-02.06

керівник проекту Денисенко Юлія Олександрівна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом вищого навчального закладу від «__» _____ 2020 року № _____

2. Строк подання студентом проекту (роботи) «__» _____ 2020 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____

креслення деталі – Ліхтар 4ГМ2.5-02.06

річний обсяг випуску деталей – 500 шт.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

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

4.8 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

5. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

6. Дата видачі завдання « ___ » _____ 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Технологічна частина		
2	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях		
3	Оформлення пояснювальної записки		
4	Оформлення комплекту технологічної документації		
5	Оформлення креслень		

Студент

_____ (підпис)

Б. В. Пономарьов

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

_____ (підпис)

Ю. О. Денисенко

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Кафедра «Технології машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.О. Залога

« _____ » _____ 2020 р.

**ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ
ЛІХТАРЯ 4ГМ2.5-02.06**

Бакалаврська кваліфікаційна робота
Спеціальність – 131 Прикладна механіка
(Технології машинобудування)

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів

Студент

Б. В. Пономарьов

Керівник

Ю. О. Денисенко

Нормоконтроль

Ю. О. Денисенко

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить 82 с., 42 табл., 16 рис., 19 джерел, 3 додатка. Об'єкт розробки: деталь фланець Ліхтар 4ГМ2.5-02.06

Мета роботи – аналіз та розробка вдосконалених операцій технологічного процесу механічної обробки деталі фланець «Ліхтар 4ГМ2.5-02.06».

У кваліфікаційній роботі бакалавра було проведено аналіз службового призначення машини, вузла і деталі; технічні вимоги до деталі, її технологічність і спосіб отримання заготовки – поковка штампована.

В роботі розроблена операційна технологія для виготовлення деталі. На операції розраховані режими різання та проведено нормування часу. Обрані верстатні пристрої, ріжучий і вимірювальний інструмент для обробки деталі за сучасними стандартами та методиками обробки деталей.

Спроектовано верстатний пристрій на операцію 040 – фрезерна з ЧПК. Також в роботі розглянуті основні питання з охорони праці.

ЛІХТАР, СТАЛЬ, ШТАМПОВКА, ОПЕРАЦІЯ, ПРИСТРІЙ,
ТЕХНІЧНЕ НОРМУВАННЯ.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації.....	Ошибка! Закладка не определена.
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі	11
3 Визначення типу виробництва, такту випуску та партії запуску	13
4 Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї.....	20
5 Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї.....	26
6 Аналіз технологічної операції існуючого чи типового технологічного процесу.....	Ошибка! Закладка не определена.
7 Обґрунтування необхідності створення пристрою, вибір системи пристрою.....	Ошибка! Закладка не определена.
Висновки.....	713
Перелік джерел посилання.....	Ошибка! Закладка не определена.
Додаток А.....	71
7	
Додаток Б.....	71
8	
Додаток В.....	71
9	

						ТМ 13010030–00 ПЗ									
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Кваліфікаційна робота бакалавра						Лит.	Лист	Листов		
Разраб.	Пономарьов													3	80
Провер.	Денисенко														
Реценз.															
Н. Контр.															
Утверд.								СумДУ, ТМ-61-8							

ВСТУП

У сучасній промисловості досягнуто великих успіхів у розвитку металообробних верстатів та технологій обробки з допомогою комп'ютеризованих технологій та нового допоміжного оснащення.

На сьогоднішній день розвиток верстатів з ЧПК – основний напрямок механічної обробки матеріалів. Цей вид верстатного оснащення дає собою практично автоматичну систему для обробки деталей, на такому типі верстатів сформована основа обробки матеріалів. Так як його системи автоматичного управління домоглися найвищої точності, і виконання складних траєкторій, це дозволяє йому виконувати важкі види обробки.

Українське машинобудування можна назвати 2-ма словами: застаріле і зруйноване. Після ознайомлення з різними підприємствами нашого міста як за верстатом так і в офісі, я зрозумів, що працювати в нормальних умовах не можливо, так як оновлення технічної частини власників мало цікавить. У наслідок виробництво базується на виготовленні складних замовлень на старому обладнанні з максимальним навантаженням останнього.

В наслідок цього, на мій погляд, в разі якщо країні дійсно необхідні спеціалісти з сучасним баченням на виробництво, то необхідно створювати можливості для їх розвитку. Нове обладнання на підприємствах спонукатиме інтерес до нових можливостей та зміни методів навчання, оскільки неможливо вивчати нове по технологіях минулого століття.

Метою даної роботи є удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі фланець Ліхтар 4ГМ2.5-02.06, основане на використанні останніх розробок у машинобудуванні.

					ТМ 15010015 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

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

Аналіз службового призначення виробу.

Деталь «Ліхтар» входить до складу повітряного поршневого компресору 4ГМ2.5, рисунок 1.1.

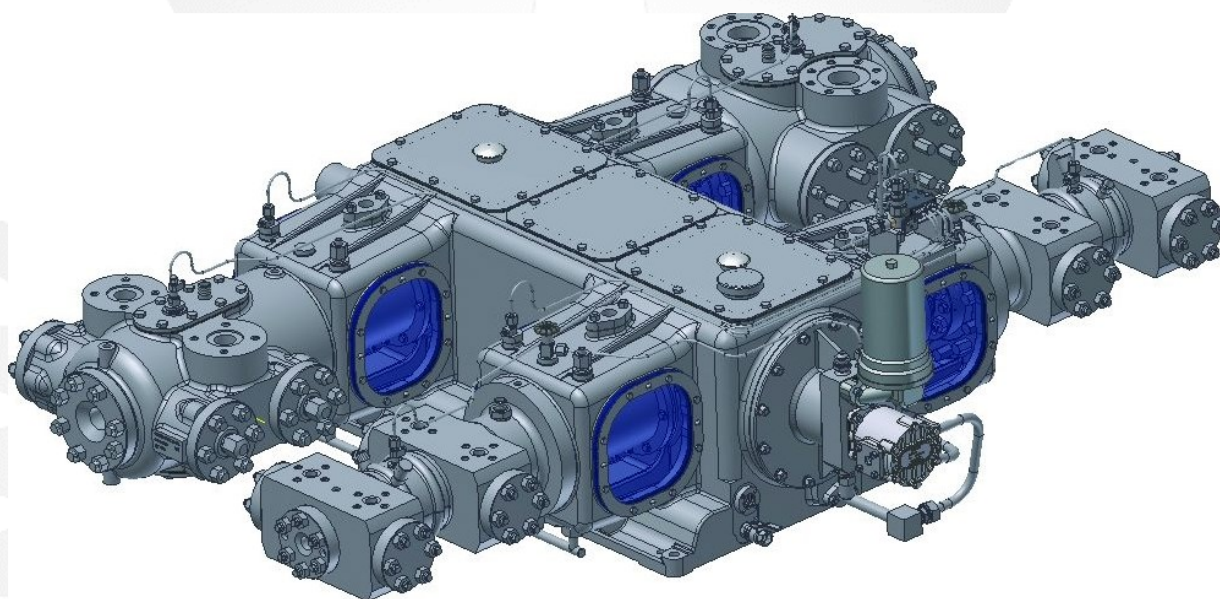


Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд повітряного поршневого компресору 4ГМ2.5.

Компресор призначений для роботи в складі автомобільних газонаповнювальних станцій, заправки акумуляторів газу, стиснення нафтового газу при закачуванні його в трубопровід та в стаціях при роботі від газових мереж з низьким вхідним тиском.

Компресор являє собою поршкову машину з горизонтальним розташуванням циліндрів. Для відділення частинок рідини і масла передбачені порожнини в холодильниках або вологомастиловідділювачі, звідки конденсат і масло видаляються шляхом періодичної продувки. Для приводу компресора

						ТМ 15010015 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			8

зазвичай застосовується вбудований електродвигун. Значна кількість складальних одиниць і деталей уніфіковано і взаємозамінні.

Компресор 4ГМ2,5 здатний працювати в будь-яких кліматичних умовах. Встановлений захист по тиску нагнітання сходами, захист по температурі повітря, що нагнітає газ по шаблях, захист по тиску масла, датчики на проток охолоджуючої рідини, датчики температури води на вході, інші механізми автоматичного захисту компресора.

Ліхтар кріпиться в циліндрі першого ступеня стиснення газу. Фланець розташований у клапанній коробці циліндра, фіксуючи повітряний клапан односторонньої, ущільнення торцеве.

Ліхтар фіксує повітряний клапан для забезпечення жорсткої фіксації останнього та уникнення можливості появи зазору від вібрації, спричиненою роботою компресора.

Клапан забезпечує герметичне з'єднання поршневого циліндра з газовою магістраллю підвищеного тиску, пропускаючи нагнітаюче повітря в один бік зменшити тривалість і трудомісткість ремонтних робіт.

Таблиця 1.1 – Характеристики компресора 4ГМ2.5

Компресор	Тиск на вході, МПа	Температура газу на вході, °С	Тиск на виході, МПа	Продуктивність, м ³ /хв	Маса, кг	Габарити, ДхШхВ мм	Кількість ступенів, шт.
4ГМ2.5	0,2-0,3	-5...+30	24,5	3,0	2230	1780x2405x700	4

Схема базування деталі у вузлі показана на рисунку 1.2. Основними конструкторськими базами виступають циліндрична поверхня з посадкою, торець, що прилягає до неї, та 2 різьбових отвори на торці.

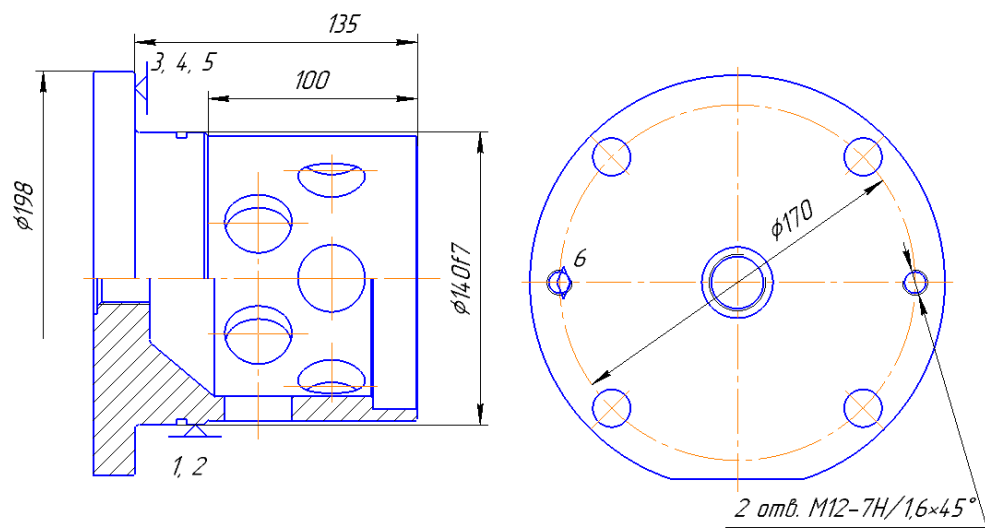


Рисунок 1.2 – Схема базування деталі Ліхтар 4ГМ2.5-02.06 у виробі

Таблиця 1.1 – Матриця зв'язків при базуванні деталі у виробі

База	Зв'язки	Ступені волі	Що забезпечує	Чим забезпечує
УБ	3, 4, 5	$\widehat{x, z \text{ та } y}$	\perp	$\widehat{z \text{ та } y}$
НБ	1, 2	$\widehat{z \text{ та } y}$	\odot	$\widehat{z \text{ та } y}$
ОБ	6	\widehat{x}		

Таблиця 1.2 – Таблиця відповідностей

Вісь	Переміщення	Обертання
x	-	-
y	-	-
z	-	-

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Технічні вимоги (умови) на виготовлення деталі визначаються її службовим призначенням. На основі аналізу робочого креслення можна зробити висновок, що наявних проєкцій і перетинів досить, вони правильно розміщені відповідно до існуючих стандартів, на всіх поверхнях позначені вихідні дані: розміри, їх точність і шорсткість, проставлені потрібні технічні вимоги на виготовлення деталі. Очевидно, що креслення деталі Ліхтар 4ГМ2.5-02.06 виконано відповідно до ЕСКД і повністю відповідає стандартам:

ГОСТ 2.109-73. Основні вимоги до креслень;

ГОСТ 2.305-68. Зображення видів, перетинів;

ГОСТ 2.307-68. Нанесення розмірів і граничних відхилень;

ГОСТ 2.309-73. Шорсткість поверхні. Параметри, характеристики і позначення;

ГОСТ 24643-81. Допуски форми і розташування поверхонь.

Числові значення. Вимоги по точності розмірів конструктором проставлені у вигляді відхилень. Аналізуючи технологічність конструкції по застосовуваних матеріалів необхідно відзначити, що сталь 30 є взаємозамінною на сталь 35.

Деталь являє собою тіло обертання з відношенням $l/d=155/198=0.78$.

Найбільш точною поверхнею є зовнішній діаметр $\varnothing 140f7$. Найбільш високу якість має поверхня: канавка зовнішньої циліндричної поверхні Ra1,6.

Основні вимоги, що пред'являються конструктором до деталі, полягають в наступному:

⊥	0,02/100	Д
---	----------	---

- доуск перпендикулярности тоця відносно поверхні Д не має перевищувати 0,02/100.

↗	0,06	Д
---	------	---

- доуск радіального биття канавки відносно поверхні Д не має перевищувати 0,06.

∇	∅0,8	Д
---	------	---

- доуск позиційного розташування отворів відносно поверхні Д не має перевищувати 0,8 за діаметром.

										Лист
										11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Таблиця 2.1 – Якісні критерії оцінки.

Вид обробки	Поверхня	Метод досягнення точності
Точіння	d198 h14, d137 h14, D113 H14, D34 H14, I2 H14, I21 H14, I31 H14, I135 H14, I155 H14, I4.7 H12; конус $\angle 50^\circ$; $\angle 45^\circ$; канавка d31 h14; галтель	Чорнове точіння
	d134.4 h9	Напівчистове точіння
	d140 f7	Чистове точіння
Фрезерування	I193 H14	Чорнове фрезерування
Свердлування	D32 H14, D18 H14	Свердлування
	M12-7H/1.6x45°, M27x2-6H	Мітчик

Дані допуски дозволять правильно розташувати деталь у вузлі для подальшої фіксації як деталі, так і клапану, який необхідно розташувати у правильному положенні.

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ЛІХТАРЯ, ТАКТУ ВИПУСКУ ТА ПАРТІЇ ЗАПУСКУ

Тип виробництва – це комплексна характеристика економічних, технологічних та організаційних можливостей виробництва, визначена його спеціалізацією, обсягом та постійністю номенклатури виробів, а також формою руху виробів робочими місцями в процесі виготовлення.

Тип виробництва визначаємо за коефіцієнтом закріплення операцій K_{30} , який дорівнює відношенню різноманітних технологічних операцій, виконуваних впродовж місяця, до кількості робочих місць.

Такт випуску та партія для запуску у виробництві знаходимо по формулою:

$$K_{3.0.} = \frac{\sum O}{\sum P}, \quad (3.1)$$

де $\sum O$ – сумарне число різноманітних операцій;

$\sum P$ – число робітників виконуючих ці операції.

Визначення штучно-калькуляційного $T_{ш-к}$ на всіх операціях. Штучно-калькуляційний час беремо з базового технологічного процесу. Данні заносимо до таблиці 3.1. Розрахункова кількість верстатів по операціям знаходимо за формулою:

$$m_p = \frac{N_{річ} \cdot T_{ш-к}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н.ср.}}, \quad (3.2)$$

де $N_{річ}$ – річна програма випуску деталей;

F_d – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, $F_d = 4029$ год;

$\eta_{з.н.ср.}$ – середнє значення нормативного коефіцієнта завантаження обладнання, приймаємо $\eta_{з.н.ср.} = 0,85$.

Розрахуємо необхідну кількість обладнання для операції 030:

					ТМ 15010015 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

$$m_p = \frac{500 \cdot 18,41}{60 \cdot 4029 \cdot 0,85} = 0,05 \text{ шт.}$$

Число робочих місць Р знаходимо шляхом округлення до ближнього цілого числа отриманого значення m_p : $P=1$. Результати розрахунків для всіх інших механічних операцій приведені в таблиці 3.1. Фактичний коефіцієнт завантаження обладнання робочого місця знаходиться за формулою:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{m_p}{P}, \quad (3.3)$$

$$\eta_{з.ф.} = \frac{0,05}{1} = 0,05.$$

Кількість операцій виконуваних на робочому місці:

$$O = \frac{\eta_{з.н.ср.}}{\eta_{з.ф.}}, \quad (3.4)$$

$$O = \frac{0,85}{0,05} = 17$$

Результати розрахунків для інших механічних операцій представимо в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати розрахунків для інших механічних операцій

№ операції	Найменування операції	$T_{ш-к, хв}$	m_p , шт.	Р, шт.	$\eta_{з.ф.}$	О
025	Токарна з ЧПК	10,84	0,03	1	0,03	28
030	Токарна з ЧПК	18,41	0,05	1	0,05	17
040	Фрезерна з ЧПК	18,05	0,05	1	0,05	17
Разом:		47,3	-	3	-	62

Використовуючи данні з таблиці 3.1 знаходимо $\sum P$, $\sum O$, $\sum T_{ш-к}$.

Коефіцієнт закріплення операцій розраховуємо за формулою:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{62}{3} = 20,67 \quad (3.5)$$

Розраховане значення коефіцієнта ($20 < K_{з.о.} < 40$) відповідає дрібносерійному типу виробництва. У відповідності до ГОСТ 3.1108-74 коефіцієнт закріплення операцій складає для дрібносерійного виробництва від 20 до 40 включно. Дрібносерійне виробництво є найбільш поширеним типом виробництва. На машинобудівних підприємствах дрібносерійного типу виробництва виготовляється досить велика номенклатура виробів, хоча й більш обмежена ніж в одиничному виробництві. Частина виробів є спорідненими конструктивно-технологічними ознаками.

Іншою ознакою є повторюваність випуску виробів. Це дозволяє організувати випуск продукції більш-менш ритмічно. Випуск виробів у великих або відносно великих кількостях дозволяє проводити значну уніфікацію виробів і технологічних процесів; виготовляти стандартні або нормалізовані деталі, що входять до конструктивних рядів великими партіями, що зменшує їх собівартість.

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів

									Лист
									15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ТМ 15010015 ПЗ

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІ ДЕТАЛІ

У деталі Ліхтар такі нетехнологічні конструктивні елементи: отвори на циліндричній поверхні (необхідно створити умови, за яких свердло виконало б обробку у необхідному місці); галтелі (необхідно виготовити спеціальний вимірювальний інструмент для контролю); внутрішній конус (скрутна можливість вимірювання геометричних даних конуса, відсутність прямого зорового контролю якості); канавки (виготовлення спеціальних ріжучих та вимірювальних інструментів або шаблонів); внутрішній циліндр (відсутність прямого зорового контролю якості).

До більшості поверхонь проставлена вимога шорсткості Ra 6,3 мкм, так як вони не відповідальні. До баз (основних або допоміжних конструкторських) конструктор пред'явив вимогу Ra 1,6-3,2 мкм за тим же критерієм.

Матеріал деталі – сталь 30.

Хімічний склад: C=0.27-0.35%, Si0.17-0.37%, Mn=0.5-0.8%, Ni до 0,25%, S до 0,04%, P до 0,035%, Cr до 0,25%, Cu до 0,25%, As до 0,08%, Fe до 97%.

Допускається заміна матеріалу на сталь 35 ГОСТ 1050-88.

Механічні властивості:

- межа плинності $S_B = 530$ МПа;
- тимчасовий опір розриву $S_T = 320$ МПа;
- відносне подовження $d_5 = 25\%$;
- відносне звуження $U = 52\%$;
- ударна в'язкість $KCU = 620$ кДж/м²;
- твердість $HV = 143-179$.

Штамповка зі сталі 30 по ТУ 1-92-156-90.

Як підсумок маємо, що оформлення креслення відповідає існуючим ГОСТам. Кількості зображених видів та розрізів достатньо, постановка розмірів,

					ТМ 15010015 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

допусків розмірів, форми та розміщення, шорсткості – вірна та відповідають стандарту.

Кількісний аналіз технологічності представимо у вигляді таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Кількісна оцінка технологічності

Назва елементу	Кількість	Точність	Якість (Ra)
1	2	3	4
Зовнішні циліндричні поверхні:			
d198	1	h14	6.3
d140	1	f7	6.3
d137	1	h14	6.3
Внутрішні циліндричні поверхні:			
D125.2	1	H12 ^{+0.4}	6.3
D113	1	H14	6.3
D34	1	H14	6.3
Торці			
l2	1	H14	3.2
l21	1	H14	6.3 та 3.2
l31	1	H14	6.3
l135	1	H14	6.3
l155	1	H14	6.3
Інші:			
Отвори			
D18	4	H14	12.5

Коефіцієнт точності обробки розраховується як:

$$K_{ТЧ} = 1 - (1/A_{CP}), \quad (4.1)$$

де A_{CP} – середній квалітет точності.

Розрахунок середнього арифметичного значення квалітету точності деталі:

$$A_{CP} = (n_1 + n_2 + \dots + n_m) / m, \quad (4.2)$$

де n – квалітет точності кожної поверхні;

m – кількість поверхонь.

$$A_{CP} = \frac{(25 \cdot 14) + (2 \cdot 7) + 6 + 9 + (2 \cdot 12)}{47} = 8.58$$

$$K_{ТЧ} = 1 - 1/8.58 = 0.88 > 0.7$$

Коефіцієнт шорсткості по критерію R_a розраховують за формулою:

$$K_{Ш} = 1/B_{CP} \quad (4.3)$$

де B_{CP} – середня шорсткість поверхонь.

Розрахунок арифметичного значення шорсткості всіх поверхонь:

$$B_{CP} = (c_1 + c_2 + \dots + c_m) / m \quad (4.4)$$

де c – значення шорсткості кожної поверхні.

$$B_{CP} = \frac{(23 \cdot 6.3) + (4 \cdot 3.2) + (3 \cdot 1.6) + 12.5}{47} = 3.72$$

$$K_{Ш} = 1/3.72 = 0.27 < 0.52$$

Так як $K_{Ш} < 0.52$, деталь по даному показнику є технологічною.

За результатами кількісного аналізу робимо висновок, що деталь є технологічною.

Аналізуючи технологічність деталі «Ліхтар», яка має невеликі габарити та малі прості поверхні, виконання яких не може викликати ускладнення. Проте, з урахуванням загального аналізу можна зробити висновок, що деталь є технологічною, хоча і має окремі нетехнологічні особливості як по точності, так і по якості поверхонь.

Висновок: проаналізувавши базування деталі, її конструктивні розміри, виконавчі умови, властивості матеріалів та інше я зробив висновок, що всі пункти задовольняють умови експлуатації.

											Лист
											19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							

5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

На технологічний процес виготовлення деталі та її техніко-економічні показники суттєво впливає метод отримання заготовки. Її собівартість та трудомісткість виготовлення повинні зводитися до мінімуму. Заготовка має бути максимально повторювати контури готової деталі, що дозволить вести обробку з мінімальною кількістю установів, проходів та з меншим використанням ріжучого інструменту. Заготовка не повинна мати тріщин, раковин, розшарувань, рихлостей.

На вибір метода отримання заготовки впливають матеріал деталі, його призначення та технічні вимоги до виготовлення, обсяг випуску, конфігурація, форма поверхні та її розміри.

У базовому варіанті заготовку отримували шляхом кування на молотах. У проєктованому варіанті, виходячи з конфігурації заданої деталі, технічних вимог креслення (конструктора), габаритів, маси, обсягу випуску, пропонується метод КГШП.

Вид заготовки встановлюється на основі всіх перелічених даних, а також техніко-економічного порівняння декількох варіантів.

Для вибору оптимального способу отримання заготовки порівняємо базовий варіант кування на молотах та пропонований варіант з використанням КГШП.

Вартість основних матеріалів визначаємо виходячи з вартості заготовки за вирахування сум реалізованих відходів за формулою, грн.:

$$M = B_3 - B_6, \quad (5.1)$$

де B_3 - вартість заготовки

B_6 - вартість відходів які реалізуються

$$M = 332.3 - 60.98 = 271.32, \text{ грн.}$$

					ТМ 15010015 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

Вартість заготовки обчислюється за формулою, грн:

$$B_3 = m_3 \cdot C_3 \cdot K_{m3}, \quad (5.2)$$

$$B_3 = 19.97 \cdot 16 \cdot 1.04 = 332.3, \text{ грн.}$$

Вартість відходів обчислюється за формулою, грн.:

$$B_6 = m_6 \cdot C_6, \quad (5.4)$$

$$C_6 = 16 \cdot 0.45 = 7.2$$

$$B_6 = 8.47 \cdot 7.2 = 60.98, \text{ грн.}$$

Маса відходів обчислюється за формулою, кг. :

$$m_6 = m_3 - m_d, \quad (5.5)$$

$$m_6 = 19.97 - 11.5 = 8.47, \text{ кг.}$$

Розраховані дані перенесені в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 – Розрахунок вартості основних матеріалів

Показник	Пропонована заготовка	Базава заготовка
1. Марка матеріалу	Сталь30	Сталь30
2. Маса заготовки, кг	19,97	45
3. Ціна за 1 кг матеріалу, грн.	16	16
4. Вартість заготовки, грн.	332,3	748,8
5. Маса деталі, кг	11,5	11,5
6. Маса відходів, кг	8,47	33,5
7. Ціна за 1 кг відходів, грн.	7,2	7,2
8. Вартість відходів, грн.	60,98	241,2
9. Вартість матеріалів за вирахуванням відходів, грн.	271,32	507,6
10. Вартість витрат на основні матеріали у розрахунку на річну програму за вирахуванням відходів, грн.	135660	253800

Коефіцієнт використання заготовки:

$$K_{31} = m_d / m_{31} \quad (5.6)$$

де K_{31} – коефіцієнт використання заготовки за базовим технологічним процесом;

m_d - маса деталі;

$m_{з1}$ - маса заготовки за базовим технологічним процесом.

$$K_{з1}=11,5/45=0,26$$

Виходячи з розрахунків та серійності виробництва в якості запропонованого способу одержання заготовки приймаємо штампування на кривошипному горячештамповочному пресі.

Користуючись довідниковою літературою визначаємо наступні параметри.

Клас точності – Т4 [с. 28, таблиця 19, додаток 1];

Група сталі – М1 [с. 8, таблиця 1];

Визначаємо степінь складності С

$M_{п}$ – розрахункова маса поковки

$$M_{п}=M_{д}*K_{р} \quad (5.7)$$

де $M_{д}$ – маса готової деталі, $M_{д}=11.5$ кг

$K_{р}$ – розрахунковий коефіцієнт, $K_{р}=1.3$

$$M_{п}=11.5*1.3=14.95$$

$M_{ф}$ – маса описуючої фігури

$$M_{ф}=V_{ф}*\rho$$

де $V_{ф}$ – об'єм

ρ – густина сталі $\rho=7850$ кг/м³

$$V = \pi * r^2 * L * 1,05 \quad (5.8)$$

$$V_{ф1} = \pi * (198/2)^2 * 20 = 615502 \text{ мм}^3 = 6.16 * 10^{(-4)} \text{ м}^3;$$

$$V_{ф2} = \pi * (140/2)^2 * 135 = 2078163 \text{ мм}^3 = 20.78 * 10^{(-4)} \text{ м}^3;$$

$$V_{ф3} = \pi * (113/2)^2 * 97 = 972788 \text{ мм}^3 = 9.73 * 10^{(-4)} \text{ м}^3;$$

$$V_{ф4} = (1/3) * \pi * 31 * (30.5^2 + 15.25 * 56.5 + 56.5^2) = 189771 \text{ мм}^3 = 1.89 * 10^{(-4)} \text{ м}^3;$$

					ТМ 15010015 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

$$V_{\Phi}=(V_{\Phi1}+V_{\Phi2}-V_{\Phi3}-V_{\Phi4})\cdot 1.05=16.09\cdot 10^{(-4)}\text{ м}^3.$$

$$M_{\Phi}=0.001582\cdot 7850=12.63\text{ кг}$$

Відношення $M_{\Pi}/M_{\Phi}=14.95/12.63=1.18$, тому ступінь складності – С1 [с. 30, додаток 2].

Вихідний індекс – 13 [с. 10, таблиця 2].

Знаючи вихідний індекс, розміри поверхонь і параметр шорсткості Ra, який необхідно досягти після механічної обробки, визначаються основні припуски на механічну обробку [с. 12, таблиця 3], допуски і допустимі відхилення лінійних розмірів [с. 17, таблиця 8] та допустимі припуски [с. 20, таблиці 9,10,11,12,13].

Припуски на механічну обробку:

3 – d198 мм, чистота поверхні Ra 6.3;

4 – d140 мм, чистота поверхні Ra 6.3;

3 – D113 мм, чистота поверхні Ra 6.3;

3 – D61 мм, чистота поверхні Ra 6.3;

1.6 – l155 мм, чистота поверхні Ra 3.2;

1.3 – l27 мм, чистота поверхні Ra 6.3;

1.3 – l20 мм, чистота поверхні Ra 6.3

Додаткові припуски, що враховують зміщення по поверхні рознімання штампа, мм – 1,5 [с. 14, таблиця 4].

Розмір поковки:

діаметр $d198+(3+1.5)\cdot 2=207$ мм;

діаметр $d140+(4+1.5)\cdot 2=151$ мм;

діаметр $D113-(3+1.5)\cdot 2=104$ мм;

діаметр $D61-(3+1.5)\cdot 2=52$ мм;

довжина $l155+(1.6+1.5)\cdot 2=161.2$ мм;

довжина $l27+1.3+1.5=29.8$ мм;

довжина $l20+1.3+1.5=22.8$ мм.

						ТМ 15010015 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			23

Таблиця 5.1 – Узагальнення даних

Розмір деталі	Чистота поверхні	Основний припуск	Додатковий припуск	Загальний припуск	Розрахунковий розмір заготовки	Прийнятий розмір заготовки	Фактичний припуск
d198	6.3	3	1.5	4.5	207	207	9
d140	6.3	4	1.5	5.5	151	151	11
D113	6.3	3	1.5	4.5	104	104	9
D61	6.3	3	1.5	4.5	52	52	9
1155	3.2	1.6	1.5	3.1	161.2	161	6
127	6.3	1.3	1.5	2.8	29.8	30	3
120	6.3	1.3	1.5	2.8	22.8	23	3

Зміщення по поверхні рознімання штамп – 0,3 мм.

Зігнутість і відхилення від площинності і прямолінійності – 0,5 мм.

Вигляд заготовки зображений на рисунку 5.1.

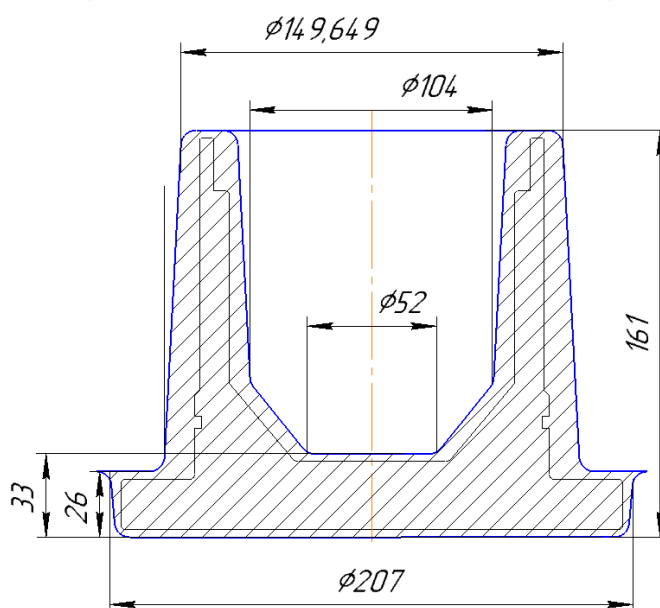


Рисунок 5.1 – Вигляд заготовки, що отримується ковкою на молотах

				ТМ 15010015 ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
					24	

6 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Для прикладу розрахуємо припуски на операцію 030 для зовнішньої циліндричної поверхні d140f7 на 4-х переходах:

- а) Чорнове точіння;
- б) Напівчистове точіння;
- в) Чистове точіння;
- г) Тонке точіння.

Так як ведеться обробка зовнішньої поверхні обертання, то припуск знаходиться за наступною формулою:

$$2Z=2(Rz_{i-1}+T_{i-1}+ P^2_{i-1}+ \sigma^2) \quad (6.1)$$

де Rz - висота мікронерівностей

σ - похибки установки

T - глибина дефектного шару поверхні

P - просторове відхилення форми

$i-1$ -попередній перехід

i -виконуваний перехід

Таблиця 6.1 – Значення допусків на стадії обробки

Заготовка	h16	+0.7 -1.3
Чорнова	h14	0 -1
Напівчистова	h12	0 -0.4
Чистова	h9	0 -0.1
Оздоблювана	f7	-0,043 -0,083

Висота мікронерівностей Rz і глибина дефектного шару h вибираються за таблицями:

- Для заготовки: $Rz=200$ мкм; $T=250$ мкм;

- За переходами:

Таблиця 6.2 – Вихідні та розрахункові дані на розмір 140f7.

Стадії	Rz (мкм)	T (мкм)	p (мкм)	Б (мкм)	2Zmin (мм)	2Zmax (мм)	dmin (мм)	dnom (мм)	dmax (мм)
Заготів	200	250	1581	-	-	-	147.649	148.349	149.649
Чорн.	250	240	94.87	400	4.162	7.162	143.087	144.087	144.087
Напівч	125	120	79.06	0	1.169	2.4	141.687	142.087	142.087
Чист.	40	40	63.25	400	1.304	1.8	140.287	140.387	140.387
Оздоб.	5	5	-	0	0.287	0.54	139.917	140	139.957

6.2 Призначення та обґрунтування схем базування та закріплення

Для розгляду цього питання в якості технологічної операції була прийнята операція – 030 Токарна з ЧПК базового технологічного процесу. На даній операції обробляються поверхні, виділені на рисунку 6.1 та 6.2.

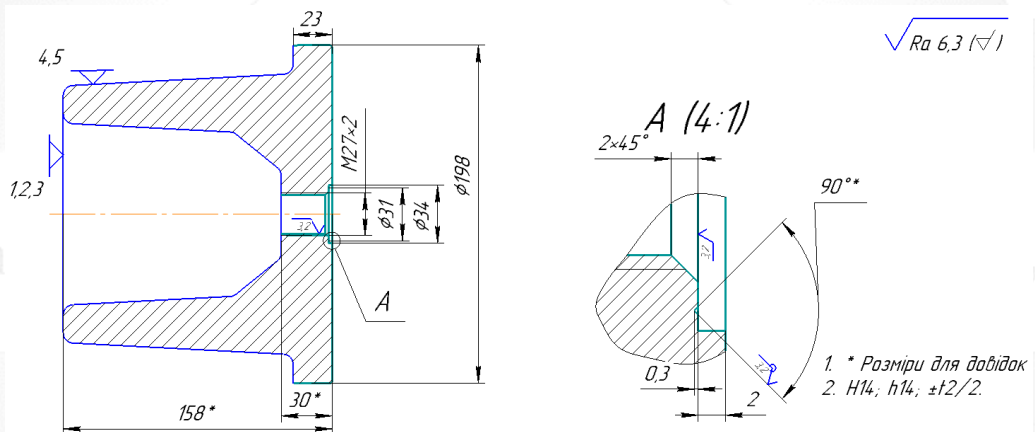


Рисунок 6.1 – операція 030 Токарна з ЧПК, 1 установ

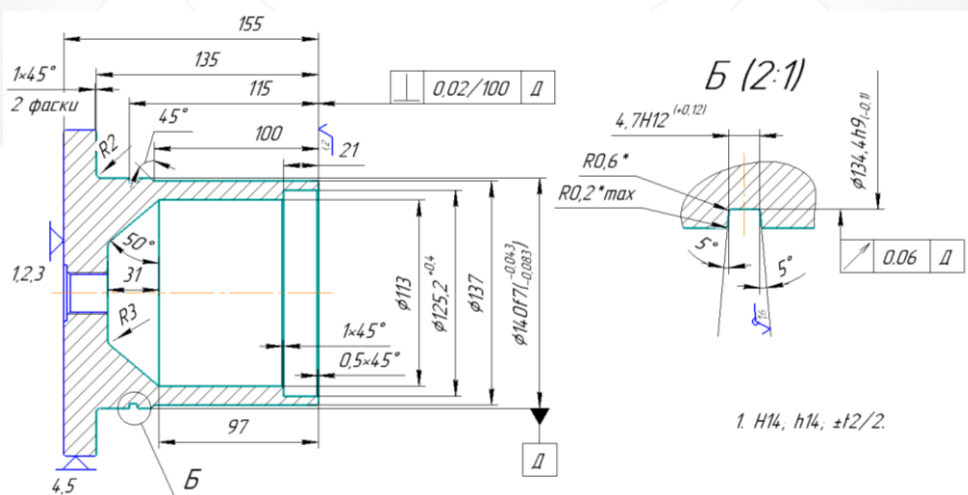


Рисунок 6.2 – Операція 030 Токарна з ЧПК, 2 установ

Базування відбувається у механічному пристрої. Заготовка встановлюється на оправку торцем $d137$ та центрується короткою оправкою по внутрішній циліндричній поверхні $d113$. на торець $d198$ діє сила закріплення.

У другому варіанті заготовка базується на оправці внутрішньою циліндричною поверхнею $d113$. У такому випадку обробляється тільки торець $d198$, а свердління отворів на циліндричній поверхні $d137$ стає неможливим. Отже, обираємо перший варіант.

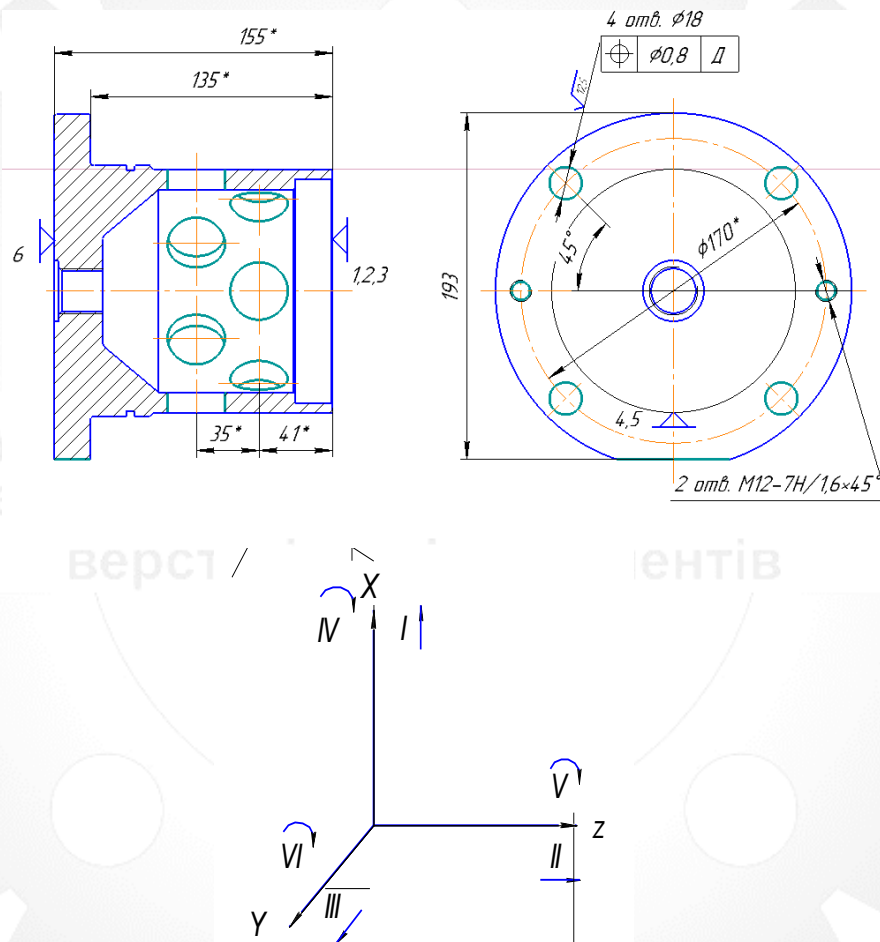


Рисунок 6.4 – Схема базування на операції 040 Фрезерна

Таблиця 6.5 – Таблиця відповідності

Зв'язки	Степені вільності	Найменування баз
1, 2, 3	II, IV, VI	УБ
4, 5	I, III	НБ
6	V	ОБ

Таблиця 6.6 – Матриця зв'язків

	X	Y	Z	Найменування баз
1	0	0	1	УНБ
α	1	1	0	
1	1	1	0	НБ
α	0	0	0	
1	0	0	0	ОБ
α	0	0	1	
Σ	2	2	2	6 ступенів

6.3 Обґрунтування та вибір моделей металорізальних верстатів

Для виконання операції 030 Токарна з ЧПК вибираємо токарний верстат з ЧПК мод. SMTCL KE 80/1350. Система ЧПК: «Fanuc 0i-TF».

При виборі даного обладнання з огляду на технологічні методи обробки поверхонь на даній операції (на операції проводиться точіння зовнішніх поверхонь і точіння канавок) прийшли до висновку, що даний верстат цілком придатний для здійснення заданої операції. Технічна характеристика верстата приведена в таблиці 6.7.

Таблиця 6.7 – Технічна характеристика верстата мод. SMTCLKE80/1350

Характеристика	Величина
Найбільший діаметр встановлюваного виробу над станиною, мм	800
Найбільший діаметр оброблюваного виробу над супортом, мм	305
Найбільша довжина встановлюваного виробу в центрах, мм	2000
Діаметр циліндричного отвору в шпинделі, мм	105
Максимальна оброблювана довжина, мм	2000
Поперечні переміщення, мм	450
Поздовжні переміщення, мм	905
Кількість керованих координат	2
Кількість одночасно керованих координат	2
Клас точності	П
Швидкість робочої поздовжньої подачі, мм/хв	600...1200
Діапазон частот обертання шпинделя, об/хв	15...1620
Кількість позицій інструментальної головки	6
Швидкі поздовжні переміщення, м/хв	8
Швидкі поперечні переміщення, м/хв	5
Точність позиціонування, мм	0,01
Потужність електродвигуна головного приводу, кВт	15
Маса, кг	4600
Габаритні розміри, мм	3830x1600x1830

Для виконання операції 040 Фрезерна з ЧПК вибираємо фрезерний верстат з ЧПК мод. SORALUCE TA-D SERIES. Система ЧПК: «Fanuc 0i-TF». Даний тип верстату обираємо для операції 040, так як він здатен задовільнити технологічні потреби деталі та обладнаний вмонтованим поворотним столом, що забезпечить постійність баз та зменшить підготовчий час на обробку.

Таблиця 6.8 – Технічна характеристика верстата мод. SORALUCE TA-D

Характеристика		Модель TA-D
Площа столу	мм	1000 x 1000
T прорізи	мм	1 x 22H7 + 6 x 22H10
Поздовжній вісь "X"	мм	2000 рік
Вертикальна ходова вісь "Z"	мм	1250 рік
Поперечна вісь "Y"	мм	1200
Потужність шпинделя	кВт	16/25/74
Конус Морзе шпинделя		HSK-63
Діапазон швидкостей шпинделя до	хв ⁻¹	4000/5000/12000/18000/24000
Швидке переміщення	мм / хв	25000
Система ЧПУ		«Fanuc 0i-F»
Система охолодження		Внутрішня система охолоджуючої рідини до 70 бар
Журнал інструментів	№ інструменти	4000
Максимальна місткість столу	Кг	4675
Вага машини	Кг	12500

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

Для забезпечення необхідного результату для обробки деталі необхідно обрати необхідні для даної операції верстатні пристрої, металорізальні та верстатні інструменти. При правильному виборі вище сказаного оснащення, можна досягти максимальної ефективності при обробці, також збільшити стійкість ріжучого інструмента, та економічно вигідно використовувати його.

На операцію – 030 Токарна з ЧПК вибираємо верстатні пристрої, металорізальні та вимірювальні інструменти.

На перший устанав.

Для установки і закріплення використовуємо трьохкулачковий патрон діаметром $D=250$ мм. Позначення: трьохкулачковий патрон D250 7100-0009 ГОСТ 2675.

Для обробки зовнішніх поверхонь використовуємо різець токарний упорний прохідний різець MCLNR3232H12 з механічно закріпленою пластиною T15K6, різець токарний упорний прохідний різець MCLNR3232H12 з механічно закріпленою пластиною T30K4.

Для обробки отвору використовуємо свердла $d15$ та $d25$ P6M5, мітник P6M5 M27x2. Розточний упорний різець S25MMKLBR08 з механічно закріпленою пластиною T15K6. Спеціальний торцевий канавковий різець з напайною пластиною T15K6.

На другий устанав.

Для установки і закріплення використовуємо трьохкулачковий патрон діаметром $D=250$ мм. Позначення: Трьохкулачковий патрон D250 7100-0009 ГОСТ 2675.

Для обробки зовнішніх поверхонь використовуємо різець токарний упорний прохідний різець MCLNR3232H12 з механічно закріпленою пластиною

					ТМ 15010015 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

T15K6, різець токарний упорний прохідний різець MCLNR3232H12 з механічно закріпленою пластиною T30K4.

Для обробки внутрішніх поверхонь використовуємо розточний упорний різець S25MMKLBR08 з механічно закріпленою пластиною T15K6. Спеціальний канавковий різець B4.7 з напайною пластиною T15K6.

Для контролю розмірів використовуємо штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-89 і штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1 ГОСТ 166-89. Для контролю поверхонь $\varnothing 140f7$ використовуємо мікрометр МК-150-1 ГОСТ 6507-78. Для контролю канавки B4.7H12 використовуємо шаблоном.

Зведемо до таблиці 5.4 верстатний пристрій, ріжучий, вимірювальний та допоміжний інструмент, який використовується при механічній обробці на операції 030.

Таблиця 6.9 – Ріжучий та вимірювальний інструмент, що використовується при обробці на операції 030 токарна з ЧПК

Зміст операції	Ріжучий інструмент	Допоміжний інструмент	Верстатний пристрій	Вимірювальний інструмент
Обточування зовнішніх поверхонь, свердління та обробка отворів	Різець MCLNR3232H12 Різець S25MMKLBR08; Сведло P6M5 d15; Сведло P6M5 d25; Мітник P6M5 M27*2; Різець спеціальний канавковий; Різець торцевий канавковий		Трьохкулачковий патрон D250 7100-0009 ГОСТ 2675.	Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-89; Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1 ГОСТ 166-89; Мікрометр МК-150-1 ГОСТ 6507-78; Шаблон канавки

6.5 Розрахунок режимів різання

Розрахунок режимів різання будемо проводити розрахунково-аналітичним методом.

030 Токарна з ЧПК (н/ч точіння)

Таблиця 6.10 – Глибини різання для точіння

№ Поверхні	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$t_{чор}$ мм	1,5	1,5	-	2	0,6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	4,7

Таблиця 6.11 – Подача на операцію 030

№ Поверхні	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$S_{н/ч}$ (мм/об)	0,88	0,88	-	0,78	0,33	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,14

030 Токарна з ЧПК (чистове точіння)

Таблиця 6.12 – Глибини різання для точіння

№ Поверхні	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$t_{чор}$ мм	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	-

Таблиця 6.13 – Подача на операцію 030

№ Поверхні	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$S_{ч}$ (мм/об)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,22	-

030 Токарна з ЧПК (оздоблювальне точіння)

Таблиця 6.14 – Глибини різання для точіння (030)

№ Поверхні	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$t_{чор}$ мм	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-

Таблиця 6.15 – Подача на операцію 030

№ Поверхні	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$S_{н/ч}$ (мм/об)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07	-

030 Токарна з ЧПК (н/ч точіння)

Таблиця 6.22 – Швидкість та потужність на операцію 030

№ Поверхні	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Швидкість, V(м/хв)	140	140	-	153	203	185	185	185	185	185	185	185	208
Потужність, М(КВт)	11	11	-	10	7,5	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	7,3

030 Токарна з ЧПК (чистове точіння)

Таблиця 6.23 – Швидкість та потужність на операцію 030

№ Поверхні	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Швидкість, V(м/хв)	-	-	-	-	-	--	-	-	-	-	-	256	-
Потужність, М(КВт)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

030 Токарна з ЧПК (оздоблювальне точіння)

Таблиця 6.24 – Швидкість та потужність на операцію 030

№ Поверхні	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Швидкість, V(м/хв)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	487	-
Потужність, М(КВт)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

030 Токарна з ЧПК (свердління)

Таблиця 6.25 – Швидкість та потужність на операцію 030

№ Поверхні	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Швидкість, V(м/хв)	-	-	113	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Потужність, М(КВт)	-	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

030 Токарна з ЧПК (розсвердлення)

Таблиця 6.26 – Швидкість та потужність на операцію 030

№Поверхні	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Швидкість, V(м/хв)	-	-	12 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Потужність ,М(КВт)	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

030 Токарна з ЧПК (різьбонарізання)

Таблиця 6.27 – Швидкість та потужність на операцію 030

№Поверхні	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Швидкість, V(м/хв)	-	-	89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Потужність ,(КВт)	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Розрахунок частот обертання.

Розрахунок частот обертання залежить від швидкості різання, діаметру матеріалу та робочого ходу.

Частоти обертання для операції точіння, вираховуються за формулою:

$$n = \frac{1000v}{\pi d} \text{ (об/хв)} \quad (6.19)$$

Оберти на н/ч обробку

$$1. N = \frac{1000 \times 140}{\pi \times 217} = 350 \text{ (об/хв);}$$

$$2. N = \frac{1000 \times 140}{\pi \times 217} = 350 \text{ (об/хв);}$$

$$4. N = \frac{1000 \times 153}{\pi \times 34} = 1432 \text{ (об/хв);}$$

$$5. N = \frac{1000 \times 203}{\pi \times 31} = 2084 \text{ (об/хв);}$$

$$6. N = \frac{1000 \times 185}{\pi \times 150} = 393 \text{ (об/хв);}$$

$$7. N = \frac{1000 \times 185}{\pi \times 125,2} = 469 \text{ (об/хв);}$$

$$8. N = \frac{1000 \times 185}{\pi \times 113} = 521 \text{ (об/хв);}$$

$$9. N = \frac{1000 \times 185}{\pi \times 113} = 521 \text{ (об/хв)};$$

$$10. N = \frac{1000 \times 185}{\pi \times 60} = 982 \text{ (об/хв)};$$

$$11. N = \frac{1000 \times 185}{\pi \times 150} = 393 \text{ (об/хв)};$$

$$12. N = \frac{1000 \times 185}{\pi \times 150} = 393 \text{ (об/хв)};$$

$$13. N = \frac{1000 \times 208}{\pi \times 140} = 473 \text{ (об/хв)}.$$

Оберти на чистову обробку

$$12. n = \frac{1000 \times 256}{\pi \times 142} = 574 \text{ (об/хв)};$$

Оберти на оздоблювальну стадію

$$12. n = \frac{1000 \times 487}{\pi \times 140,6} = 1103 \text{ (об/хв)};$$

Оберти на свердлильну стадію

$$3. N = \frac{1000 \times 113}{\pi \times 15} = 2398 \text{ (об/хв)};$$

Оберти на розсвердлювану стадію

$$3. N = \frac{1000 \times 121}{\pi \times 25} = 1540 \text{ (об/хв)};$$

Оберти на різьбонарізну стадію

$$3. N = \frac{1000 \times 89}{\pi \times 27} = 1049 \text{ (об/хв)};$$

040 Фрезерна з ЧПК (фрезерування)

Режими різання для фрезерування вираховуються за табличними даними.

Дані режимів різання з фрезерування можна знайти в таблиці 2.3

Обираємо для даної операції кінцеву фрезу з чотирма ріжучими зубцями.

Таблиця 6.28 – Режими різання для фрезерування

№ поверхні	S _z	V (м/хв)	n (об/хв)	t (мм)
14	0,06	35	497	5

040 Фрезерна з ЧПК (свердлування центруючим свердлом)

Режими різання для нарізання різьби.

Таблиця 6.29 – Режими різання для свердлування

№ поверхні	S (мм/хв)	V (м/хв)	n (об/хв)	t (мм)
-	98	22	1400	2,5

040 Фрезерна з ЧПК (свердлування)

Режими різання для свердлування

Таблиця 6.30 – Режими різання для свердлування

№ поверхні	S (мм/хв)	V (м/хв)	n (об/хв)	t (мм)
15	130	18,4	325	9
16	195	21,6	674	5,1
17	73	15,5	154	16

040 Фрезерна з ЧПК (різьбонарізання)

Режими різання для нарізання різьби.

Таблиця 6.31 – Режими різання для різьбонарізання

№ поверхні	S (мм/хв)	V (м/хв)	n (об/хв)	t (мм)
16	497	10,7	284	2

040 Фрезерна з ЧПК (зенкування)

Режими різання для зенкування.

Таблиця 6.32 – Режими різання для різьбонарізання

№ поверхні	S (мм/хв)	V (м/хв)	n (об/хв)	t (мм)
16	9,23	14,5	185	2

Розрахунок хвилинної подачі.

Хвилинна подача залежить від робочої подачі, та кількості обертів шпінделя.

Хвилинна подача вираховується за формулою:

$$S_{\text{хв}} = S_0 \times n \quad (6.20)$$

Розрахунок хвилинної подачі на н/ч стадію

- 1) $S_{\text{хв}} = 0,88 \times 350 = 308;$
- 2) $S_{\text{хв}} = 0,88 \times 350 = 308;$
- 3) -

- 4) $S_{XB} = 0,78 \times 1432 = 1116,96;$
- 5) $S_{XB} = 0,33 \times 2084 = 687,72;$
- 6) $S_{XB} = 0,49 \times 393 = 192,57;$
- 7) $S_{XB} = 0,49 \times 469 = 229,81;$
- 8) $S_{XB} = 0,49 \times 521 = 255,29;$
- 9) $S_{XB} = 0,49 \times 521 = 255,29;$
- 10) $S_{XB} = 0,49 \times 82 = 40,18;$
- 11) $S_{XB} = 0,49 \times 393 = 192,57;$
- 12) $S_{XB} = 0,49 \times 393 = 192,57;$
- 13) $S_{XB} = 0,14 \times 473 = 66,22;$

Розрахунок хвилинної подачі на чистову стадію

$$12) S_{XB} = 0,22 \times 574 = 126,28;$$

Розрахунок хвилинної подачі на оздоблювальну стадію

$$12) S_{XB} = 0,07 \times 1103 = 77,21;$$

Розрахунок хвилинної подачі для фрезерування.

Хвилинна подача вираховується за формулою:

$$S_{XB} = S_Z \times z \times n, \quad (6.21)$$

де S_Z – подача на зуб

z – кількість ріжучих зубців

n - оберти

$$14) S_{XB} = 0,06 \times 4 \times 497 = 119,28;$$

Розрахунок хвилинної подачі для різьбонарізання

$$3) S_{XB} = 2 \times 1049 = 2098;$$

$$16) S_{XB} = 1,75 \times 284 = 497.$$

Розрахунок хвилинної подачі для свердлування.

$$-) S_{XB} = 0,016 \times 1400 = 22;$$

$$3) S_{XB} = 0,95 \times 2398 = 2278;$$

$$15) S_{XB} = 0,4 \times 325 = 130;$$

$$16) S_{XB} = 0,29 \times 674 = 195;$$

$$17) S_{\text{хв}} = 0,47 \times 154 = 73;$$

е) розрахунок хвилинної подачі для розсвердлення.

$$3) S_{\text{хв}} = 0,95 \times 1540 = 1463.$$

є) розрахунок хвилинної подачі для зенковки.

$$16) S_{\text{хв}} = 0,05 \times 185 = 9,23.$$

Розрахунок головного часу обробки деталі.

Розрахунок головного часу обробки деталі вираховується за формулою:

$$T_o = \frac{l_{\text{рх}}}{S_{\text{хв}}} \times i \text{ (хв)}, \quad (6.22)$$

де $l_{\text{рх}}$ - довжина поверхні

$S_{\text{хв}}$ - хвилинна подача

i - кількість проходів

Розрахунок головного часу на н/ч стадію

$$1) T_o = \frac{101}{308} \times 2 = 0.66$$

$$2) T_o = \frac{30}{308} \times 3 = 0.29;$$

3) -

$$4) T_o = \frac{11}{1116.96} \times 2 = 0.02;$$

$$5) T_o = \frac{2.3}{687.72} \times 1 = 0.01;$$

$$6) T_o = \frac{25}{192.57} \times 2 = 0.26;$$

$$7) T_o = \frac{23}{229.81} \times 9 = 0.9;$$

$$8) T_o = \frac{99}{255.29} \times 6 = 2.33;$$

$$9) T_o = \frac{40.5}{255.29} \times 5 = 0.79;$$

$$10) T_o = \frac{18}{40.18} \times 2 = 0.9;$$

$$11) T_o = \frac{102}{192.57} \times 4 = 2.12;$$

$$12) T_o = \frac{137}{192.57} \times 8 = 5.69;$$

$$13) T_0 = \frac{2.8}{66.22} \times 1 = 0.04$$

Сумарна кількість хвилин головного часу на обробку для напівчистої стадії:

$$T_0 = T_1 + T_2 + T_4 + T_5 + T_6 = 0.66 + 0.29 + 0.02 + 0.01 + 0.26 = 1.24 \text{ – операція 030}$$

$$T_0 = T_7 + T_8 + \dots + T_{12} + T_{13} = 0.9 + 2.33 + 0.79 + 0.9 + 2.12 + 5.69 + 0.04 = 12.77 \text{ –}$$

операція 030

Розрахунок головного часу на чистову стадію

$$12) T_0 = \frac{37}{126.28} \times 1 = 0.29;$$

Сумарна кількість хвилин головного часу на обробку для чистої стадії:

$$T_0 = T_{12} = 0.29 = 0.29 \text{ (хв).}$$

г) розрахунок головного часу на оздоблювальну стадію

$$12) T_0 = \frac{37}{77.21} \times 1 = 0.48;$$

Сумарна кількість хвилин головного часу на обробку для оздоблювальної стадії:

$$T_0 = T_{12} = 0.48 \text{ (хв).}$$

Розрахунок головного часу для фрезерну стадію

$$14) T_0 = \frac{110}{119.28} \times 1 = 0.92;$$

Сумарна кількість хвилин головного часу на фрезерування:

$$T_0 = T_{14} = 0.92 \text{ (хв).}$$

ж) розрахунок головного часу для різьбонарізання

$$3) T_0 = \frac{32}{2098} \times 1 = 0.02$$

$$16) T_0 = \frac{25}{497} \times 2 = 0.1$$

Розрахунок головного часу для свердління

$$-) T_0 = \frac{5}{22} \times 18 = 3,41$$

$$3) T_0 = \frac{32}{2278} \times 1 = 0,02$$

$$15) T_0 = \frac{25}{130} \times 4 = 0,77$$

$$16) T_0 = \frac{25}{195} \times 2 = 0,26$$

$$17) T_0 = \frac{28}{73} \times 12 = 4,6$$

Сумарна кількість хвилин головного часу на свердлильну операцію:

$$T_0 = T_{\text{с}} + T_{15} + T_{16} + T_{17} = 3,41 + 0,77 + 0,26 + 4,6 = 8,77 \text{ (хв).}$$

є) розрахунок головного часу для зенкування

$$16) T_0 = \frac{3,75}{9,23} \times 2 = 0,81 \text{ (хв).}$$

Допоміжний час.

Допоміжний час знаходимо за формулою:

$$T_{\text{в}} = T_{\text{су}} + T_{\text{пр}} + T_{\text{изм}} \text{ (хв)}. \quad (6.23)$$

де $T_{\text{су}}$ - допоміжний час на установку і зняття деталі, залежить від способу установки і кріплення;

$T_{\text{пр}}$ - допоміжний час на прохід;

$T_{\text{изм}}$ - допоміжний час на вимірювання, залежить від способу вимірювання.

$$T_{\text{в}}^{\text{п/ч1}} = 0,65 + 0,09 + 0,09 = 0,83;$$

$$T_{\text{в}}^{\text{свердл1}} = 0 + 0,09 + 0,6 = 0,69;$$

$$T_{\text{в}}^{\text{розсв}} = 0 + 0,09 + 0,6 = 0,69;$$

$$T_{\text{в}}^{\text{різьб1}} = 0 + 0,09 + 0,6 = 0,69;$$

$$T_{\text{в}}^{\text{п/ч2}} = 0,34 + 0,09 + 0,09 = 0,52;$$

$$T_{\text{в}}^{\text{чист}} = 0 + 0,09 + 0,09 = 0,18;$$

$$T_{\text{в}}^{\text{озд}} = 0 + 0,04 + 0,13 = 0,17;$$

$$T_{\text{в}}^{\text{фрез}} = 0,65 + 0,09 + 0,6 = 1,34;$$

$$T_{\text{в}}^{\text{свердл2}} = 0,65 + 0,09 + 0,6 = 1,34;$$

$$T_{\text{в}}^{\text{зенкув}} = 0 + 0,09 + 0,6 = 0,69;$$

$$T_{\text{в}}^{\text{різьб}} = 0 + 0,09 + 0,6 = 0,69;$$

$$T_{\text{в}}^{\text{свердл3}} = 0,65 + 0,09 + 0,6 = 1,34;$$

Підготовчий-заключний час

Підготовчий-заключний час знаходимо за [13] с.97

$$T_{\text{пз}}^{\text{ток}} = 24 \text{ хв}$$

$$T_{пз}^{фрез}=26 \text{ хв}$$

Норми оперативного часу

Норма оперативного часу вираховується за формулою

$$T_{оп}=T_o+T_v \quad (6.24)$$

де T_o – основний час обробки, хв

T_v – допоміжний час на обробку, хв.

Норма оперативного часу на пів-чистову стадію

Операція 025:

$$T_{оп}=1.24+2.9=4.14$$

Операція 030:

$$T_{оп}=13.54+0.87=14.41$$

Норма оперативного часу на чистову стадію

$$T_{оп}=0,29+0,18=0,47$$

Норма оперативного часу на оздоблювальну стадію

$$T_{оп}=0,48+0,17=0,65$$

Норма оперативного часу на фрезерування

$$T_{оп}=0,92+1,34=2,26$$

Норма оперативного часу для нарізання різьби

$$T_{оп}=0,12+0,69=0.81$$

Норма оперативного часу для свердління

$$T_{оп}=8,79+0,69+1,34+1,34=12,16$$

Норма оперативного часу для зенкування

$$T_{оп}=0,81+0,69=1,5$$

$T_{обс.}$ - час на обслуговування робочого місця, згідно [13] с.86, карта 30:

$$T_{обс}=5\% \times T_{оп} \text{ хв}; \quad (6.25)$$

$$T_{обс}^{п/ч}=5\% \times 7,04=0,35$$

$$T_{обс}^{п/ч}=5\% \times 15,53=0,78$$

$$T_{обс}^{чист}=5\% \times 0,47=0,02$$

$$T_{обс}^{озд}=5\% \times 0,65=0,03$$

					ТМ 15010015 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

$$T_{\text{обс}}^{\text{фрез}}=5\% \times 2,26=0,11$$

$$T_{\text{обс}}^{\text{різьб}}=5\% \times 1,5=0,08$$

$$T_{\text{обс}}^{\text{сверд}}=5\% \times 12,85=0,65$$

$$T_{\text{обс}}^{\text{зенк}}=5\% \times 1,5=0,08$$

$T_{\text{отд}}$ - час на відпочинок і природні потреби, згідно [13] с.86, карта 30:

$$T_{\text{отд}}=5\% \times T_{\text{оп хв.}} \quad (6.26)$$

$$T_{\text{отд}}^{\text{п/ч}}=5\% \times 7,04=0,35$$

$$T_{\text{отд}}^{\text{п/ч}}=5\% \times 15,53=0,78$$

$$T_{\text{отд}}^{\text{чист}}=5\% \times 0,47=0,02$$

$$T_{\text{отд}}^{\text{озд}}=5\% \times 0,65=0,03$$

$$T_{\text{отд}}^{\text{фрез}}=5\% \times 2,26=0,11$$

$$T_{\text{отд}}^{\text{різьб}}=5\% \times 1,5=0,08$$

$$T_{\text{отд}}^{\text{сверд}}=5\% \times 12,85=0,65$$

$$T_{\text{обс}}^{\text{зенк}}=5\% \times 1,5=0,08$$

6.6 Нормування часу

Штучний час вираховується за формулою:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{обс.}} + T_{\text{отд.}}, (\text{хв}), \quad (6.27)$$

030 Токарна з ЧПК

Норма штучного часу на токарну напів-чистову стадію 1 установ

$$T_{\text{шт}}=7,04+0,35+0,35=7,7$$

030 Токарна з ЧПК

Норма штучного часу на токарну напів-чистову стадію 2 установ

$$T_{\text{шт}}=15,53+0,83+0,83=17,19$$

Норма штучного часу на токарну чистову стадію

$$T_{\text{шт}}=0,47+0,02+0,02=0,51$$

Норма штучного часу на токарну оздоблювану стадію

$$T_{\text{шт}}=0,65+0,03+0,03=0,71$$

Норма штучного часу на токарну свердлильну стадію

					ТМ 15010015 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

$$T_{шт} = 1,29 + 0,65 + 0,65 = 2,58$$

Норма штучного часу на токарну різьбонарізну стадію

$$T_{шт} = 0,5 + 0,03 + 0,03 = 0,56$$

$$T_{шт} = 15,12 + 0,51 + 0,71 + 2,58 + 0,56 = 19,48$$

040 Фрезерна з ЧПК

Норма штучного часу на фрезерну стадію

$$T_{шт} = 2,26 + 0,11 + 0,11 = 2,48$$

Норма штучного часу на свердлильну стадію

$$T_{шт} = 11,57 + 0,65 + 0,65 = 12,87$$

Норма штучного часу на різьбонарізну стадію

$$T_{шт} = 1 + 0,05 + 0,05 = 1,1$$

Норма штучного часу на зенкувальну стадію

$$T_{шт} = 1,5 + 0,08 + 0,08 = 1,66$$

$$T_{шт} = 2,48 + 12,87 + 1,1 + 1,6 = 18,05$$

Таблиця 6.33 – Норми часу

№ операції	T_o	T_b	$T_{пз}$	$T_{шт}$
030 Токарна з ЧПК	15,02	3,77	24	29,25
040 Фрезерна з ЧПК	10,6	5,4	26	18,05

7 ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ СТВОРЕННЯ ПРИСТРОЮ, ВИБІР СИСТЕМИ ПРИСТРОЮ

7.1 Обґрунтування необхідності створення пристрою, вибір системи пристрою

На операції 040 Фрезерна з ЧПК виконується обробка деталі «Ліхтар». Так, як дана деталь є однією з відповідальних складових ГПА, тому для неї ставляться високі вимоги щодо точності розмірів, форми та розташування поверхонь. Для виконання даних вимог застосовується циліндрична оправка, так як її використання виключає похибку базування.

Для полегшення трудомісткості виконання даної операції рекомендую замість ручного затиску використовувати пневматичний.

Застосування пневмокамери має певний ряд переваг:

- збільшення продуктивності роботи;
- зменшення допоміжного часу;
- зменшення трудомісткості роботи;
- швидкість дії та простота в управлінні;
- забезпечення необхідних зусиль затиску;
- зменшення розряду працівника;
- збільшення стабільності параметрів по точності виконання операції.

7.2 Уточнення мети технологічної операції

7.2.1 Визначення кількісних і якісних результатів виконання операції

Точність розмірів

На даній операції формуються три типи розміру: лінійний ($L = 20$ мм), діаметральний ($\varnothing 18H14$) на діаметрі 170 мм (4 отвори) і різьбовий (M12-7H/1,6*45) на діаметрі 170 мм.

						ТМ 15010015 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			51

Знаходимо значення допуску:

$$T_{\phi 18} = 430 \text{ мкм};$$

$$T_{M12} = 18 \text{ мкм};$$

$$T_{20} = 520 \text{ мкм}.$$

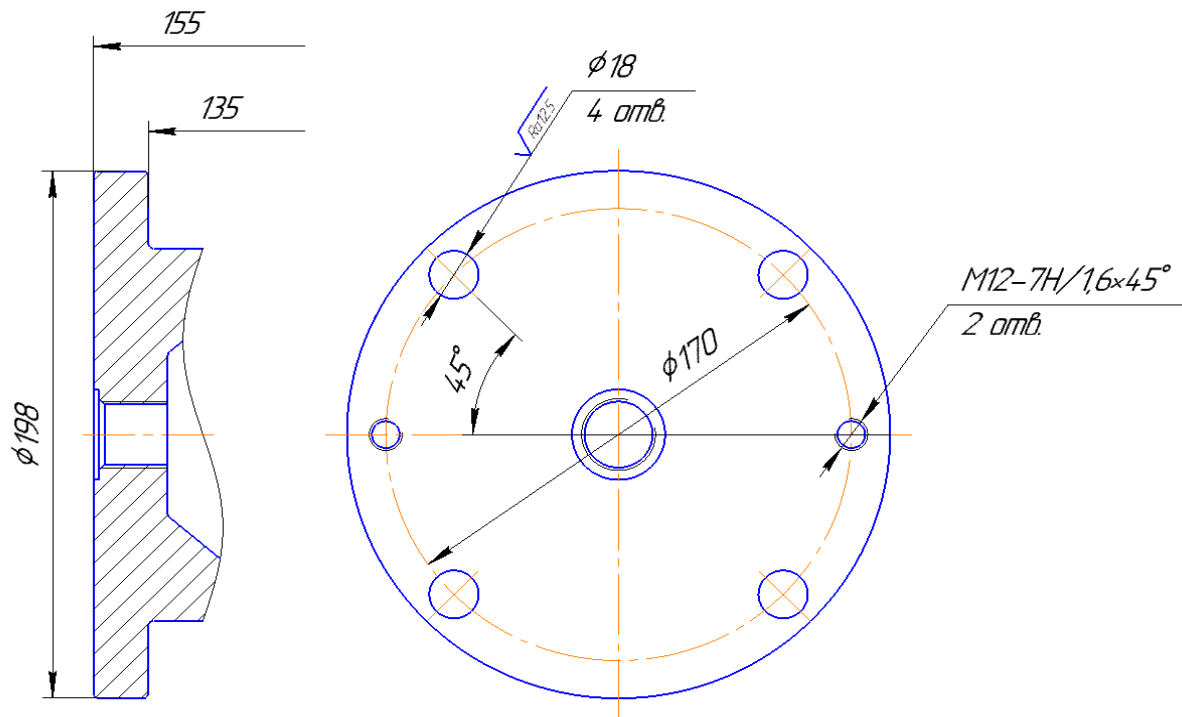


Рисунок 2.1 – Ескіз деталі

Точність форми

Похибка форми циліндричної поверхні $\phi 18$ Н14 характеризують відхилення від циліндричності (ГОСТ 24642-81*) і нормується за ГОСТ 24643-81.

Незазначений допуск циліндричності приймаємо орієнтовно в межах 30% від допуску на діаметр.

$$T = 0,3 \cdot T_{\phi 18} = 0,3 \cdot 430 = 129 \text{ (мкм)} \quad (7.1)$$

Приймаємо найближче стандартне значення допуску циліндричності:

$T = 120$ (мкм), що відповідає 13 ступеню точності.

Точність розташування

					ТМ 15010015 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

Розглянемо допуск паралельності осі отворів до осі деталі ($\varnothing 15H14$):

$$T_{\varnothing 18} = 430 \text{ мкм}$$

Значення в межах допуску на розмір 60%.

$$T = 0,6 \cdot T_{\varnothing 18} = 0,6 \cdot 430 = 258 \text{ (мкм)} \quad (7.2)$$

Найближче стандартне значення $T=300$ мкм, що відповідає 15 ступеню точності.

Шорсткість

Шорсткість оброблюваних поверхонь, що зазначена на кресленні, має значення $Ra = 12,5$ мкм.

7.3 Визначення кількісних і якісних відомостей про заготовку, котра надходить на операцію

На початковому етапі розроблення схеми базування проводимо аналіз точності поверхонь, що претендують на роль базових. Для кількісної оцінки параметрів поверхонь, які можуть виступати в ролі базових, проводимо аналіз точності їхніх розмірів, точності форми, точності розташування та ступеня їхньої шорсткості.

Оскільки для обробки втулки застосовуємо циліндричну оправку, то базовими поверхнями можуть виступати: отвори $\varnothing 125,2H12$ та $\varnothing 113H14$, а також торець заготовки $\varnothing 137h14$.

Точність розмірів

Знаходимо допуски на вище зазначені розміри:

$$T_{\varnothing 125,2} = 400 \text{ мкм};$$

$$T_{\varnothing 113} = 870 \text{ мкм};$$

$$T_{\varnothing 137} = 1000 \text{ мкм}.$$

Це означає, що діаметри базових розмірів виконані з параметрами: $\varnothing 125,5H12(+0,4)$, $\varnothing 113H14(+0,87)$, $\varnothing 137h14(-1)$

					ТМ 15010015 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

Точність форми

Похибка форми отвору $\varnothing 110,5H7$ характеризується відхиленням від круглості та циліндричності. Оскільки допуск циліндричності та круглості не вказано в технічних вимогах і на кресленні деталі, то він може бути встановлений у межах допуску на розмір:

$$T_{\varnothing 125,2} = 0,3 \cdot 400 = 120 \text{ мкм}$$

Беремо найближче стандартне значення допуску циліндричності та круглості.

$$T_{\varnothing 125,2} = 120 \text{ мкм},$$

що відповідає 13 ступеню точності [1, с. 110].

Похибка форми циліндричного отвору $\varnothing 113H14$, також характеризується відхиленням від круглості та циліндричності. Оскільки допуск циліндричності та круглості не вказано в технічних вимогах і на кресленні деталі, то він також може бути встановлений у межах допуску на розмір.

$$T_{\varnothing 113} = 0,3 \cdot 870 = 261 \text{ мкм}$$

Беремо найближче стандартне значення допуску циліндричності та круглості:

$$T_{\varnothing 113} = 250 \text{ мкм},$$

що відповідає 13 ступеню точності [1, с. 110].

Похибка форми торця $\varnothing 137h14$ характеризується відхиленням від площинності. Оскільки допуск площинності не вказується, то це означає, що він входить до складу допуску на номінальний розмір.

Розраховуємо значення допуску площинності:

$$T_{\varnothing 137} = 0,6 \cdot 1000 = 600 \text{ мкм}$$

Беремо найближче стандартне значення допуску площинності:

$$T_{\varnothing 137} = 600 \text{ мкм},$$

що відповідає 15 ступеню точності [1, с. 107].

Точність розташування

						ТМ 15010015 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			54

Розглянемо можливі похибки по радіальному биттю: отвори $\varnothing 125,2H12$ та $\varnothing 113H14$, а також торця заготовки $\varnothing 137h14$.

$$T_{\varnothing 125,2} = 0,6 \cdot 870 = 522 \text{ мкм},$$

відповідного до стандартного ряду:

$$T_{\varnothing 125,2} = 600 \text{ мкм},$$

що відповідає 14 ступеню точності.

Для отвору $\varnothing 113H14$:

$$T_{\varnothing 113} = 0,6 \cdot 250 = 150 \text{ мкм},$$

відповідного до стандартного ряду:

$$T_{\varnothing 113} = 160 \text{ мкм},$$

що відповідає 6 ступеню точності.

Для торця $\varnothing 137h14$:

$$T_{\varnothing 137} = 0,6 \cdot 1000 = 600 \text{ мкм},$$

відповідного до стандартного ряду:

$$T_{\varnothing 137} = 600 \text{ мкм},$$

що відповідає 14 ступеню точності.

Шорсткість

Шорсткість поверхонь, зазначена на кресленні, і має такі значення:

Для $\varnothing 125,2H12$ вона становить $R_a = 6,3 \text{ мкм}$.

Для $\varnothing 113H14$ вона становить $R_a = 6,3 \text{ мкм}$.

Для $\varnothing 137h14$ відповідає $R_a = 3,2 \text{ мкм}$.

7.4 Визначення умов, в яких буде виготовлятися та експлуатуватися проєктований пристрій

Річна програма випуску задана в 500 деталей. Така програма з урахуванням трудомісткості відповідає дрібносерійному типу виробництва. Можна стверджувати, що пристрій будуть використовувати з досить великою

						ТМ 15010015 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			55

інтенсивністю. В цілому, за період виготовлення деталі “Ліхтар” (1 рік) пристрій повинен здійснити 500 робочих циклів.

Заготовка буде оброблюватися на верстаті із ЧПК моделі 2P135Ф2.

Основні параметри верстата:

- частота обертання шпинделя – 2000 об/хв;
- подача – 1,6 мм/об;
- максимальна осьова сила різання: $P = 9000 \text{ Н}$;
- потужність електродвигуна – 2,8 кВт;
- ККД верстата $\eta = 0,8$.

7.5 Складання переліку функцій, які реалізуються

0 Переміщення і попередня орієнтація заготовки;

1 Базування заготовки;

2 Закріплення заготовки;

3 Базування пристрою на верстаті;

4 Закріплення пристрою на верстаті;

5 Підведення і відведення енергоносія;

6 Утворення вихідної сили для закріплення;

7 Керування енергоносієм;

8 Об'єднання функціональних вузлів;

9 Обробка отворів;

10 Створення безпечних умов праці.

7.6 Розробка і обґрунтування схеми базування

Із усього комплексу поверхонь, що утворюють заготовку, на базову поверхню може претендувати торець на діаметрі $\varnothing 137h14$. На її користь свідчить таке:

						ТМ 15010015 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			56

- вона є найбільше розвиненою поверхнею, найбільший діаметральний розмір;

- вона досить чисто оброблена: шорсткість її поверхні $Ra = 3,2$ мкм.

Крім того, застосування цієї поверхні як базової не перешкоджає доступу інструментів до оброблюваних поверхонь.

Циліндрична поверхня $\varnothing 113H14$ будучи прийнятою в якості базової, позбавляє заготовку двох ступенів свободи, тобто являється направляючою базою – але це при використанні короткої оправки (рисунок 6.1). Вона забезпечує паралельність осі оброблюваних отворів до осі центрального отвору (осі заготовки).

У якості установчої бази беремо торець деталі $\varnothing 137h14$, вона позбавляє заготовку трьох ступенів свободи.

Для позбавлення останньої шостої ступені волі, ми використовуємо затискну силу механічного пристрою. Дана схема базування показана на рисунку 7.1.

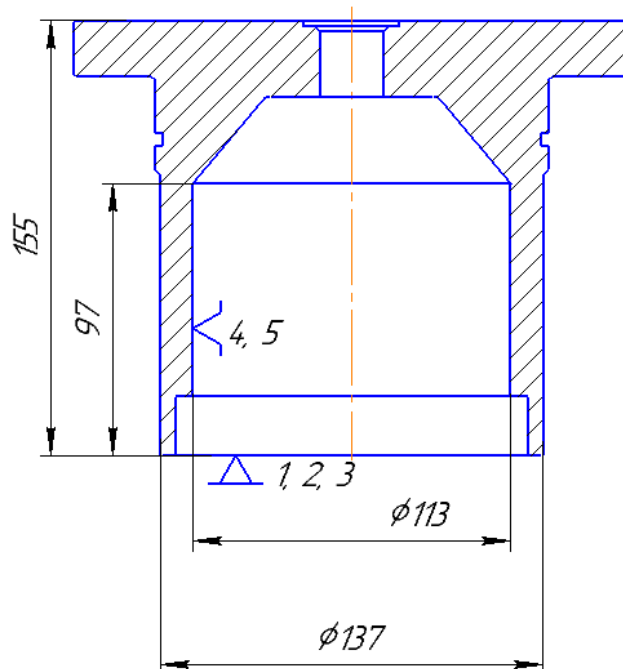


Рисунок 7.1 – Схема базування

						ТМ 15010015 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			57

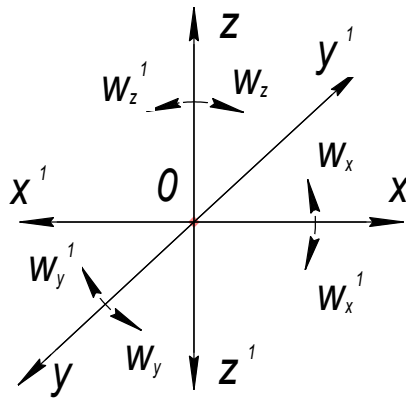


Рисунок 7.2 – Схема однобічних зв’язків, що покладають на заготовку (до таблиці 7.1)

Таблиця 7.1 – Індеси та номери зв’язків

Індекс координати		x	x'	y	y'	z	z'	ω_x	ω'_x	ω_y	ω'_y	ω_z	ω'_z
Спосіб реалізації	Реакція	R	R	R	R	-	R	R	R	R	R	-	-

Альтернативною схемою базування можна вважати ту ж схему, що була представлена вище, але із заміною поверхні базування, яка відповідала за подвійну опорну базу. Замінюємо циліндричну поверхню $\varnothing 113H14$, на зовнішню циліндричну поверхню $\varnothing 125,2H12$. Дана схема приведена на рисунку 6.3.

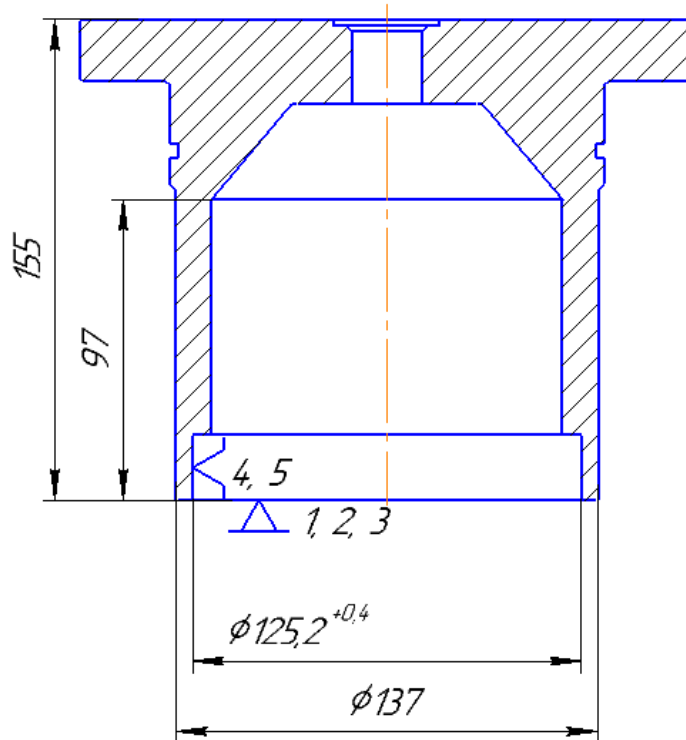


Рисунок 7.3 – Альтернативна схема базування

Схема базування (зображена на рисунку 7.1) є більш актуальною, по відношенню до схеми (рисунок 7.3). Тому що, отвір по якому базується заготовка (у першому випадку) більш розвиненою, а ніж діаметр у другому випадку. Це означає, що при навантаженні під час свердління зменшить ризик перевернення деталі до мінімуму.

7.7 Побудова функціональної структури пристрою

З набору функцій, що наведені в пункті 5, виділимо ті, які реалізуються на протязі оперативного часу: 0,1,2,5,6,7. Функції 3,4 впливають на підготовчо-заклучний час; функції 8,10 прямого впливу на штучний час не здійснює.

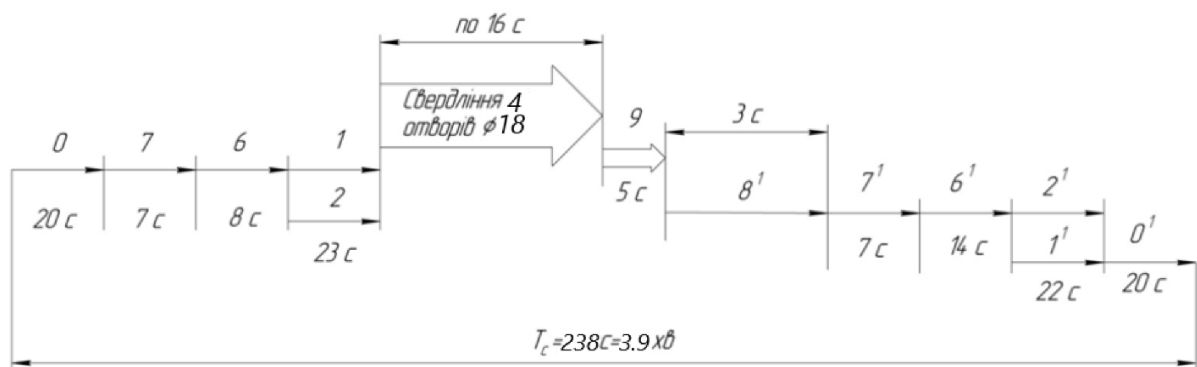


Рисунок 7.4 – Схема послідовної реалізації функцій

Функціональна структура пристрою представлена на рисунку 7.5.

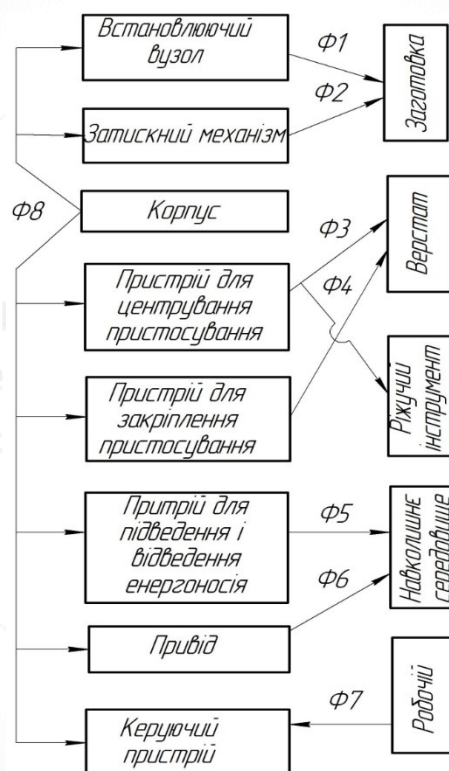


Рисунок 7.5 – Функціональна структура проектного пристрою

7.8 Розробка та обґрунтування схеми закріплення

Аналіз структури полів збудовуючих сил

Для визначення взаємного впливу поля збурюючих сил та поля зрівноважуючи сил будемо графічну модель збурюючих сил (рисунок 7.6) взаємозв'язку з прийнятою схемою базування.

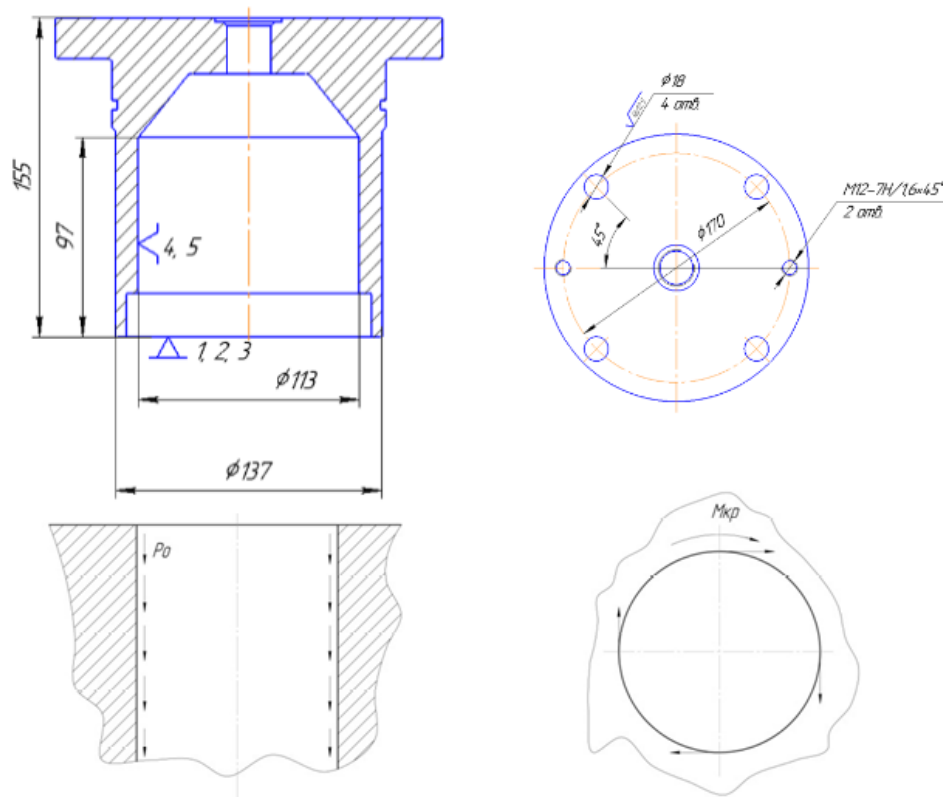


Рисунок 7.6 – Структура поля збурюючих сил

Аналіз структури полів зрівноважувальних сил

З рисунку 7.6 бачимо, що складова R_x' поля збурюючих сил зрівноважується реакцією R_x ($R_x' = R_x$). Інші складові поля збурюючих сил не зрівноважені та потребують прикладання додаткових сил закріплення. При даній схемі базування доцільно застосовувати пневмокамеру, яка створює поле зрівноважувальних сил, що й представлено на рисунку 7.7.

										Лист
										61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

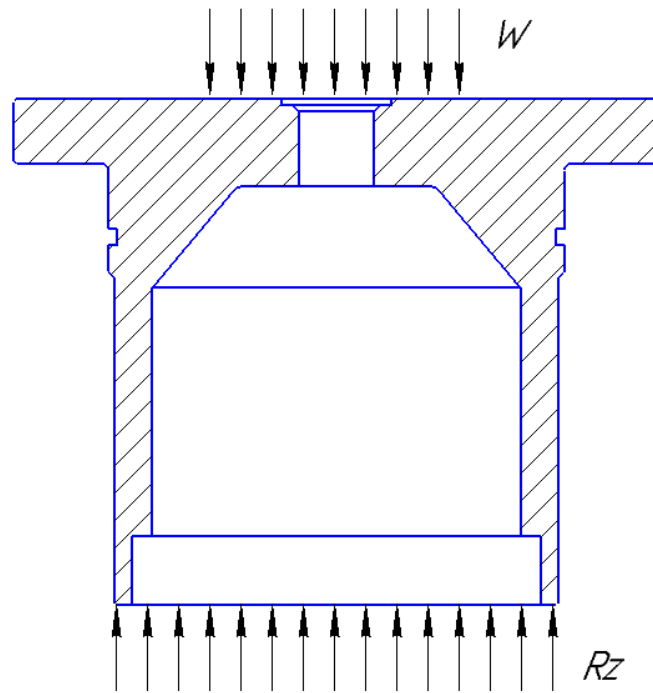


Рисунок 7.7 – Структура поля зрівноважувальних сил

Для аналізу структури та якості зв'язків, що виникають при закріпленні заготовки, будемо таблицю однобічних зв'язків.

Таблиця 7.2 – Однобічні зв'язки

Індекс зв'язку		x	x'	y	y'	z	z'	ω_x	ω'_x	ω_y	ω'_y	ω_z	ω'_z
Спосіб реалізації	Реакція	R	R	R	R	-	R	R	R	R	R	-	-
	Сила закріплення	-	-	-	-	W	-	-	-	-	-	-	-
	Сила тертя	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F(W)	F(W)

Розрахунок сил затиску

Визначаю крутящий момент, діючий під час свердлування (по [6], с.277) по формулі:

$$i_{e\delta} = 10 \tilde{n} i D^2 S^y K_p \quad (7.1)$$

де, $S_m=0,0345$ - коефіцієнт, що враховує умови обробки ([6],табл. 32);

$D=18$ - діаметр свердла;

$q=2,0$ - показник ступеня при D ([6], табл. 32, с.281);

$S=0,25$ - оборотна подача ([6], табл. 25, с.277);

$y=0,8$ - показник ступеня при S ([6], табл. 32, с.281).

Коефіцієнт, що залежить від властивостей оброблюваного матеріалу K_p , визначають по формулі ([6], табл. 9, с.264):

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (7.2)$$

де, $\sigma_B=530$ МПа – межа міцності оброблюваного матеріалу;

$n=0,75$ – показник степені ([6], табл. 9, с.254).

Тоді:

$$K_{Mp} = \left(\frac{530}{750} \right)^{0,75} = 0,77$$

А момент:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0.0345 \cdot 18^{2,0} \cdot 0.25^{0,8} \cdot 0.77 = 28,39 \text{ (Н} \cdot \text{м)}$$

При затиску момент сили тертя, що виникає між заготовкою й оправкою, повинен бути більше моменту кручення при обробці:

$$M_{тр} = M_{кр} \cdot K, \quad (7.3)$$

де, $M_{тр}$ – момент тертя,

K – коефіцієнт запасу по формулі ([7], с.382-384):

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (7.4)$$

де, $K_0=1,5$ – гарантований коефіцієнт запасу сил затиску;

$K_1=1,0$ – стан технологічної бази;

$K_2=1,5$ – збільшення сили резання від прогресуючого затуплення інструмента;

$K_3=1,0$ – ударне навантаження на РІ;

$K_4=1,0$ – стабільність силового приводу;

$K_5 = 1,0$ зручність розташування рукояток у ручних затискних механізмах пристосуваннях;

$K_6 = 1,25$ – наявність моментів, що прагнуть повернути заготовку.

Тоді: $K = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,25 = 3,75$

Під час розрахунку $M_{тр}$ розглядаю точку на поверхні заготовки: $R = 56,5$

Також момент тертя дорівнює добутку:

$$M_{\delta} = F_{\delta} \cdot R \quad (7.5)$$

де, F_{δ} - сила тертя розраховується по формулі:

$$F_{\delta} = Q \cdot f \quad (7.6)$$

де, Q' – складова сили Q , прагнуча повернути заготовку;

$f = 0,16$ – коефіцієнт тертя (по [7], табл. 3, с. 384).

Виконуючи математичні операції над формулами (7.5) і (7.6) виводжу

формулу для обчислення сили Q :

$$Q = \frac{M_{\delta} \cdot \dot{E}}{R \cdot f} \quad (7.7)$$

Згідно цій формулі маємо:

$$Q = \frac{28.39 \cdot 10^3 \cdot 3.75}{56.5 \cdot 0.16} = 11777 \text{ (H)}$$

Обґрунтування вибору привода

Затиск заготовки виконується при подачі стиснутого повітря в штокову порожнину пневмокамери двосторонньої дії. При цьому максимальна сила на штоку розраховується по формулі (для вихідного положення штока) (див.[22], с. 94):

$$Q = \frac{\pi}{16} [(D+d)^2 - d_1^2] \cdot p \quad (7.8)$$

де, D – діаметр діафрагми усередині пневмокамери, см;

d – діаметр опорного диска діафрагми, см;

d_1 - діаметр штока, см;

$p = 4 \text{ кгс/см}^2 \approx 39.2 \text{ Н/см}^2$ - тиск стиснутого повітря.

Діаметр опорного диска діафрагми визначається по формулі ([22], с.92)

$$d = D - 2h - (2 \div 4)h \quad (7.9)$$

де, $h = 4-8 \text{ мм}$ – товщина діафрагми (приймаю $h = 7 \text{ мм}$).

Тоді: $d = D - 2 \cdot 7 - 3 = D - 17 (\text{мм}) = D - 1,7 (\text{см})$.

Діаметр штока дорівнює:

$$d_1 = (0,08 \div 0,12)l \quad (7.10)$$

Приймаю значення $d_1 = 0,1D$.

Підставляючи співвідношення по формулах (7.9) і (7.10) у формулу (7.11), маємо наступне вираження:

$$Q = 0,196p \cdot \left[(2D - 1,7)^2 - (0,1D)^2 \right]$$

(7.11)

Урахувавши те, що необхідна сила затиску дорівнює $Q = 11777 \text{ Н}$, а тиск стисненого повітря $p = 39.2 \text{ Н/см}^2$, маємо:

$$11777 = 0.196 \cdot 39.2 \cdot (4D^2 - 2 \cdot 2D \cdot 1,7 + 1,7^2 - 0,01D^2)$$

Вирішуємо квадратне рівняння:

$$30,7 \cdot D^2 - 52,2 \cdot D - 11754,8 = 0$$

$$D = \frac{52,2 \pm \sqrt{52,2^2 - 4 \cdot 30,7 \cdot 11754,8}}{2 \cdot 30,7} \approx 1231^2 > 0$$

$$D_1 = \frac{52,2 - 1231}{2 \cdot 30,7} < 0$$

$$D_2 = \frac{52,2 + 1231}{2 \cdot 30,7} = 20,9 (\text{см})$$

Приймаю стандартне значення діаметра пневмокамери $D = 250 \text{ мм}$. Тоді діаметр опорного диска рівний: $d = 250 - 2 \cdot 7 - 3 = 233 (\text{мм})$. Приймаю $d = 232 \text{ мм}$. А діаметр штока: $d_1 = 0,1 \cdot 250 = 25 (\text{мм})$.

Сила на штоку в його початковому положенні визначається по формулі:

$$Q = \frac{3 \cdot 14}{16} \left[(25 + 23,2)^2 - 2,5^2 \right] \cdot 39,2 \approx 17825 (\text{Н})$$

Дана сила перевищує необхідну силу затиску заготовки, а, отже, пристосування забезпечує фіксоване положення при обробці.

Оптимальна довжина ходу штока пневмокамери визначається по формулі:

$$l = \frac{L}{2} = (0,17 \div 0,22)L \quad (7.12)$$

Тоді, приймаю значення $l=0,2D$, маємо: $l=0,2 \times 250=50$ (мм).

7.9 Розрахунок на міцність

Для розрахунку на міцність береться шток. Він виготовлений зі сталі 40, у якої межа $\sigma^T=300$ МПа. На даному штоку при затиску заготовки саме вразливе місце - різь М16, за допомогою якої шток пристосування прикріплюється до штока пневмокамери.

Для того щоб не було розриву різі на штоку, необхідне виконання умови:

$$\sigma_p \leq [\sigma_p]$$

У свою чергу, допустиме навантаження штока $[\sigma^p]$ визначається по формулі:

$$[\sigma_p] \approx 0,67\sigma_0$$

Тобто: $[\sigma_p] \approx 0,67 \cdot 300=201$ МПа.

Небезпечним є перетин, ослаблене нарізанням різі, найменший діаметр якого визначається по формулі:

$$d_1 = d - 2H = d - 1,08P \quad (7.13)$$

де, d_1 - внутрішній діаметр різі;

d – зовнішній (номінальний) діаметр різі;

H – висота витка;

P – крок різі (прийнятий $P=1,5$ мм).

Тому для різі М18: $d_1=16.38$ мм, а для М16: $d_1=14.38$ мм.

Навантаження штока визначається по формулі:

									Лист
									66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

$$\sigma = \frac{Q}{S}$$

(7.14)

де Q – зусилля на штоці ($Q=17825$ Н);

S – площа розглянутого перетину штока.

Отже, найбільша напруга виникає в перетині з найменшою площею, у нашому випадку - по внутрішньому діаметрі різі M16

Будую ескіз штока (див. рисунок 7.5) і розбиваю його на три ділянки:

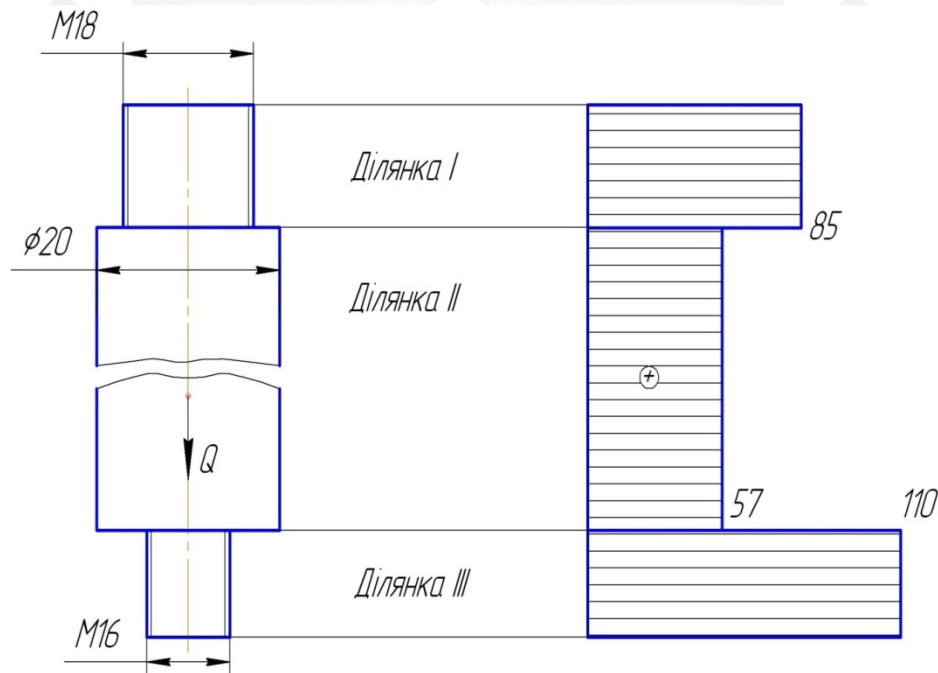


Рисунок 7.5 - Ескіз штока та епюра його навантажень σ_p , МПа

Обчислюю навантаження, що виникають, на ділянках:

$$\sigma_I = \frac{4Q}{\pi d_I^2} = \frac{4 \cdot 17825}{3.14(16,38)^2} \approx 85 \text{ (Н/м}^2\text{)} \approx 85 \text{ МПа}$$

I:

$$\sigma_{II} = \frac{4Q}{\pi d_{II}^2} = \frac{4 \cdot 17825}{3.1420^2} \approx 57 \text{ (Н/м}^2\text{)} \approx 57 \text{ МПа}$$

II:

$$\sigma_{III} = \frac{4Q}{\pi d_{III}^2} = \frac{4 \cdot 17825}{3.14(14,38)^2} \approx 110 \text{ (Н/м}^2\text{)} \approx 110 \text{ МПа}$$

III:

Максимальна напруга буде на ділянці III, але вона не перевищує припустиме значення $[\sigma_p]$, виконується умова, а значить різь M16 на штоку витримає

					ТМ 15010015 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

навантаження. Для наочності поруч із ескізом штока будуємо епюру навантаження (рисунок 7.5).

7.10 Розрахунки пристрою на точність

Розрахункову похибку пристрою знаходимо за формулою [4, с.26]:

$$\varepsilon_{np} \leq T - K_T \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_s^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_u^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2 + \varepsilon_{noz}^2} \quad (7.15)$$

де, $T = 430$ мкм – найбільший жорсткий допуск розміру, що одержують на даній операції ($\varnothing 18$ по 14 квалітету);

$K_T = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує можливий відступ окремих складових від нормального закону розподілу випадкових величин;

$K_{T1} = 0,8$ – коефіцієнт, що враховує деяке зменшення граничного значення похибки базування;

$\varepsilon_{\delta} = 400$ мкм – похибка базування заготовки в пристрої (вимірювальна і технологічна бази не співпадають), і дорівнює допуску на розмір L155h12;

$\varepsilon_s = 0$ – похибка закріплення, виникає в результаті зсуву оброблюваних поверхонь заготовок від дії затискної сили (не збігається напрям сили закріплення до допуску розміру, що вимірюється).

$\varepsilon_y = 0,007$ мкм – похибка установлення пристрою на верстаті:

$$\frac{S \cdot l}{L} = \frac{0,018 \times 18}{490} = 0,007,$$

де, $l = 18$ мм (діаметр оброблюваного отвору);

$L = 490$ мм (відстань між шпонками);

$S = 0,018$ мм (сума допусків шпонки на пристрою та шпонкового паза на столі верстата).

$\varepsilon_n = 0$ – похибка перекоосу інструмента (втулки не використовуються).

ε_u – похибка, що виникає внаслідок зношування встановлювальних елементів пристрою. Визначається за формулою:

									Лист
									68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

$$\varepsilon_{\text{н}} = N \cdot \beta \quad (7.16)$$

де, $\beta=0,001$ – постійний коефіцієнт, що залежить від виду встановлювальних елементів і умов контакту поверхонь [4, табл. 3.6 с.41];

$N = 500$ шт – кількість контактів заготовки з опорою в рік;

$$\varepsilon_{\text{н}} = 500 \cdot 0,001 = 0,5 \text{ мкм}$$

$K_{T2} = 0,6$ – коефіцієнт, що враховує ймовірність появи похибки обробки.

$\omega = 180$ мкм – середня економічна точність обробки (допуск по 14 квалітету на розмір $\varnothing 18$).

$\varepsilon_{\text{поз}} = 0$ – похибка позиціонування (заготовка не повертається).

Підставляємо значення:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{\text{пр}} &= 430 - 1,2 \sqrt{(0,8 \cdot 4000)^2 + 0^2 + 0,007^2 + 0^2 + 0,5^2 + (0,6 \cdot 180)^2 + 0^2} \\ &= 430 - 315 = 115 \text{ мкм} \end{aligned}$$

З урахуванням стандартного ряду беремо допуск паралельності, [1, с.109]:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = 100 \text{ мкм}$$

7.11 Опис та принцип дії пристрою

Пристрій в зборі повинне задовольняти технічним вимогам креслення загального виду й забезпечувати практичну обробку заготовки по заданим розмірам.

Всі деталі й вузли пристрою піддати візуальному контролю, а виявлені дефекти усунути:

Складання пристрою:

- 1) до підставки 2 кріпляться шпонки 17 за допомогою гвинтів 7;
- 2) до корпусу 4 кріпиться пневмокамера 1 гвинтами 10;
- 3) до корпусу 4 кріпиться оправка 3 гвинтами 8;
- 4) у шток пневмокамери вкручується шток-вставка

					ТМ 15010015 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

Експлуатація пристрою:

- 1) Установити на столі верстата й підключити до пневмомернежі.
- 2) Підготувати базові поверхні до установлення заготовки.
- 3) Установити заготовку на оправку.
- 4) Пересуванням рукоятки зафіксувати деталь швидкоз'ємною шайбою на оправці пристрою.
- 5) Після обробки отворів зробити розтиск деталі переміщенням рукоятки в інше положення.
- 6) Пристрій зберігати на дерев'яній підставці. Вплив атмосферних опадів й агресивних середовищ неприпустимо.

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів

									Лист
									70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ТМ 15010015 ПЗ

ВИСНОВКИ

При виконанні кваліфікаційної роботи, було досліджено технологічний процес обробки для однієї з операцій виготовлення деталі “Ліхтар 4ГМ2.5-02.06”.

При вивченні базового технологічного процесу було покращено способи обробки деталі, удосконаливши технологічний процес, та технологічне оснащення. Спосіб отримання заготовки запропоновано змінити з поковки молотами на поковку штамповану на КГШП.

Було обрано нове сучасне обладнання та інструмент для обробки деталі на токарній та фрезерній з ЧПК операціях, вище вказані моделі верстатів дозволяють ефективніше і більш точно виконувати обробку деталі. Обґрунтовані схеми базування для токарної і фрезерної операції. Всі режими різання, верстатне оснащення, вимірювальний та ріжучий інструмент, задовільняють умовам якості отримання деталі.

Крім того, в роботі запропоновано верстатний пристрій для фрезерної з ЧПК операції, який дозволяє підвищити продуктивність праці.

					ТМ 15010015 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Гжиров Р.И. Краткий справочник конструктора: Справочник-Л.: Машиностроение, Ленингр. отд - ние, 1983.- 464 с.
2. Справочник технолога –машиностроителя. /Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. М.: Машиностроения, 1985.Т1.
3. Справочник технолога –машиностроителя. /Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. М.: Машиностроения, 1986.Т2.
4. Методичні вказівки до практичних занять з курсу “Технологічна оснастка”/Укладач П.В. Кушніров. – Суми: Вид-во Сум ДУ, 2009. – Ч.1. – 52с.
5. Горохов В.А. Проектирование и расчет приспособлений. -Минск, 1986.- 240 с.
6. Панов, А. А. Обработка металлов резанием: справочник / А. А. Панов, В. В. Аникин, Н. Г. Бойм и др.; под ред. А. А. Панова. – М. : Машиностроение, 1988. – 736 с.
7. Егоров, М. Е. Технология машиностроения : учебник [Текст] / М. Е. Егоров, В. И. Дементьев, В. Л. Дмитриев ; Под ред. М.Е. Егорова. — 2-е изд., доп. — М. : Высшая школа, 1976. — 534 с.
8. Корсаков, В. С. Основы конструирования приспособлений: учебник для вузов / В. С. Корсаков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1983. – 277 с.
9. Руденко, П. А. Проектирование технологических процессов в машиностроении : учебник для вузов / П. А. Руденко. – Киев: Вища школа, 1985. – 255 с.
10. ДСТУ ГОСТ 26645-85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – К.: ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 2003. – 55 с.
11. Горбацевич, А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пос. [Текст] / А. Ф. Горбацевич, В. А. Шкред. — 4-е изд., перераб. и доп. — Минск : Высшая школа, 1983. — 256 с.

					ТМ 15010015 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

12. Методические указания к практическим работам «Автоматизированное проектирование карты операционных эскизов в интегрированной системе «Компас» по курсу «САПР технологических процессов» / сост. Е. П. Квасов, А. Н. Онищенко. – Сумы : СумГУ, 1997. – 25 с.

13. Методические указания к практической работе «Автоматизированное проектирование карты наладки в интегрированной системе «Компас» по курсу «САПР технологических процессов» / сост. Е. П. Квасов, А. Н. Онищенко. – Сумы : СумГУ, 1999. – 21 с.

14. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. – Ч. 1. Токарные, карусельные, токарно-револьверные, алмазно-расточные, сверлильные, долбежные и фрезерные станки. – М. : Машиностроение, 1974. – 416 с.

15. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. – Ч. 3. Протяжные, шлифовальные и доводочные станки. – 3-е изд. – М. : НИИ труда, 1978. – 360 с.

16. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Технологія машинобудування» / укладач О. У. Захаркін. – Суми : Вид-во СумДУ, 2009. – 41 с.

17. Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування : у 2 ч. – Ч. 1. Загальні відомості / укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов. – Суми : Сумський державний університет, 2011. – 55 с.

18. Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування: у 2 ч. – Ч. 2. Приклади оформлення технологічної

					ТМ 15010015 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

документації / укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов. – Суми : Сумський державний університет, 2011. – 59 с.

19. ГОСТ 3.1702-79 ЕСТД. Правила записи операций и переходов. Обработка резанием. – М.: Издательство стандартов, 1982. – 32 с.



					ТМ 15010015 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74