

**Івано-Франківський національний технічний університет
нафти і газу**

Інститут інженерної механіки та робототехніки
Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Ляхович Андрій Васильович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.9

(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Технологія виготовлення деталі " Штир 2750.7340-63.002" для умов серійного
типу виробництва.

(назва роботи)

Прикладна механіка

(назва освітньої програми)

131- Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

Ляхович А. В.

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Костюк Назар Олегович

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

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

професор

В.Г. Панчук

(посада)

(підпис)

(дата)

(ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада)

(підпис)

(дата)

(ініціали та прізвище)

Робота містить результати власних розробок. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

м.Івано-Франківськ-2024 рік

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної бакалаврської роботи: «Технологія виготовлення деталі "Штир 2750.7340-63.002" для умов серійного типу виробництва.»

Розрахунково-пояснювальна записка: сторінок, рисунків, таблиць, посилань, аркушів ф. А4 додатків.

Графічна частина: аркуші формату А1.

Об'єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки.

Предмет дослідження - деталь "Штир 2750.7340-63.002".

Мета роботи – розробити технологію виготовлення деталі штир 2750.7340-63.002, який дозволить зменшити витрати на її виготовлення, також розробити конструкцію спеціального верстатного пристрою для базування та закріплення деталі на одній з механообробних операцій.

Для досягнення поставленої мети в роботі було проведено аналіз конструкції деталі, її технологічності, базового способу виготовлення заготовки та маршруту механічної обробки. На основі результатів аналізу та рекомендацій з технічної літератури розроблено конструкцію заготовки відповідно до типу виробництва. Також створено проектний маршрут технології виготовлення деталі з використанням верстатів з ЧПК. Для закріплення деталі під час фрезерної операції розроблено конструкцію пристрою для фрезерування похилої площини та визначено силу затиску. У конструкторській частині також з проєктовано контрольний пристрій, і описано конструкцію різального інструменту. А також виконано автоматизовану розробку керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК за допомогою САМ технології. У додатках представлена вся необхідна технологічна документація.

Результати роботи можуть бути використані в машинобудівній галузі. Отримані висновки та розроблені рекомендації можуть сприяти покращенню виробничих процесів та підвищенню ефективності в машинобудуванні.

Ключові слова: *деталь, заготовка, технологічний процес, операція, інструмент, обладнання, режими різання, швидкість різання, сила різання, пристрій, сила затиск..*

Студент: Ляхович А. В.

SUMMARY

qualifying bachelor's thesis: "Technology of manufacturing the part "Pin 2750.7340-63.002" for serial production conditions."

Calculation and explanatory note: pages, figures, tables, references, sheets f. A4 applications.

Graphic part: sheets of A1 format.

The object of research is the technological process of machining.

Subject of research - detail "Pin 2750.7340-63.002"

Objective: To develop the technology for manufacturing the part "Pin 2750.7340-63.002," which will reduce production costs, and to design a special machine fixture for positioning and securing the part during one of the machining operations.

To achieve the objective, the study analyzed the part's design, manufacturability, the basic method of blank production, and the mechanical processing route. Based on the analysis results and recommendations from technical literature, the blank design was developed in accordance with the production type. A design route for manufacturing the part using CNC machines was also created. A fixture for milling the inclined plane and determining the clamping force was developed to secure the part during the milling operation. The design section also includes a control device and describes the cutting tool design. Additionally, an automated development of the control program for processing on a CNC machine using CAM technology was performed. The appendices include all necessary technological documentation.

The results of the work can be utilized in the machine-building industry. The obtained conclusions and developed recommendations can contribute to improving production processes and increasing efficiency in machine building.

Keywords: *part, blank, technological process, operation, tool, equipment, cutting modes, cutting speed, cutting force, fixture, clamping force.*

Student: A.V. Lyakhovich

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Освітній рівень - бакалавр

Спеціальність 131-Прикладна механіка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

В.Г. Панчук

« ____ » _____ 2024 року

**З А В Д А Н Н Я
НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ**

Ляхович Андрій Васильович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологія виготовлення деталі "Штир 2750.7340-63.002" для умов серійного типу виробництва.

керівник роботи Костюк Назар Олегович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від "30" травня 2024 року № 330/7

2. Строк подання студентом роботи 15.06.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи 1. Робоче креслення деталі "Штир 2750.7340-63.002"

2. Тип виробництва – серійний

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

1. Конструкторсько-технологічний аналіз

2. Проектування технології виготовлення деталі

3. Проектування технологічної оснастки

4. Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Креслення деталі і заготовки

2. Карти технологічних налагоджень

3. Складальне креслення пристрою або вузла

4. Креслення контрольного пристрою

5. Автоматизована розробка керуючої програми для верстату з ЧПК

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-4	Костюк Н. О. доцент кафедри		
	комп'ютеризованого машинобудування		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Конструкторсько-технологічний аналіз		
2	Проектування технології виготовлення деталі		
3	Проектування технологічної оснастки		
4	Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК		
5	Пояснювальна записка		
6	Графічна частина		

Студент _____
(підпис)

Ляхович А. В.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Костюк Н.О.
(прізвище та ініціали)

Зміст

- Вступ
 - 1 Технологічна частина
 - 1.1 Опис призначення та аналіз технічних вимог до деталі
 - 1.1.1 Опис призначення деталі і її функції у вузлі
 - 1.1.2 Точність, шорсткість поверхонь і їх взаємне розміщення
 - 1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі
 - 1.3 Визначення програми випуску деталей
 - 1.4 Вибір способу отримання заготовки
 - 1.5 Розробка маршруту обробки деталі
 - 1.6 Призначення припусків на механічну обробку поверхонь
 - 1.7 Розрахунок режимів різання і основного часу
 - 1.8 Технічне нормування операцій
 - 2. Конструкторська частина
 - 2.1 Проектування верстатного пристрою
 - 2.1.1 Опис призначення, конструкції і принципу роботи пристрою
 - 2.1.2 Розрахунок потрібної сили затиску заготовки в пристрої
 - 2.1.3 Розрахунок конструктивних параметрів рушія
 - 2.1.4 Розрахунок пристрою на точність
 - 2.2 Пристрій контрольний
 - 2.3 Розрахунок різального інструменту
 - 3 Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК
- Перелік використаних джерел
- Додатки

					БР.ЛІМ -308.00.000 ПЗ			
<i>Змн</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Ляхович А. В.			Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Костюк Н. О.					6	
<i>Реценз.</i>						ІФНТУНГ		
<i>Н. Контр.</i>		Костюк Н. О.						
<i>Затверд.</i>		Панчук В. Г.						

Вступ

Прикладна механіка є однією з провідних галузей інженерії, яка займається практичним застосуванням механічних принципів у розробці та виготовленні машин і механізмів. В умовах сучасної промисловості, де зростають вимоги до якості та надійності продукції, роль прикладної механіки стає особливо важливою. Вдосконалення технологічних процесів виготовлення деталей дозволяє підприємствам залишатися конкурентоспроможними на ринку, знижувати виробничі витрати та забезпечувати високу якість продукції.

Технологія виготовлення деталей в умовах серійного виробництва має на меті досягнення стабільності параметрів виготовлення, мінімізацію втрат матеріалів та підвищення рівня автоматизації виробничих процесів. Однією з таких деталей є "Штир", яка відіграє важливу роль у загальному механізмі і від якості якої залежить надійність і довговічність кінцевого продукту.

Розробка ефективної технології виготовлення даної деталі включає кілька ключових етапів. По-перше, необхідно провести детальний аналіз технічних вимог до деталі, щоб визначити оптимальні параметри виготовлення. По-друге, слід вибрати відповідні матеріали та інструменти, які забезпечать високу якість виробу та його відповідність стандартам. По-третє, важливо розробити технологічний процес, який враховує особливості серійного виробництва та дозволяє досягти високої продуктивності при мінімальних витратах.

Контроль якості на всіх етапах виробництва є невід'ємною складовою технологічного процесу. Впровадження методів контролю дозволяє виявляти та усувати дефекти на ранніх стадіях, що знижує ймовірність браку та підвищує загальну надійність продукції. Крім того, економічний аналіз запропонованої технології дозволяє оцінити її ефективність та рентабельність, що є важливим фактором для прийняття управлінських рішень на підприємстві.

В умовах серійного виробництва деталі, такі як "Штир", повинні виготовлятися з урахуванням багатьох аспектів, включаючи технологічні, економічні та якісні вимоги. Вдосконалення технологій виготовлення таких деталей сприятиме підвищенню конкурентоспроможності підприємств, забезпеченню високої якості продукції та задоволенню потреб споживачів.

					БР.ПІМ -308.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Технологічна частина

1.1 Опис призначення та аналіз технічних вимог до деталі

1.1.1 Опис призначення деталі і її функції у вузлі

Деталь «Штир 2750.7340-6350/002» виготовляється зі сталі 40Х, вона є легованою конструкційною сталлю, яка містить хром, що підвищує її міцність та зносостійкість. Вона добре піддається термічній обробці, що дозволяє досягти необхідних механічних властивостей, таких як твердість та витривалість. Застосування сталі 40Х забезпечує тривалу експлуатацію деталей у різних умовах, включаючи підвищені навантаження та вплив агресивних середовищ. Сталь повністю відповідає призначенню деталі. У конструкції деталі передбачена зовнішня циліндрична поверхня, яка призначена для посадки деталі в механізм машини та має точний розмір відповідно до 6-го квалітету точності. Крім цього, деталь містить три центральні наскрізні отвори різних діаметрів. Один з цих отворів виконано за 7-м квалітетом точності, що забезпечує посадку деталі типу вал. Для кріплення деталі «Штир» до корпусу механізму передбачені три пази з отворами.

У разі відсутності сталі 40Х її можна замінити іншими видами сталі, такими як Сталь 45, Сталь 45Г, або 45ХН. Ці матеріали мають схожі механічні властивості і можуть бути використані для виготовлення деталей з високими вимогами до міцності та зносостійкості. Сталь 40Х, а також її замінники, широко використовуються для виготовлення таких компонентів, як шестерні, зубчасті колеса, циліндри, вали, шатуни, зірочки тощо. Хімічний склад сталі 40Х наведено у таблиці 1, а її механічні властивості - у таблиці 2.

При необхідності заміни сталі 40Х, використання сталі 45, 45Г або 45ХН є цілком виправданим. Сталь 45 має високу в'язкість і міцність, тоді як сталь 45Г містить марганець, що підвищує її зносостійкість. Сталь 45ХН, легована хромом і нікелем, характеризується ще вищою міцністю і корозійною стійкістю. Ці сталі також піддаються термічній обробці, що дозволяє досягти необхідних характеристик для використання в аналогічних умовах.

					БР.ПМ -308.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Хімічний склад сталі 40х

Таблиця 1

C %	Si %	Mn %	Cr	S	P	Cu	Ni	As
			Не більше, %					
0.32-0.40	0.17-0.37	0.50-0.80	1,1-1,2	0.04	0.035	0.25	0.25	0.08

ст. 65 [11]

Механічні властивості сталі 40х

Таблиця 2

Марка матеріалу	Твердість по Брінелю НВ, не більше	Границя міцності при розтягу, σв МПа	Межа текучості, σт МПа	Відносне видовження, δ, %
Сталь 40х	207	590	245	18

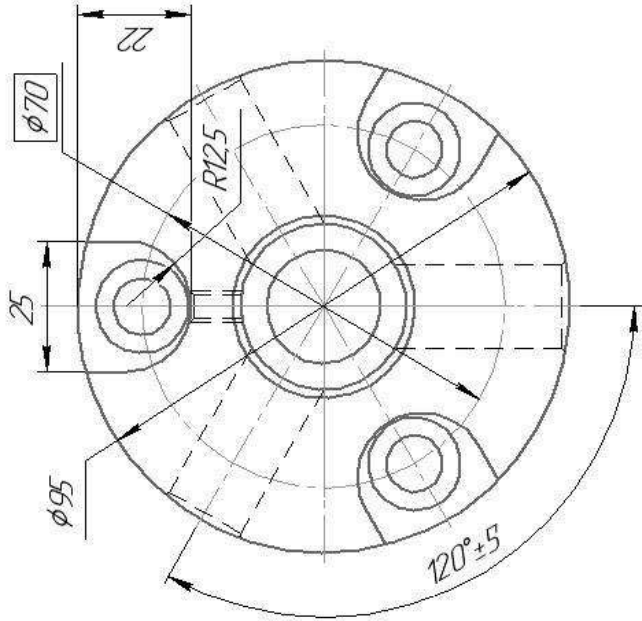
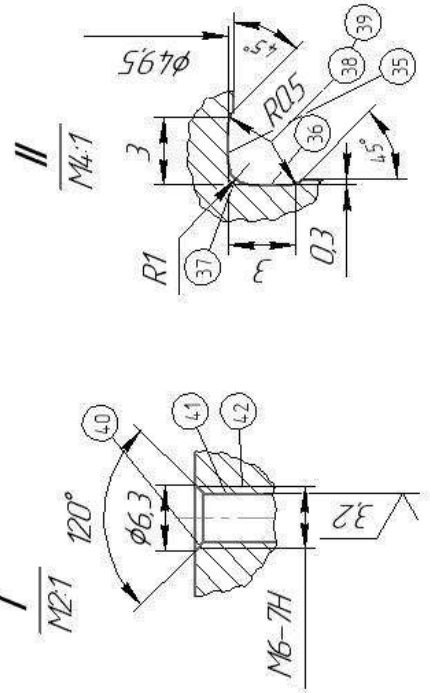
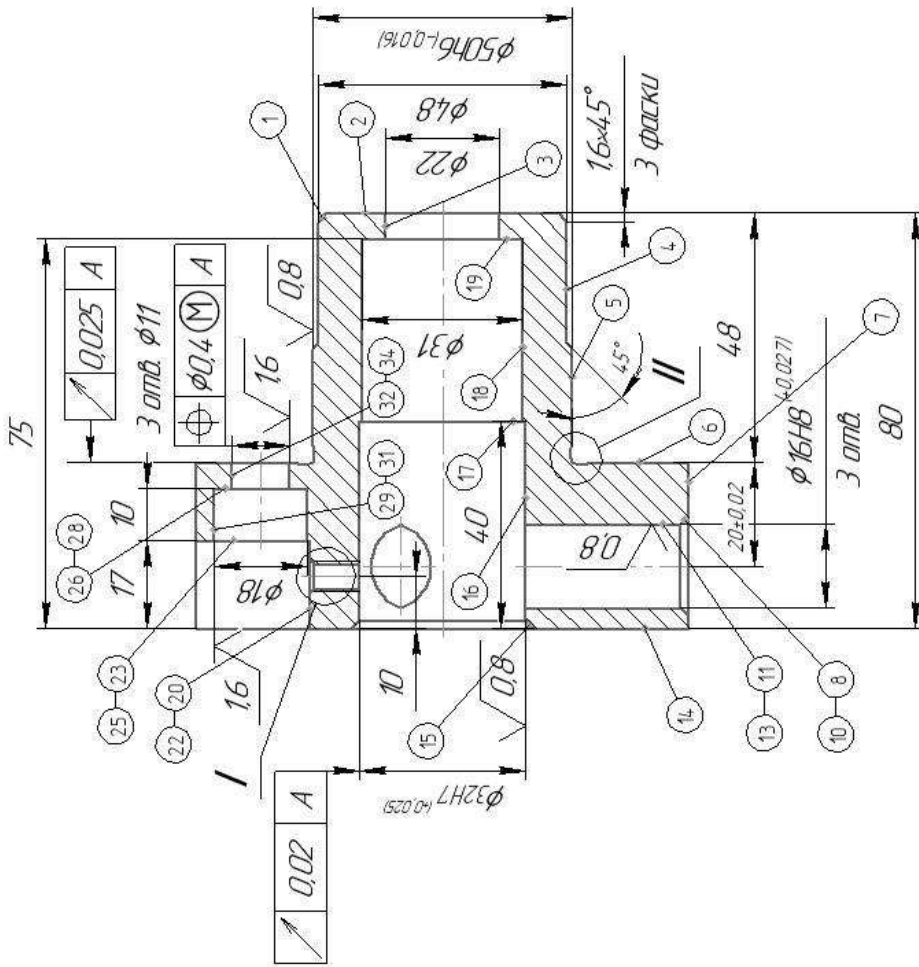
ст. 66 [11]

Враховуючи всі ці характеристики, деталь «Штир 2750.7340-6350/002» з сталі 40Х або її замінників забезпечує надійну роботу вузлів механізмів машин, що сприяє їхній довговічності та ефективності експлуатації.

					БР.ПМ -308.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

БР.ПМ-308.00.000

√ 6,3 (√)



1. HRCe 35...395
2. Неказані допуски по ОСТ 2431-3-81
3. Покриття – Хім. Окс. прм.
4. Маркувати позначенням креслення
5. H14; h14; ±2^H

БР.ПМ-308.00.000		Штирь		Лист	Масса	Масштаб
					15	1:1
				Лист	Листов	1
		Сталь 40Х ГОСТ4543-71		ИФНТУНГ		
Изм/Лист	№ док.чм.	Подп.	Дата			
Разраб.	Лякобич А. В.					
Пров.	Костюк Н. О.					
Т.контр.	Костюк Н. О.					
Реценз.	Костюк Н. О.					
Исполн.	Панчук В. Г.					
Утв.						

1.1.2 Точність, шорсткість поверхонь і їх взаємне розміщення

Таблиця 1.1.3- Технічні вимоги та точносні характеристики
деталі – «Штир 2750.7340-6350/002»

№ пов.	Поверхня, конфігурація, призначення поверхонь	Розміри, мм	Квалітет Точності	Точність форми	Шорсткість, Ra
1	2	3	4	5	6
1	Зовнішня фаска	1,6x45 ⁰	14	—	6,3
2	Зовнішня торцева поверхня	80	14	—	6,3
3	Внутрішня циліндрична пов.	Ø22	14	—	6,3
4	Зовнішня циліндрична пов.	Ø48	14	—	6,3
5	Зовнішня циліндрична пов.	Ø50	6	—	0,8
6	Зовнішня торцева поверхня	48	14		6,3
7	Зовнішня циліндрична пов.	Ø95	14	—	6,3
8-10	Внутрішня фаска	1,6x45 ⁰	14	—	6,3
11-13	Внутрішня циліндрична пов.	Ø16	8	—	0,8
14	Торцева поверхня	80	14	—	6,3
15	Внутрішня фаска	1,6x45 ⁰	14	—	6,3
16	Внутрішня циліндрична пов.	Ø32	7		6,3
17	Внутрішня торцева поверхня	40	14	—	6,3
18	Внутрішня циліндрична пов.	31	14	—	6,3
19	Внутрішня торцева поверхня	75	14	—	6,3
20-22	Внутрішня торцева поверхня	25	14	—	6,3
23-25	Внутрішня торцева поверхня	17	14	—	6,3
26-28	Внутрішня торцева поверхня	10	14	—	6,3
29-31	Внутрішня циліндрична пов.	Ø18	14	—	6,3
32-34	Внутрішня циліндрична пов.	Ø11	14		6,3
35	Зовнішня канавка	Ø49,5	14	—	6,3
36	Внутрішня торцева пов. канавки	0,3	14	—	6,3
37	Зовнішня фасонна поверхня	R1	14	—	6,3
38-39	Зовнішня фасонна поверхня	R0.5	14	—	6,3
40	Внутрішня фаска	120 ⁰	14	—	6,3
41	Внутрішня циліндрична пов.	Ø5,0	14	—	3,2
42	Внутрішня різьбова поверхня	M6	7	—	6,3

					БР.ПМ -308.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

Деталь «Штир 2750.7340-6350/002» належить до деталей типу тіл обертання. Креслення виконане правильно і технологічно, що підтверджується рядом факторів. Дотримано правило розмірного ланцюга, показані всі необхідні розрізи, перерізи та вигляди для повного розуміння конструкції деталі. Вказані всі розміри та загальна шорсткість. Означені технологічні параметри, радіуси заокруглення для виходу інструменту. На деталі є осьовий отвір, який є наскрізним, і через конструктивні особливості неможливо замінити його на глухий. На кресленні вказана загальна шорсткість $Ra = 6,3$ мкм, але не вказані граничні відхилення $H14$, $h14$, $\pm IT14/2$. Твердість деталі забезпечується механічними та фізичними властивостями матеріалу. Технологічність деталі визначається за трьома показниками – коефіцієнтом уніфікації, точністю і шорсткістю, для чого складається таблиця 4.

.Розрахунок технологічності

таблиця 4

№ поверхні	Точність, квалітет	Шорсткість, клас	Уніфіковані поверхні
1	2	3	4
1	14	6,3 (4)	-
2	14	6,3 (4)	-
3	14	6,3 (4)	-
4	14	6,3 (4)	-
5	6	0,8 (7)	-
6	14	6,3 (4)	-
7	14	6,3 (4)	-
8-10	14	6,3 (4)	3
11-13	8	0,8 (7)	3
14	14	6,3 (4)	-
15	14	6,3 (4)	-
16	7	6,3 (4)	-

					БР.ПМ -308.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1	2	3	4
17	14	6,3 (4)	-
18	14	6,3 (4)	-
19	14	6,3 (4)	-
20-22	14	6,3 (4)	3
23-25	14	6,3 (4)	3
26-28	14	6,3 (4)	3
29-31	14	6,3 (4)	3
32-34	14	6,3 (4)	3
35	14	6,3 (4)	-
36	14	6,3 (4)	-
37	14	6,3 (4)	-
38-39	14	6,3 (4)	2
40	14	6,3 (4)	-
41	14	3,2 (5)	-
42	7	6,3 (4)	-

1. Визначаємо коефіцієнт уніфікації:

$K_y = \frac{Q_{y\Sigma}}{Q_\Sigma}$; де $Q_{y\Sigma}$ - Сума уніфікованих поверхонь, Q_Σ - загальна кількість поверхонь.

$K_y = \frac{23}{42} = 0.55 < 0.6$, де 0,6 – мінімальний показник уніфікації.

Значить деталь по даному показнику не технологічна.

2. Визначаємо коефіцієнт точності:

$K_m = 1 - \frac{1}{A_{cp}}$; де $A_{cp} = \frac{\sum Ani}{\sum n}$; де $\sum Ani$ - сума добутку кількості поверхонь одного квалітету на даний квалітет, $\sum n$ - загальна кількість поверхонь.

$A_{cp} = \frac{36 \cdot 14 + 3 \cdot 8 + 2 \cdot 7 + 1 \cdot 6}{42} = \frac{504 + 24 + 14 + 6}{42} = 13,05$,

					БР.ПМ -308.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_m = 1 - \frac{1}{13,05} = 0,92 > 0,8 \text{ де}$$

0,8 – мінімальний показник точності.

Значить деталь по даному показнику технологічна.

3. Визначаємо коефіцієнт шорсткості:

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{\varphi}}; \text{ де } B_{\varphi} = \frac{\sum B_{ni}}{\sum n}; \text{ де } \sum B_{ni} - \text{сума добутку кількості поверхонь}$$

одного класу шорсткості на даний клас, $\sum n$ - загальна кількість поверхонь.

$$B_{\varphi} = \frac{37 \cdot 4 + 4 \cdot 7 + 1 \cdot 5}{42} = \frac{148 + 28 + 5}{42} = 4,31,$$

$$\text{де } K_{ш} = \frac{1}{4,31} = 0,23 > 0,16; \quad 0,16 - \text{мінімальний показник шорсткості.}$$

Значить деталь по даному показнику технологічна.

Дана деталь технологічна за двома показниками, а саме по показнику точності і шорсткості, це значить, що вона не складна у виготовленні.

					БР.ПМ -308.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Визначення програми випуску деталей і величини виробничої партії.

Середньосерійне виробництво характеризується широким асортиментом продукції, що випускається великими партіями, і відносно високими обсягами виробництва. У цьому типі виробництва використовується як універсальне, так і спеціалізоване обладнання, а іноді - спеціалізоване обладнання. Середньосерійне виробництво характеризується наступним:

- Оснастка здебільшого універсальна, іноді спеціальна, часто УЗД. У нашому випадку для фрезерних та свердлильних операцій використовується спеціальна оснастка.
- Ріжучий та вимірювальний інструмент переважно стандартизований, але частково застосовується і спеціалізований. Для обробки нашої деталі використовуються спеціалізовані різці для обробки канавок та спеціальна фреза для обробки заокруглень. Вимірювальний інструмент спеціальний для контролю проміжних розмірів деталі, а також спеціальні шаблони для контролю фасок та канавок.
- Висока кваліфікація робітників не потрібна, оскільки працівник виконує одну і ту ж операцію протягом тривалого часу. Для обробки цієї деталі зазвичай потрібен третій розряд робітника.

Визначаємо партію деталей.

В залежності від маси деталі типу виробництва задаємо програму випуску та приймаємо для середньо-серійного типу виробництва та масою деталі 1,5 кг, програма випуску становить $N = 10000$ штук. Ст. 24 табл. 3 [1].

Визначаємо партію за формулою:

$$n = \frac{N \cdot t}{\Phi_y},$$

де n – операційна партія, t – необхідний запас заготовок, для середньо-серійного типу виробництва $t = 5$. $\Phi_y = 251$ дні – число робочих днів у році.

$$n = \frac{10000 \cdot 5}{251} = 199 \text{ шт.}$$

Приймаємо партію рівною 200 штук.

					БР.ПМ -308.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4 Вибір способу отримання заготовки

Для виготовлення заготовок для валів найкраще використовувати прокат та штампування у закритих плоских штампах. Оскільки деталь невелика, використовуємо КГШП. Точність розмірів і шорсткість поверхні штампованих заготовок покращуються холодним калібруванням та плоским або об'ємним прогладжуванням (чеканкою). Для подальшого вибору заготовки проводимо розрахунки і записуємо їх у таблицю 4.

Вибір заготовки

таблиця 4

Штамповка	Прокат																				
1	2																				
<p>Вибираємо КГШП. Форма штампа плоска.</p> <p>1. Вибираємо точність штамповки – Т3, с.28 [2].</p> <p>2. Визначаємо теоретичну масу штамповки, $C_p = C_o \cdot K_p$, де C_o - маса деталі, K_p - коефіцієнт – 1.5, тоді $C_p = 1,5 \cdot 1,5 = 2,25 \text{ кг}$</p> <p>3. Визначаємо групу сталі – М2, для сталі з вмістом вуглецю 0,35-0,65% с.8 [2].</p> <p>4 Визначаємо степінь складності штамповки для цього знаходимо об'єм квадрату і його масу за формулою $M_k = \frac{\pi d^2}{4} \cdot l \cdot \rho$, де d - діаметр описаного кола $d = 95 \cdot 1.05 = 99,75 \text{ мм}$, l - довжина описаного кола $l = 80 \cdot 1.05 = 84 \text{ мм}$, ρ - густина матеріалу - 7,8 т/м³ $M_y = \frac{3.14 \cdot 99,75^2}{4} \cdot 84 \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 5,12 \text{ кг}$. Визначаємо степінь складності за формулою $C = \frac{C_o}{M_y} = \frac{1,5}{5,12} = 0,29$.</p>	<p>1. Вибираємо заготовку із прокату звичайної точності круглого січення Ø100 мм, згідно ГОСТ 2590-88 с. 169 Т.63 [5]</p> <p>2. Складаємо таблицю припусків та допусків на виготовлення прокату.</p> <p style="text-align: right;">Таблиця 4,2</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">№ пов</th> <th rowspan="2">Розмір</th> <th rowspan="2">Припуск</th> <th colspan="2">допуск</th> <th rowspan="2">прийнятний розмір</th> </tr> <tr> <th>+</th> <th>-</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7</td> <td>Ø95</td> <td>2,5x2</td> <td>0,5</td> <td>1,3</td> <td>100^{+0,5}_{-1,3}</td> </tr> <tr> <td>2 - 14</td> <td>80</td> <td>2.0x2</td> <td>1,0</td> <td>1,0</td> <td>80±1,0</td> </tr> </tbody> </table> <p>3. Визначаємо технічні вимоги згідно ГОСТ 2590-71</p> <p>3.1 Відхилення від площинності до 0,3 мм</p> <p>3.2 Допустима кривизна до 0,25мм</p> <p>3.3 Допустима кривизна різі 2мм</p>	№ пов	Розмір	Припуск	допуск		прийнятний розмір	+	-	7	Ø95	2,5x2	0,5	1,3	100 ^{+0,5} _{-1,3}	2 - 14	80	2.0x2	1,0	1,0	80±1,0
№ пов	Розмір				Припуск	допуск		прийнятний розмір													
		+	-																		
7	Ø95	2,5x2	0,5	1,3	100 ^{+0,5} _{-1,3}																
2 - 14	80	2.0x2	1,0	1,0	80±1,0																

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

БР.ЛІМ -308.00.000 ПЗ

Арк.

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

БР.ЛІМ -308.00.000 ПЗ

Арк.

Продовження табл. 4	
1	2
<p>Степін складності – С3 с.30 [2].</p> <p>5. Знаходимо вихідний індекс – 11 с.10 [2].</p> <p>6. Конфігурація штампа плоска .</p> <p>7. Припуски на розміри штамповки с.13 т.3[2]. на діаметральні розміри: 95 + 1,6 · 2 = 98,2мм 50 + 1,8 · 2 = 53,6мм 31 – 1,8 · 2 = 27,4мм 22 – 1,5 · 2 = 19,0мм</p> <p>на довжини штамповки: 80 + 1,5 · 2 = 83мм 48 + 1,5 – 1,2 = 48,3мм 75 + 1,5 – 1,3 = 75,2мм</p> <p>8. Знаходимо додаткові припуски с.14 т.4 [2]. Припуски на вгнутість та співвісність для діаметральних розмірів та площинність та прямолінійність для плоских поверхонь: 98,2 + 0,3 · 2 = 98,8мм 53,6 + 0,3 · 2 = 54,2мм 27,4 – 0,3 · 2 = 26,8мм 19,0 – 0,3 · 2 = 18,4мм</p> <p>9. Мінімальні радіуси заокруглення с.15 т.7 [2]. R=2,0мм.</p> <p>10. Визначаємо допуски с.17-19 т.8 [2]. на</p>	<p>4. Визначаємо масу прокату за формулою: $M_n = \frac{\pi d^2}{4} \cdot l \cdot \rho$, де d – діаметр заготовки, l – довжина заготовки, ρ – густина матеріалу. Маса прокату становить: $M_n = \frac{3,14 \cdot 100^2}{4} \cdot 80 \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 4,89 \text{ кг.}$</p> <p>5. Заходимо коефіцієнт використання матеріалу за формулою $K = \frac{M_o}{M_n} = \frac{1,5}{4,89} = 0,31$.</p> <p>6. Визначаємо собівартість прокату за формулою: $S_3 = \left(\frac{C}{1000} \cdot M_n \right) - (M_n - M_o) \cdot \frac{S_6}{1000},$ де C – вартість 1т прокату (14200 грн.), S₆ - вартість 1т стружки (2600грн). $S_3 = \left(\frac{14200}{1000} \cdot 4,89 \right) - (4,89 - 1,5) \cdot \frac{2600}{1000} = 60,624 \text{ грн.}$</p> <p style="text-align: center;">Виконуємо креслення заготовки</p>

діаметри:
 $98,8^{+1,3}_{-0,7}$, $54,2^{+1,3}_{-0,7}$, $26,8^{+0,5}_{-1,1}$, $18,4^{+0,5}_{-1,1}$

на лінійні розміри:

$83^{+1,6}_{-0,9}$, $48,3^{+1,2}_{-0,5}$, $75,2^{+1,3}_{-0,7}$.

11. Визначємо масу штамповки. Згідно розрахунків в програмі теоретична маса штамповки становить 2,15 кг
 12. Заходимо коефіцієнт використання матеріалу за формулою: $K = \frac{M_o}{M_s} = \frac{1,5}{2,15} = 0,69$

13. Розрахунки заносимо в таблицю Таблиця 4,1

№	Розмір	Припуск	допуск		прийнятий розмір
			+	-	
Діаметральні розміри					
7	Ø95	1,9x2	1,3	0,7	Ø98,8 ^{+1,3} _{-0,7}
5	Ø50h6	2,1x2	1,3	0,7	Ø54,2 ^{+1,3} _{-0,7}
18	Ø31	2,1x2	0,5	1,1	Ø26,8 ^{+0,5} _{-1,1}
3	Ø22	1,8x2	0,5	1,1	Ø18,4 ^{+0,5} _{-1,1}
Лінійні розміри					
2 - 14	80	1,5x2	1,6	0,9	83 ^{+1,6} _{-0,9}
2 - 6	48	1,5-1,2	1,2	0,5	48,3 ^{+1,2} _{-0,5}
14 - 19	75	1,5-1,3	1,3	0,7	75,2 ^{+1,3} _{-0,7}

14. Визначємо собівартість заготовки і

$$\text{виконуємо креслення: } S_3 = \left(\frac{C}{1000} \cdot M_3 \right) - (M_3 - M_o) \cdot \frac{S_e}{1000},$$

де С – вартість 1т заготовки (18200 грн),

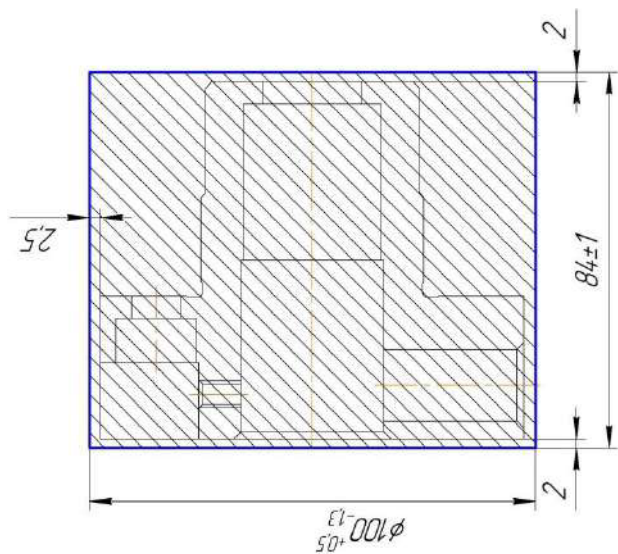


Рисунок 2 - прокат

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

Порівняльну характеристику заготовок заносимо таблицю 5
Порівняльна характеристика заготовок таблиця 5

Показники	Штамповка	Прокат
Маса (кг)	2,15	4,89
КВМ	0,69	0,31
Собівартість 1-ї (грн.)	37,44	60,624

Оскільки коефіцієнт використання металу при штампуванні на 38% вищий, ніж при прокатці, а ціна штампування нижча, ніж прокату, ми обираємо заготовку штампування.

					БР.ПМ -308.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5. Розробка маршруту обробки деталі

Таблиця 1.5.1 – Проектний маршрут механічної обробки деталі

№ операції	Назва та зміст операції	Модель верстату	Пристрій
1	2	3	4
005	Заготівельна	-	-
010	Токарно-гвинторізна (обробка з права) 1. Точити поверхню 2; 2. Свердлити поверхню 3 3. Точити поверхню 5 (начорно); 4. Точити поверхню 6 5. Точити поверхню 5 (начисто) 6. Точити поверхню 4 7. Точити канавку 35 8. Точити фаску 1	16K20	Трьохкулачковий самоцентруючий патрон
015	Токарно-гвинторізна (обробка з ліва) 1. Точити поверхню 14 2. Точити поверхню 7 3. Розточити поверхню 18 4. Розточити поверхню 19 5. Розточити поверхню 16 (начисто) 6. Розточити фаску 15	16K20	Трьохкулачковий самоцентруючий патрон
020	Фрезерна з ЧПК 1.Фрезерувати пази 25 -23	6P13Ф3	Пристрій спеціальний
025	Свердлильна з ЧПК 1. Свердлити три отвори 32-34 2. Свердлити 29-31 3. Цекувати внутрішній торець отворів 29-31	2P135Ф3	Пристрій спеціальний
030	Вертикально свердлильна 1. Свердлити отвір 41 2. Зенкувати фаску 40 3. Нарізати різьбу 42 4. Свердлити три отвори 13-31 5. Зенкувати три фаски 10-8	2H125	Пристрій спеціальний
035	Внутрішньо-шліфувальна (шліфування отвору Ø32H7) 1. Шліфувати отвір Ø32H7	3K228	Пристрій спеціальний
040	Кругло-шліфувальна 1. Шліфувати поверхню 5	3M151	Пристрій спеціальний
045	Термічна	-	-
050	Контрольна	-	-

					БР.ПМ -308.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.6. Розробка операційної технології

1.6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку і визначення технологічних розмірів.

Для досягнення точності та якості, необхідних для обробки деталей, необхідний процес обробки, під час якого з поверхні деталі видаляється шар металу (званий заготовкою).

Надмірні припуски можуть призвести до перевитрати матеріалів при виготовленні деталей машин і вимагати додаткових перетворень технології. Це збільшує складність процесу обробки, споживає інструменти та електроенергію, збільшує витрати на обробку та ускладнює досягнення необхідної точності на нестандартних верстатах. При цьому самий зносостійкий поверхневий шар заготовки можна повністю видалити.

Завищені запаси не забезпечують повного видалення дефектних поверхневих шарів і отримання необхідної точності обробки поверхні, що збільшує кількість дефектних деталей і підвищує собівартість продукції. Тому визначення оптимальних припусків на обробку і технічних допусків на розміри заготовки на різних етапах має важливе техніко-економічне значення. Розрахунок припусків на механічну обробку зовнішньої циліндричної поверхні – $\varnothing 50h6(-0.016)$.

Спосіб отримання заготовки – штампування на ГKM.

Клас точності заготовки Т3.

Точність оброблюваної поверхні 6 квалітет.

таблиця 7

Технологічні операційні переходи	Елементи припусків, мкм			2Z _{min} (мкм)	Розрахунковий розмір, d_p , мм	Допуск, δ , мкм	Граничні розміри		Граничні припуски	
	R_z	T	ρ				d_{max}	d_{min}	$2z_{max}^{np}$	$2z_{min}^{np}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Заготівельна	150	250	1300		54,2	2000	55,4	53,4		

					БР.ПМ -308.00.000 ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Продовження таблиці 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Токарна з ЧПК (чорнова)	50	50	150	2*1700	50,6	300	50,66	50,36	4740	3000
Токарна з ЧПК (чистова)	20	25	5	2*250	50,1	74	50,16	50,086	500	274
Круглошліфу- вальна	10	20	4	2*50	50	16	50,008	49,98	160	106

$$\rho_z = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{см}}^2}$$

$$\text{де } \rho_{\text{кор}} = \sqrt{(\Delta_k \cdot l)^2 + (\Delta_k \cdot d)^2} = \sqrt{(0,12 \cdot 36)^2 + (0,12 \cdot 50)^2} = 7,4 \text{ мкм}$$

$$\rho_{\text{см}} = 1300 \text{ мкм}$$

Δ_k – табл. 4.8 ст 71[]

$$\rho_z = \sqrt{7,4^2 + 3000^2} = 3000 \text{ мкм}$$

$$\rho_1 = 0,1 \cdot 1300 = 150 \text{ мкм}$$

$$\rho_2 = 0,005 \cdot 1300 = 5 \text{ мкм}$$

$$\rho_3 = 0,003 \cdot 1300 = 4 \text{ мкм}$$

Значення припусків вибираю з [4, с. 186, табл. 27]:

для шліфування $2Z_{\text{min}}=106 \text{ мкм}$;

для чистового точіння $2Z_{\text{min}}=274 \text{ мкм}$;

для чорнового точіння $2Z_{\text{min}}=3000 \text{ мкм}$.

В графу розрахунковий розмір записую найменший діаметр деталі

$$d_{\text{min}} = 49,98 \text{ мм.}$$

Визначаю розрахункові розміри:

$$\text{для чистового точіння } d_{1\text{min}} = 49,98 + 0,106 = 50,086 \text{ мм};$$

$$\text{для чорнового точіння } d_{2\text{min}} = 50,086 + 0,274 = 50,36 \text{ мм};$$

					БР.ПМ -308.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для заготовки $d_{3ar.min} = 50,36 + 3,000 = 53,36$ мм.

Значення допусків кожного переходу приймаю у відповідності з якітетом точності.

Визначаю максимальні граничні розміри додаючи до мінімальних граничних розмірів поле допуску відповідних переходів:

для шліфування $d_{max} = 49,98 + 0,016 = 50,0$ мм;

для чистового точіння $d_{1max} = 50,086 + 0,074 = 50,16$ мм;

для чорнового точіння $d_{2max} = 50,36 + 0,300 = 50,66$ мм;

для заготовки $d_{3ar.max} = 53,36 + 2,000 = 55,4$ мм.

Мінімальні граничні значення припусків $Z_{i.min}$ визначаю як різницю

мінімальних граничних розмірів і $Z_{i.max}$ як різницю максимальних граничних розмірів попереднього і виконуваного переходу

$$2z_{2min} = 50,086 - 49,98 = 0,106_{\text{мм}} = 106 \text{ мкм};$$

$$2z_{2max} = 50,16 - 50,0 = 0,16_{\text{мм}} = 160 \text{ мкм};$$

$$2z_{1min} = 50,36 - 50,086 = 0,274_{\text{мм}} = 274 \text{ мкм};$$

$$2z_{1max} = 50,66 - 50,16 = 0,5_{\text{мм}} = 500 \text{ мкм}.$$

$$2z_{3min} = 53,36 - 50,36 = 3,000_{\text{мм}} = 3000 \text{ мкм};$$

$$2z_{3max} = 55,4 - 50,66 = 4,740_{\text{мм}} = 4740 \text{ мкм}.$$

Перевірка: $T_{dзаг.} - T_{дет.} = \Sigma 2Z_{max} - \Sigma 2Z_{min};$

$$2000 - 16 = 5336 - 3380 = 0.$$

					БР.ПМ -308.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

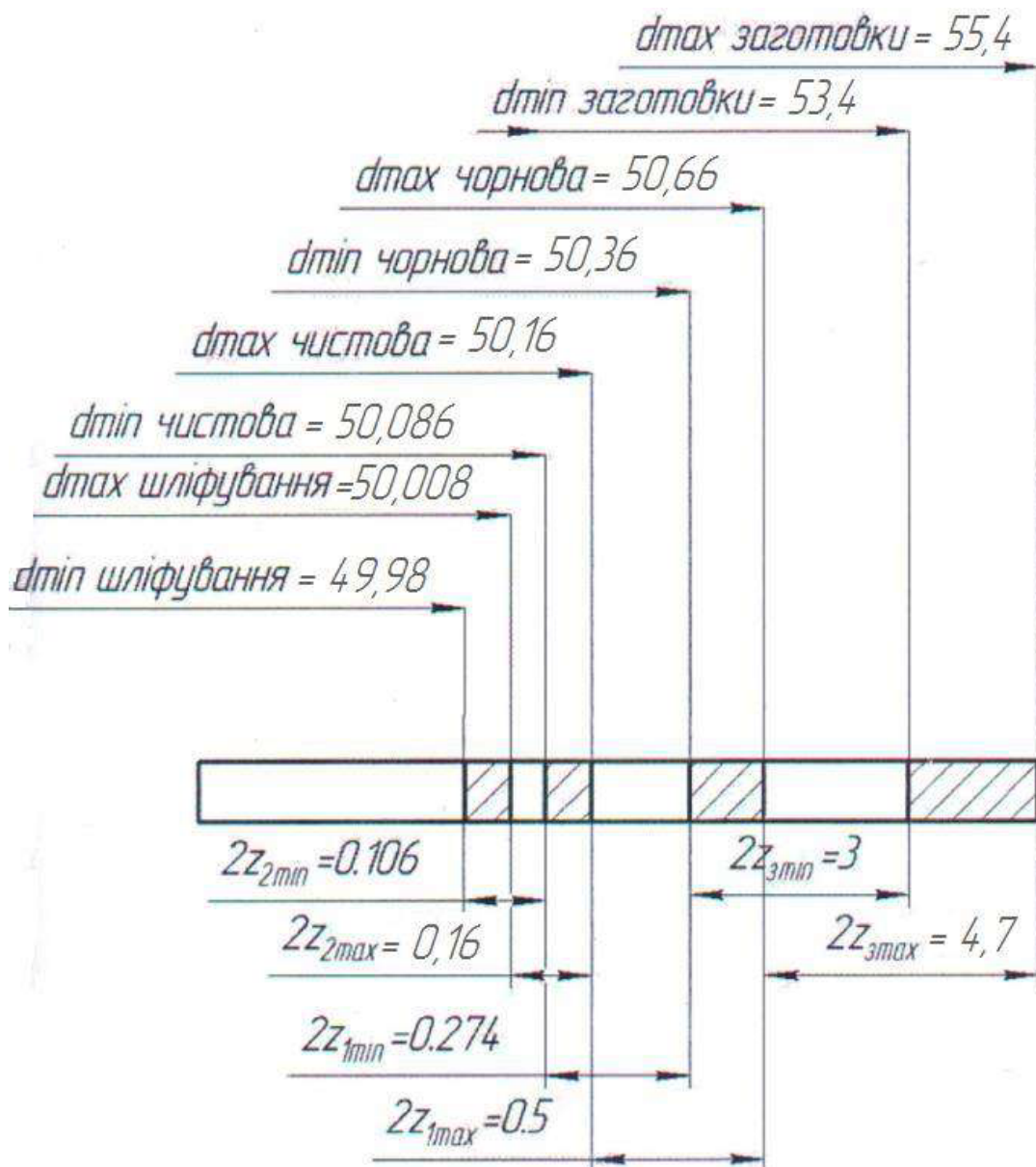


Рисунок 3 - Схема розміщення полів допусків для розміру $\varnothing 50h6(-0.016)$.

					БР.ПМ -308.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.6.2. Розрахунок режимів різання та норм часу Визначення режимів різання.

Проводимо розрахунок режимів різання на токарну операцію (точіння поверхні $\varnothing 50h6_{(-0,016)}$). Операція 010 Токарно-гвинторізна

При обробці цієї поверхні на верстаті 16К20 . Для обробки вибираємо Різець 2103-0007 Т5К10 ГОСТ 18879-73:

Різець правий прохідний упорний з пластиною із твердого сплаву;

Січення державки 25*16;

Загальна довжина різця 140 мм;

Радіус округлення 1 мм;

Довжина робочої частини 15 мм;

Кут врізання 10^0 ;

Головний кут в плані 90^0 ;

Допоміжний кут в плані 10^0 ;

Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v \text{ м/хв.};$$

де C_v , m , x , y – показники степенем і коефіцієнти при точінні;

$T=50$ ($T=T_m \cdot K$; $T_m=50$; $K=L_{\text{різ}}/L_{\text{роб.ходу}}=1$) – період стійкості в хв.;

t – глибина різання мм;

S – подача.

$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{ev}$ - поправочний коефіцієнт швидкості різання , який враховує вплив механічний властивостей, стану поверхні заготовки, марки матеріалу і ін. на швидкість різання. ([7], ст. 262-275)

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_g} \right)^{n_v} = 0.7 \cdot \left(\frac{750}{590} \right)^1 = 1,27; \quad K_{iv} = 0,8; \quad K_{ev} = 1,4;$$

$$K_v = 1,27 \cdot 0,8 \cdot 1,4 = 1,42;$$

Чорнове точіння

Глибина $t=1,8$ мм; Подача $S=0,4$ мм/об;

$$C_v = 350; \quad m=0,2; \quad x=0,15; \quad y=0,35;$$

					БР.ПМ -308.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V = \frac{350}{50^{0.2} \cdot 1,8^{0.15} \cdot 0.4^{0.35}} = 142 \text{ м/хв};$$

Чистове точіння

Глибина $t=0,25$ мм; Подача $S=0,15$ мм/об;

$C_v=450$; $m=0,2$; $x=0,15$; $y=0,2$;

$$V = \frac{420}{50^{0.2} \cdot 0,25^{0.15} \cdot 0.15^{0.2}} = 203 \text{ м/хв};$$

Частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} \text{ об/хв.};$$

Чорнове точіння

$$n = \frac{1000 \cdot 142}{3.14 \cdot 54,2} = 834$$

Чистове точіння

$$n = \frac{1000 \cdot 203}{3.14 \cdot 50,6} = 1278$$

Оскільки частота обертання шпинделя верстата 16К20Ф3 не перевищує 2000 об/хв. , приймаємо:

Чорнове точіння $n=800$ об/хв. ;

Чистове точіння $n=1250$ об/хв. ;

Уточнюємо швидкість різання

$$V = \frac{n \cdot \pi \cdot d}{1000} \text{ м/хв ;}$$

$$\text{Чорнове точіння } V = \frac{800 \cdot 3.14 \cdot 54,2}{1000} = 136 \text{ м/хв. ;}$$

$$\text{Чистове точіння } V = \frac{1250 \cdot 3.14 \cdot 50,6}{1000} = 199 \text{ м/хв.};$$

Визначаємо силу різання при точінні крім чистового, оскільки там зусилля різання незначне.

$$P_z = 10 \cdot C_{pz} \cdot t_{pz}^x \cdot S_{pz}^y \cdot V_{pz}^n \cdot K_{iz}$$

					БР.ПМ -308.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $C_{pz} = 300$, $x=1.0$; $y=0.75$; $n= -0.15$ - показники степенем і коефіцієнти при точінні;

$$K_{iz} = K_M \cdot K_\phi \cdot K_r \cdot K_\gamma \cdot K_h = \left(\frac{590}{750} \right)^{0.75} \cdot 0,83 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,83 - \text{поправочний коефіцієнт сили}$$

різання;

Чорнове точіння

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,8^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 136^{-0,15} \cdot 0,83 = 1079 \text{ Н};$$

Визначаємо крутний момент різання $M = P_z x d / 2$;

Чорнове точіння $M = 1079 \times 54,2 / 2 = 29241 \text{ Н/мм}$;

$$\text{Визначаємо потужність різання } N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} ;$$

Чорнове точіння $N = 1079 \times 136 / 1020 \times 60 = 2,4 \text{ кВт}$;

Оскільки потужність електродвигуна верстата складає 10 кВт, то на даному верстаті цілком можливо (виходячи з параметрів потужності) провести обробку деталі.

$$\text{Визначаємо основний технологічний час } T_o = \frac{l + \Delta + Y}{n \cdot s} i,$$

де $\Delta + Y = 3 \text{ мм}$ – величина перебігу та врізання ([8], ст..299)

i – кількість проходів, $i = 1$.

Чорнове точіння $T_o = ((46,2 + 4) / 800 \times 0,4) \times 1 = 0,16 \text{ хв}$;

Чистове точіння $T_o = ((48 + 4) / 1250 \times 0,15) \times 1 = 0,28 \text{ хв}$;

					БР.ПМ -308.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зведення таблиці режимів різання

Таблиця №9

№ операції	№ переходу	Зміст переходу	Д (В) мм	t мм	L мм	i/a	табличне значення режимів різання				прийнятні значення режимів різання				Література
							S мм ³ /об	V м/хв	v _{п-1} ХВ.	S мм ³ /об	V м/хв	v _{п-1} ХВ.	N кВТ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
010	1	Точити поверхню 2;	54,2	1,5	17,9	1	0,2	135	793	0,2	136	800	2,3	с.209 к 108 [6]	
	2	Свердлити поверхню 3	22	1,8	6,3	1	0,4	105	1519	0,4	110	1600	2,2	с.212 к 109 [6]	
	3	Точити поверхню 5 (начорно);	54,2	1,8	46,2	1	0,4	142	834	0,4	136	800	2,4	с.214-215 к.111 [6]	
	4	Точити поверхню 6;	98,8	1,2	24,1	1	0,2	145	467	0,2	155	500	2,3	с.378 [6]	
	5	Точити поверхню 5 (начисто);	50,6	0,25	48	1	0,15	203	1278	0,15	199	1250	2,1		
	6	Точити поверхню 4;	50,1	1,05	28	1	0,4	144	915	0,4	157	1000	2,4		
	7	Точити канавку 35;	50,1	0,3	3	1	0,4	124	788	0,4	126	800	1,8		
	8	Точити фаску 1;	48	1,6	1,6	1	0,2	102	677	0,2	95	630	1,2		
015	1	Точити поверхню 14;	98,8	1,5	36	1	0,2	143	460	0,2	155	500	2,4	с.36 к 1 [6],	
	2	Точити поверхню 7;	98,8	1,9	32	1	0,4	133	428	0,4	155	500	2,5	с. 103 к 41 [6],	
	3	Розточити поверхню 18;	26,8	2,1	75,2	1	0,4	103	1223	0,4	101	1200	2,6	с. 104-105 к 42[6],	
	4	Розточити поверхню 19;	22	1,3	4,5	1	0,2	102	1476	0,2	110	1600	1,8	с.106 к43[6],	
	5	Розточити пов. 16 (начисто);	31	0,20	40	2	0,15	164	1684	0,15	156	1600	2,0	с. 117 к53[6],	
	6	Розточити фаску 15;	32	1,6	1,6	1	0,2	112	1114	0,2	121	1200	1,2	с. 118-119 к 54[6],	
020	1	1.Фрезерувати пази 25 -23	25	3,4	22	5	0,4	74	942	0,4	71	900	4,1	с.36 к 1 [6], с. 44-45 к 6 [6],	
025	1	Свердлити три отвори 32-34	11	5,5	5	3	0,2	52	1505	0,2	55	1600	1,6	с .107 к43[6],	
	2	Свердлити 29-31	18	3,5	8	3	0,2	58	1026	0,2	56	1000	1,7	с. 108-109 к 44[6],	
	3	Цекувати пов 26-28	18	3,5	2	3	0,18	64	1132	0,18	68	1200	1,2		

Змн.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

БР.ПІМ -308.00.000 ПЗ

Арк.

Продовження таблиці 9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
030	1	Свердлили отвір 41	5	2,5	9,5	1	0,2	28	1783	0,2	25	1600	1,1	с.36 к 1 [6], с. 103 к 41 [6], с.107 к43[6], с. 108-109 к 44[6],
	2	Зенкувати фаску 40	6,3	1	1	1	0,18	34	1719	0,18	32	1600	0,8	
	3	Нарізати різьбу 42	5	1	9,5	1	1	21	1337	1	22	1400	0,9	
	4	Свердлили три отвори 13-31	16	8	31,5	3	0,4	57	1134	0,4	60	1200	1,5	
	5	Зенкувати три фаски 10-8	20	1,6	1,6	3	0,18	58	923	0,18	63	1000	0,8	
035	1	Шліфувати отвір Ø32H7	32	0,05	40	1	0,05	30	298	0,05	30	300	3,12	с.303 т.56 [7]
040	1	Шліфувати поверхню 5	50,1	0,05	17,3	1	0,2	42	267	10	47	300	2,83	с.298 т.42 [7]

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

БР.ПІМ -308.00.000 ПЗ

Арк.

Розрахунок основного часу

Таблиця №10

№ операції	№ переходу	Розрахункова формула	L (мм)	i	n (хв ⁻¹)	S мм/хв мм/об	Тм (хв)	Література
1	2	3	4	5	6	7	8	9
010	1	$T_M = \frac{L}{n \cdot S} i$	17,9	1	800	0,2	0,14	С. 19 [6]
	2		6,3	1	1600	0,4	0,02	
	3		46,2	1	800	0,4	0,16	
	4		24,1	1	500	0,2	0,28	
	5		48	1	1250	0,15	0,28	
	6		28	1	1000	0,4	0,08	
	7		3	1	800	0,4	0,02	
	8		1,6	1	630	0,2	0,01	
							0,99	
015	1	$T_M = \frac{L}{n \cdot S} i$	36	1	500	0,2	0,4	С. 19 [6]
	2		32	1	500	0,4	0,18	
	3		75,2	1	1200	0,4	0,16	
	4		4,5	1	1600	0,2	0,02	
	5		40	2	1600	0,15	0,36	
	6		1,6	1	1200	0,2	0,01	
							1,13	
020	1	$T_M = \frac{L}{S} i$	22	5	900	0,4	0,35	С. 19 [6]
							0,35	
025	1	$T_M = \frac{L}{n \cdot S} i$	5	3	1600	0,2	0,07	С. 19 [6]
	2		8	3	1000	0,2	0,16	
	3		2	3	1200	0,18	0,04	
							0,27	
030	1	$T_M = \frac{L}{n \cdot S} i$	9,5	1	1600	0,2	0,04	С. 19 [6]
	2		1	1	1600	0,18	0,01	
	3		9,5	1	1400	1	0,01	
	4		31,5	3	1200	0,4	0,21	
	5		1,6	3	1000	0,18	0,03	
							0,30	
035	1	$T_M = \frac{h}{n_3 \cdot S} \cdot i \cdot K,$	40	1	300	0,05	2,3	С. 19 [6]
							2,3	
040	1	$T_M = \frac{L \cdot h}{n \cdot S \cdot t} i \cdot K$	17,3	1	300	10	0,13	С. 19 [6]
							0,13	
Всього:							5,47	

					БР.ПМ - 308.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Визначаємо час на відпочинок та особисті потреби: $t_{oc} = \frac{a \cdot t_{опер}}{100} = \frac{4 \cdot 1,22}{100} = 0,05хв.$

де а- процент від оперативного часу. К88 с.203 [8].

6. Знаходимо величину штучного часу:

$$t_{шт} = t_{опер} + t_{обс} + t_{відп} = 1,22 + 0,05 + 0,05 = 1,32хв.$$

7. Визначаємо величину підготовчо-заключного часу:

$$t'_{пз} = 21хв \text{ к32 п8 с.111 [8];}$$

$$t''_{пз} = 7,0хв \text{ к32 п24 с.111 [8];}$$

$$t_{пз} = t'_{пз} + t''_{пз} = 21 + 7,0 = 28хв.$$

8. визначаємо величину штучно-калькуляційного часу:

$$t_{шт.к} = \frac{t_{пз}}{n} + t_{шт} = \frac{28}{200} + 1,32 = 1,46хв., \text{ де } n - \text{ партія деталей.}$$

На інші операції норми часу заносимо в таблицю.

					БР.ПМ - 308.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зведена таблиця рахунку норм часу

Таблиця №11

№ операції	Назва операції	Модель верстата	з точн.; хв.	$\frac{T_{пз}}{n}$, хв.	Тусг; хв.	Пер; хв.	Твим; хв.	Тосс; хв.	Твдц; хв.	Тшт; хв.	Тшт.к; хв.	Літе-регура
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
010	Токарно-гвинторізна	16К20	0,99	24/200	0,24	0,86	0,62	0,12	0,12	3,29	3,41	к19 п2 с.70 [8]. К19 п23 с.70 [8]. К1 с.31 [8]. к19 с.70 [8].
015	Токарно-гвинторізна	16К20	1,13	24/200	0,24	1,08	0,56	0,14	0,14	3,77	3,89	к19 п2 с.70 [8]. К19 п23 с.70 [8]. К1 с.31 [8]. к19 с.70 [8].
020	Фрезерна з ЧПК	6Р13Ф3	0,35	28/200	0,32	0,36	0,06	0,05	0,05	1,32	1,46	К86 л7 п6158 с.191 [8]. К31 п2 с.108 [8]. К31 п.19 с.109 [8]. К87 с.202 л3 [8].
025	Свердильна з ЧПК	2Р135Ф3	0,27	21/200	0,25	0,86	0,56	0,14	0,14	2,76	2,98	К86 л7 п6158 с.191 [8]. К31 п2 с.108 [8]. К31 п.19 с.109 [8]. К87
030	Вертикально свердильна	2Н125	0,30	20/200	0,20	0,64	0,41	0,12	0,12	2,82	3,01	К86 л7 п6158 с.191 [8]. К31 п2 с.108 [8]. К31 п.19 с.109 [8]. К87
035	Внутрішньо-шліфувальна	3К228	2,3	24/200		1,56		0,13	0,17	2,51	2,84	К86 л7 п6158 с.191 [8]. К31 п2 с.108 [8]. К31 п.19 с.109 [8]. К87
040	Кругло-шліфувальна	3М151	0,13	24/200		0,54		0,13	0,17	0,9	1,02	К86 л7 п6158 с.191 [8]. К31 п2 с.108 [8]. К31 п.19 с.109 [8]. К87

2. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1. Проектування верстатного пристрою

2.1.1 Опис призначення, конструкції і принципу роботи пристрою.

Пристрій верстатний призначений для виконання свердлильних робіт. Деталь встановлюється на плиту 1 до упору. За допомогою ключа повертається вісь 2, яка в свою чергу заставляє рухатись плити 1 у зустрічному напрямку за допомогою лівої та правої різьби на вісі та плитах, які в свою чергу переміщують призми 8, які виконують надійне закріплення деталі. Розтиск деталі відбувається аналогічно, тільки повертати вісь 2 потрібно у зворотному напрямку тоді призми 8 будуть рухатись в протилежних напрямках, що спричинить розтискання деталі.

Спосіб налагодження пристрою.

Обробку проводимо на свердлильному верстаті з ЧПК згідно програми. Пристрій встановлюється на плиті стола та базується в пазах при допомозі шпонок і закріплюється за допомогою чотирьох болтів.

2.1.2 Розрахунок потрібної сили затиску заготовки в пристрої

Визначаємо головну складову сили різання P_Z , Н

$$P_o = 10C_pSD^qK_{MP}, \text{ де}$$

C_p – стала для оброблюваного матеріалу – 68, S – подача – 0,2 мм/об, D – діаметр свердла – 11 мм, і показники степеней: x – -, y – 0.9, q – 1,0, K_{MP} – поправочний коефіцієнт, який залежить від матеріалу обробки (сталь 45)

$$K_{MP} = (\sigma_{\phi}/750)^{n_p}, \text{ де } n_p = 0.75, \text{ тоді } K_{MP} = (750/750)^{0.75} = 1$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 0.2^{0.9} \cdot 11 \cdot 1 = 942 \text{ Н}$$

Визначаємо крутний момент за формулою:

$$M_{кр} = 10C_mSD^qK_{MP}$$

C_m – стала для оброблюваного матеріалу – 0,0345, S – подача – 0,2 мм/об, D – діаметр свердла – 11 мм, і показники степеней: x – -, y – 0.8, q – 1, K_{MP} – поправочний коефіцієнт, який залежить від матеріалу обробки

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПІМ - 308.00.000 ПЗ				

$$K_{MP} = (\sigma_0/750)^{n_p}, \text{ де } n_p = 0.75, \text{ тоді } K_{MP} = (750/750)^{0.75} = 1$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 0,20^{0,8} \cdot 11^1 \cdot 1 = 0,82 \text{ H / м}$$

В процесі свердління крутний момент, який старається повернути деталь відносно осі.

Схема дії показана на рисунок 5.

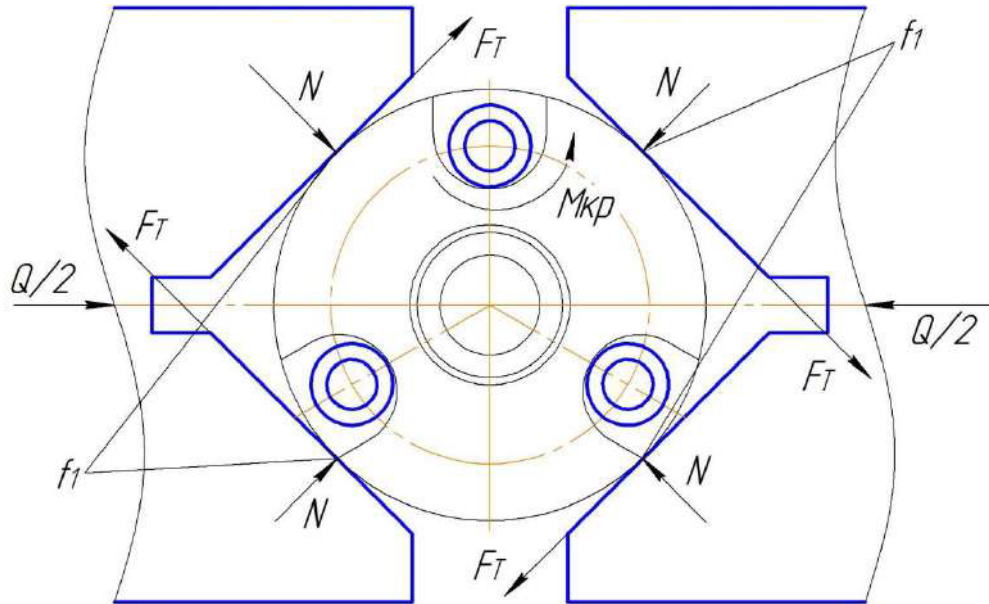


Рисунок 5 Схема до розрахунку сил затиску

Складаємо рівняння рівноваги:

$$M_{кр} K - M_{T1} - M_{T2} = 0;$$

$$M_{T1} = 2Qf;$$

$$M_{T2} = Q \frac{d}{2} \cdot f \left(1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right);$$

Звідки отримуємо формулу:

$$Q = \frac{M_{кр} \cdot K}{\frac{d}{2} f \left(1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right)};$$

де f – коефіцієнт тертя в місцях контакту;

α – кут призми рівний 90^0 ; d – діаметр деталі

K – коефіцієнт запасу

$f = 0.15$ – коефіцієнт тертя.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ - 308.00.000 ПЗ				

Визначаємо коефіцієнт запасу.

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6,$$

де K_0 – гарантований коефіцієнт запасу рівний 1.5,

K_1 – коефіцієнт враховує випадкові нерівності деталі – 1.0,

K_2 – коефіцієнт враховує затуплення інструменту – 1.0,

K_3 – коефіцієнт враховує перервне різання – 1.2,

K_4 – коефіцієнт враховує стабільність затиску – 1.3,

K_5 – коефіцієнт враховує зручність затискного механізму – 1.0,

K_6 – коефіцієнт враховує повертаючи моменти – 1.0,

$$K = 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1 = 2,54;$$

Тоді підставимо у початкову формулу і визначимо силу затиску:

$$Q = \frac{0,82 \cdot 2,54}{\frac{0,095}{2} \cdot 0,15 \cdot \left(1 + \frac{1}{\sin \frac{90^\circ}{2}} \right)} = 842H$$

2.1.3. Розрахунок конструктивних параметрів рушія.

Вибір типу затискача та його конструктивних розмірів

Для даного пристрою доцільно використовувати різьбове з'єднання.

Визначаємо мінімальний діаметр різьби з умова міцності на розтяг

$$\sigma_p = \frac{4F}{\pi \cdot d^2} \leq [\sigma_p];$$

де $F=842$ Н – зусилля, яке працює на розтяг;

d - діаметр різьби, мм ;

$[\sigma_p]$ - допустимі напруження розтягу для сталі 45 ГОСТ 1050-88;

$[\sigma_p]=80$ МПа,

$$d = \sqrt{\frac{4F}{\pi \cdot [\sigma_p]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 842}{3,14 \cdot 80}} = 12,52 \text{ мм.}$$

З конструктивних міркувань приймаємо $d=18$ мм.

Умова міцності на зминання:

$$\sigma_{zm} = \frac{F}{d \cdot \delta} \leq [\sigma_{zm}],$$

					БР.ПМ - 308.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $[\sigma_{зм}]$ - допустиме напруження зминання, мПа;

$$[\sigma_{зм}] = 170 \text{ мПа.}$$

δ - довжина згвинчування.

Отже, за (3.6)

$$\delta = \frac{F}{d \cdot [\sigma_{зм}]} = \frac{842}{18 \cdot 170} = 0,27 \text{ мм.}$$

Мінімальне число витків

$$h = \frac{\delta}{P} = \frac{0,27}{1} = 0,27, \text{ приймаємо } n_{\min} = 12,$$

де $P=1$ – крок різьби. Приймаємо довжину різьбової втулки $l=12$ мм.

Розрахунок початкової сили рушія та його конструктивно-розмірні параметри.

Визначаємо силу на ручці затискача за формулою:

$$W = Q \frac{r_{cp}}{L} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_3), \text{ де } \varphi_3 = \operatorname{arctg} f_3 = \operatorname{arctg} 0,15 = 8,5^\circ$$

$$r_{cp} = 16,701/2 \approx 8,85 \text{ мм, згідно ГОСТ 24705-81}$$

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{P_{HP}}{\pi d_{cp}} = \operatorname{arctg} \frac{1}{11,701 \cdot \pi} = 1,08^\circ$$

Визначаємо довжину ручки ключа:

$$L = Q \frac{r_{cp}}{W} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_3)$$

Де W – мускульна сила затиску в умовах нашого типу виробництва приймаємо 20Н

$$L = 842 \frac{8,85}{20} \operatorname{tg}(1,95^\circ + 8,5^\circ) = 136 \text{ мм}$$

Згідно ГОСТ 2839-80 приймаємо ключ 7814-0412

при $L=160$ мм – довжина ручки ключа.

$$W = 842 \frac{8,85}{160} \operatorname{tg}(1,08^\circ + 8,5^\circ) = 16,6 \text{ Н}$$

Розрахунок слабкої ланки пристрою на міцність, опори та зносостійкість.

Слабкою ланкою є вісь оскільки вона працює на розтиск, діаметр вісі в найтоншому місці становить 14 мм

$$\sigma = \frac{F}{S} = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4 \cdot 482}{3,14 \cdot 14^2} = 3,13 \text{ МПа} < [\sigma] = 80 \text{ МПа},$$

отже умова виконується

					БР.ПМ - 308.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок опори на зносостійкість.

Характеристикою стійкості проти спрацювання призми служить зносостійкість S , під якою розуміють кількість установок N заготовок у пристрій, яка викликає зміну розміру опори на 1 мкм.

Спрацювання призми визначається:

$$Y = \frac{1}{\sin \alpha / 2} \left[\frac{C_m \cdot q}{10K_{cn}} + \frac{1,15C_s}{K_{cn}^{0,4}} (q/d)^{0,2} + 1,07 \frac{C_m}{K_{cn}^{\frac{5(V_0+V_3)}{1}}} (q/d)^{\frac{1}{10(V_0+V_3)}} \right]$$

$q=482$ Н – сумарне лінійне навантаження, що діє по нормалі до робочих поверхонь призми, Н/мм;

$d=95$ мм – діаметр циліндричної поверхні заготовки;

r_{cn} – радіус спрацьованої сферичної опори, мм;

$$r_{cn} = \frac{r^2}{r - 8u}$$

r – радіус виготовлення сферичної опори, мм;

u – лінійне спрацювання опори, мм;

α – кут призми, град;

v – безрозмірні параметри опорної кривої;

K_{cn} – безрозмірний коефіцієнт, що враховує вплив спрацювання призми;

$$K_{cn} = \sqrt{R_{cn}(R_{cn} - 0,5d)}$$

R_{cn} – радіус спрацьованої поверхні призми, мм;

$$R_{cn} = 0,125 \left[2\sqrt{d \cdot u} + (0,5 \cdot Td + u) \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} \right]^2 \cdot \frac{1}{u}$$

C_m, C_s, C_t – безрозмірні коефіцієнти;

Згідно [8]с. 40 $r_{cn}=r, u=0; K_{cn}=1;$

$C_m=0,027; K=0,82; \alpha=0,695; K_1=0,62; \alpha_1=0,55;$

$C_s=K=(1+W_3)^{\alpha}$

$W_3=10$ мкм; $v_3=1,94$ мкм; [8]с. 40 табл. 1.6; $v_0=1,4;$

$$R_{cc} = 0,125 \left[2\sqrt{0,028 \cdot 0} + (0,5 \cdot 0,084 + 0) \operatorname{ctg} \frac{90}{2} \right]^2 \cdot \frac{1}{0} = 0,010 \text{ мм};$$

$$C_s=K=(1+10)^{0,695}=5,29;$$

$$K_{cn} = \sqrt{0,010(0,010 - 0,5 \cdot 0,028)} = 0,008;$$

					БР.ПМ - 308.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Y = \frac{1}{90/2} \left[\frac{0,027 \cdot 549,5}{0,008} + \frac{1,15 \cdot 5,29}{0,008^{0,4}} (482/95)^{0,2} + 1,07 \frac{1}{0,027^{5(1,4+1,94)}} (482/95)^{\frac{1}{10(1,4+1,94)}} \right] = 0,21 \text{ мкм}$$

2.1.4. Розрахунок пристрою на точність

При даній схемі обробки похибка на розмір $\varnothing 11$ не залежить від точності пристрою, а від точності виготовлення інструменту. Похибка на розмір 70 похибка рівна нулю, оскільки пристрій само центрує деталь відносно даного розміру, а похибка буде виникати тільки в позиціюванні інструменту на розмір системою ЧПК. Похибка по довжині отвору не розглядається, оскільки отвір свердлиться наскрізь.

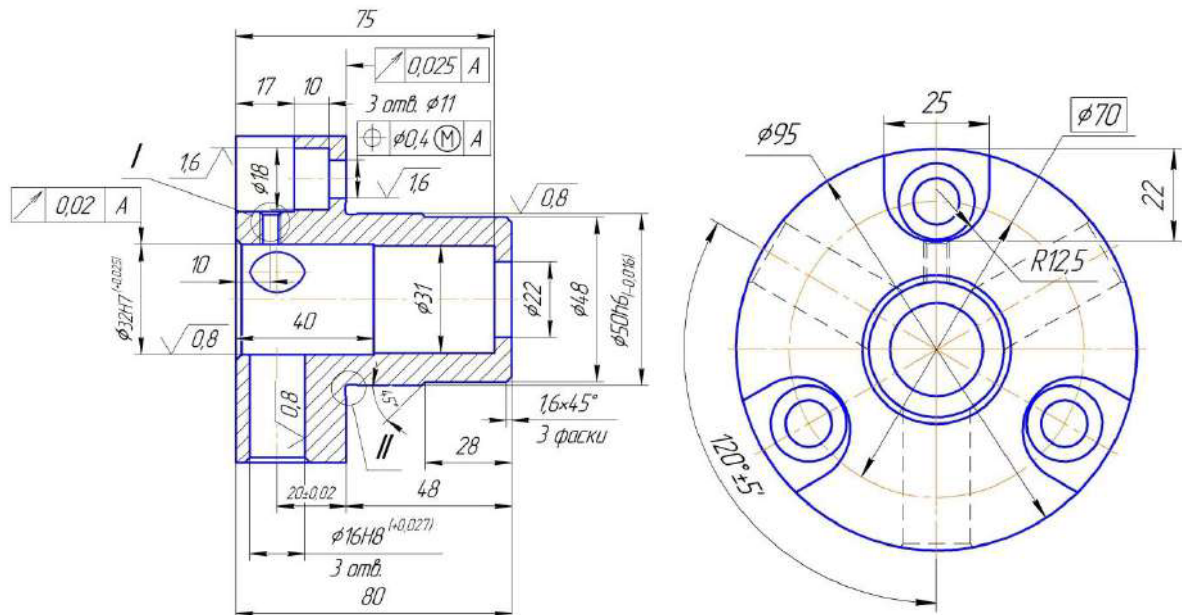


Рисунок 7 – схема пристрою для розрахунку на точність

Похибку визначаємо за формулою:

$$\varepsilon_{пр} = T - \kappa \sqrt{(\kappa_1 \varepsilon_{\sigma})^2 + \varepsilon_3^2 + (\kappa_2 \omega)^2 + \varepsilon_{інд}^2 + \varepsilon_n}$$

Де $\kappa_1=1,2$; $\kappa_2=0,75$; $\kappa_3=0,8$;

$$\omega = \varepsilon_{зм} + \varepsilon_t + \varepsilon_{ВПЦД} + \varepsilon_{знош.інстр.} = 0,02 + 0 + 0,01 + 0 = 0,03 \text{ мм}$$

$$T = 0,05 + 0,05 = 0,1 \text{ мм}$$

$\varepsilon_3=0$, – напрям сили затиску співпадає з напрямом проставленого розміру.

$\varepsilon_{пр.}=0,05$ – похибка від неточності виготовлення рухомих та нерухомих елементів пристрою;

$\varepsilon_{\sigma}=0$ – похибки контролюючих розмірів

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ - 308.00.000 ПЗ				

$\varepsilon_{н.} = 0,01$ – похибка наладки;

$\varepsilon_{г.т.} = 0,05$ – похибка геометричної точності;

$\varepsilon_t = 0$ – похибка від температурного фактору;

$\varepsilon_{ВПД} = 0,05$ – жорсткість системи ВПД.

$\varepsilon_{знош.інстр.} = 0$ – інструмент гострий.

Тоді похибка рівна:

$$\varepsilon_{np} = 0,1 - 1,2 \sqrt{(0,75 \cdot 0)^2 + 0 + (0,8 \cdot 0,03)^2 + 0 + 0,01^2} = 0,054 \text{ мм}$$

					БР.ПМ - 308.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2. Розрахунок контрольного пристрою

2.2.1 Опис та принцип роботи пристрою

Ступінчасті вали в більшості випадків передають механізмам значні крутні моменти. Щоб вони працювали безвідмовно на протязі довгого часу, велике значення має висока точність виконання основних робочих поверхонь валів по діаметральних розмірах і по їх розміщенні.

Процес контролю передбачає переважно суцільну перевірку лінійного розміщення і торцевого биття ступінчастих деталей, яку можна проводити на багатомірному контрольному пристрої.

На корпусі 4 за допомогою гвинтів 16 і шайб 21 закріплені передня і задня бабки з нерухомим центром 11. Осьове положення деталі фіксується нерухомим центром 11. До останнього вал притискається пружиною 14, яка розміщена в центральному осьовому отворі пінолі 6 і діє на перехідник 8. Піноль 6 змонтована на передній бабці 1 з можливістю обертання відносно поздовжньої осі завдяки втулкам 5. на лівому кінці пінолі на шпонці встановлено маховичок 15 з рукояткою 3, який закріплений шайбою 25 і штифтом 27. Перехіднику 8 обертовий рух при вимірюванні передається через вісь 21, яка запресована в пінолі 6 і розміщена в овальному отворі перехідника 8. крім цього, так як останній має циліндричний осьовий отвір діаметром d . Конусність центру залежить від допуску T і діаметра d отвору валу і визначається по формулі: $K = \frac{2T}{d}$.

Рекомендується приймати стандартне значення K . В чотирьох стійках 23, які закріплені до корпусу 4 штифтами 26 і гвинтами 27, встановлені на вали 2, по яких переміщаються кронштейни 7 і фіксуються гвинтами 28.

ИГ-2 служать для перевірки радіального і торцевого биття ступеней контрольованої деталі, якій дають один-два оберти і відраховують максимальні покази ИГ-2, які визначають биття. Похибка пристрою при даній схемі установки рівна похибці вимірювання для індикатора $\varepsilon_s = 0,005$ мм. Значить даний пристрій задовольняє умови вимірювання.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ - 308.00.000 ПЗ				

2.2.2 Розрахунок пристрою на точність

В процесі вимірювання радіального, зовнішньої поверхні деталі можуть виникнути наступні похибки: похибка базування ε_{δ} ; похибка вимірювання $\varepsilon_{\varepsilon}$. Допуск на відхилення від торцевого биття поверхні рівний $T=0,05\text{мм}$. Виходячи з цього ми будемо вести розрахунок пристрою беручи до уваги похибку базування, яка залежить від допуску ($T=0,02\text{мм}$) довжину розміру, що контролюється.

$$\varepsilon_{np} = T - 1.2 \cdot \sqrt{\varepsilon_{\delta} + \varepsilon_{\varepsilon}},$$

де ε_{δ} – похибка базування;

$$\varepsilon_{\delta} = ITP = 0\text{мм}$$

$\varepsilon_{\varepsilon}$ – похибка вимірювання,

$$\varepsilon_{\varepsilon} = \frac{1}{2} \Delta = \frac{1}{2} \cdot 0.005 = 0.0025 \text{ мм};$$

де Δ – ціна поділки мікрометра; $\Delta = 0,005\text{мм}$;

$$\varepsilon_{np} = 0,04 - 1.2 \cdot \sqrt{0,02^2 + 0,0025^2} = 0,016\text{мм}$$

Отже похибка пристрою не повинна перевищувати величину $\varepsilon_{np} = 0.016\text{мм}$.

					БР.ПМ - 308.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3. Розрахунок різального інструменту

Розрахунок та конструювання спірального свердла Ø16

1. Вибираємо діаметр свердла 16 згідно ГОСТ 10903-77

2. Визначаємо режими різання. Режими різання визначені попередньо в технологічній частині.

Подача $S = 0,28$ мм/об; швидкість різання $V = 81$ м/хв; частота обертання $n = 1440$ хв⁻¹.

3. Визначаємо осьову силу різання згідно формули:

$P_x = 9,81 C_p \cdot D^{x_p} \cdot S^{y_p} \cdot K_{M_p}$. Згідно таблиці 32 с.281 [] знаходимо коефіцієнти

$$C_p = 68, \quad X_p = 1,0, \quad Y_p = 0,7 \quad K_{M_p} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{0,75} = \left(\frac{650}{750} \right)^{0,75} = 0,898, \text{ тоді}$$

$$P_x = 9,81 \cdot 68 \cdot 15^{1,0} \cdot 0,28^{0,7} \cdot 0,898 = 3686 \text{ Н}$$

4. Момент сил опору різання (крутний момент)

$$M_{CP} = 9,81 C_M D^{Z_M} S^{Y_M} K_{M_M}$$

Згідно таблиці 32 с.281 [] знаходимо коефіцієнти для формули:

$$C_M = 0,0345, \quad Z_M = 2,0, \quad Y_M = 0,8, \quad K_{M_M} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{0,75} = \left(\frac{650}{750} \right)^{0,75} = 0,898.$$

Тоді
$$M_{CP} = 9,81 \cdot 0,0345 \cdot 15^2 \cdot 0,28^{0,8} \cdot 0,898 = 24,7 \text{ Нм}.$$

5. Визначаємо номер конуса хвостовика (рис). Момент тертя між хвостовиком та втулкою рівний:

$$M_{TP} = \frac{\mu P_x (D_1 + d_2)}{4 \sin \theta} (1 - 0,4 \Delta \theta).$$

Прирівнюємо момент тертя до максимального моменту сил опору різанню, тобто до моменту який створюється при роботі затупленим свердлом, який збільшиться в 3 рази в порівнянні з розрахованим моментом.

$$3M_{CP} = M_{TP} = \frac{\mu P_x (D_1 + d_2)}{4 \sin \theta} (1 - 0,4 \Delta \theta).$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ - 308.00.000 ПЗ				

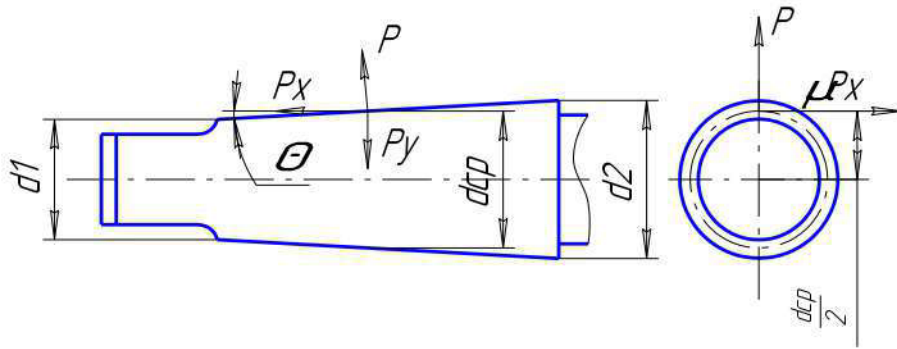


Рисунок 3.1 Схема сил, діючих на конічний хвостовик свердла.

Середній діаметр конуса хвостовика $d_{cp} = \frac{D_1 + d_2}{2}$ або $d_{cp} = \frac{6M_{cp} \sin\theta}{\mu P_x (1 - 0,04\Delta)}$, де

$M_{cp} - 24,7$ Нм, $P_x - 3686$ Н, $\mu -$ коефіцієнт тертя сталі по сталі рівний $0,096$, $\theta = 1^{\circ}26'16'' -$ половина кута конуса, $\Delta\theta = 5' -$ відхилення кута конуса.

$$d_{cp} = \frac{6 \cdot 24,7 \sin 1^{\circ}26'16''}{0,096 \cdot 3686 \cdot (1 - 0,2)} = 0,0137 м = 13,7 мм.$$

По ГОСТ 2847-67 вибираємо bliщій більший конус, тобто конус Морзе №2 з лапкою з наступними основними конструктивними розмірами: $D_1 = 18,0$ мм, $d_2 = 14,0$ мм, $l_4 = 80,0$ мм. Інші розміри вказані на кресленні.

6. Визначаємо довжину свердла. Загальна довжина свердла може бути прийнята по ГОСТ 10903-64 і проставляємо на кресленні.

7. Визначаємо геометричні і конструктивні параметри ріжучої частини свердла. Згідно нормативів знаходимо форму загострення нормальну, кут нахилу гвинтової канавки $\omega = 30^{\circ}$. Кут між ріжучими кромками $2\varphi = 118^{\circ}$. Задній кут $\alpha = 11^{\circ}$. Кут нахилу поперечної кромки $\psi = 55^{\circ}$. Знаходимо крок гвинтової канавки за формулою

$$H = \frac{\pi D}{\text{tg}\omega} = \frac{3,14 \cdot 15}{\text{tg}30^{\circ}} = 81,58 мм$$

8. Товщина серцевини свердла знаходимо в залежності від діаметра свердла $d_c = (0,14 - 0,25)D = 2,1 \dots 3,75$ мм і приймаємо $3,0$ мм. Потовщення серцевини до хвостовика складає $1,4 - 1,8$ мм, приймаємо потовщення $1,5$ мм на 100 мм довжини.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ - 308.00.000 ПЗ				

9. Зворотна конусність свердла на 100 мм довжини робочої частини знаходиться в межах 0,05 – 0,12, ми приймаємо 0,08.

10. Вибираємо ширину ленточки і висоту затилування по спинці і вибираємо по таблиці 59 с. 124 [], в залежності від діаметра свердла $f_0 = 1,0 \text{ мм}$ $K = 0,4 \text{ мм}$.

11. Ширина пера $B = 0,58D = 0,58 \cdot 15 = 8,7 \text{ мм}$

12. Геометричні елементи профілю фрези для фрезерування канавки свердла визначають графічним або аналітичним способом. Скористаємось спрощеним аналітичним способом.

Великий радіус профілю

$$R_0 = C_R C_r C_\phi D,$$

де

$$C_R = \frac{0,026 \cdot 2\phi \sqrt[3]{2\phi}}{\omega} = \frac{0,026 \cdot 118 \cdot \sqrt[3]{118}}{30} = 0,493;$$

$$C_r = \left(\frac{0,14 \cdot D}{d_c} \right)^{0,044} = \left(\frac{0,14 \cdot 15}{3,0} \right)^{0,044} = 0,984.$$

$$C_\phi = \left(\frac{13\sqrt{D}}{D_\phi} \right)^{0,9}.$$

при діаметрі фрези, рівному $D_\phi = 13\sqrt{D}$, величина $C_\phi = 1$.

А значить, $R_0 = 0,493 \cdot 0,984 \cdot 1 \cdot 15 = 7,28 \text{ мм}$

Менший радіус профілю $R_k = C_k D$, де $C_k = 0,015\omega^{0,75} = 0,015 \cdot 30^{0,75} = 0,191$.

Значить, $R_k = 0,191 \cdot 15 = 2,87 \text{ мм}$. Ширина профілю $B = R_0 + R_k = 7,28 + 2,87 = 10,15 \text{ мм}$.

13. По знайденим розмірам будуємо профіль канавкової фрези рис. .

Встановлюємо основні технічні вимоги і допуски на свердло по ГОСТ 2034-64.

Граничні відхилення діаметрів свердла по ГОСТ 885-64. $D = 15_{-0,043} \text{ мм}$.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ - 308.00.000 ПЗ				

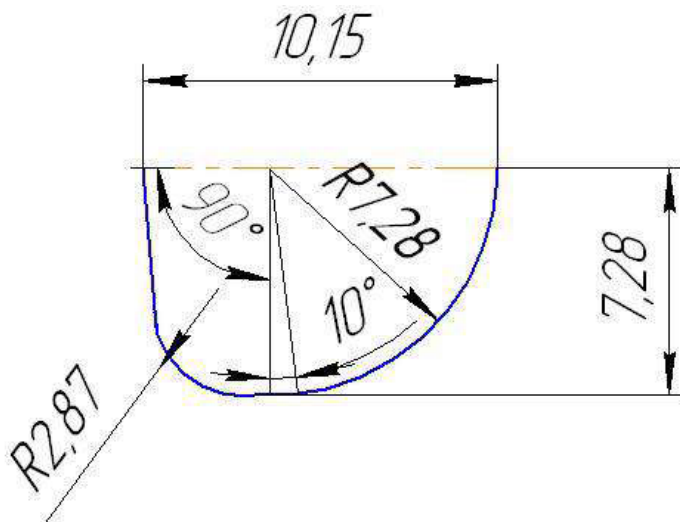


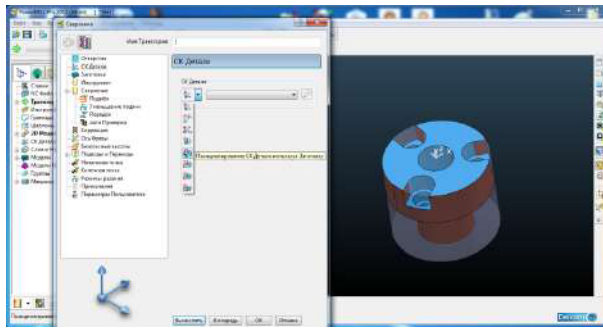
Рис. Профіль канавкової фрези

Радіальне биття робочої частини свердла відносно вісі хвостовика не повинна перевищувати 0,15 мм. Граничні відхилення кутів $2\varphi = 118 \pm 2^\circ$. Граничні відхилення кута нахилу гвинтової канавки $\omega = 30_{-2}^\circ$. Твердість робочої частини свердла HRC 62...65. Твердість лапки хвостовика свердла HRC 30...45.

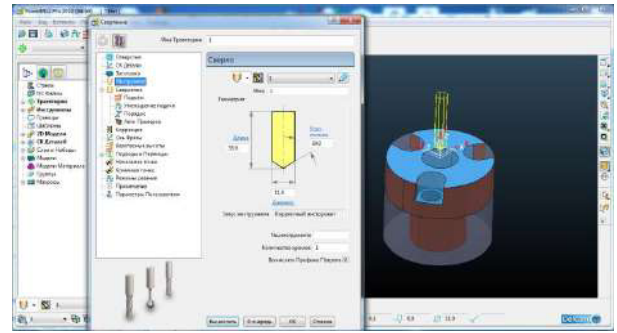
14. Виконуємо робоче креслення свердла.

					БР.ПМ - 308.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

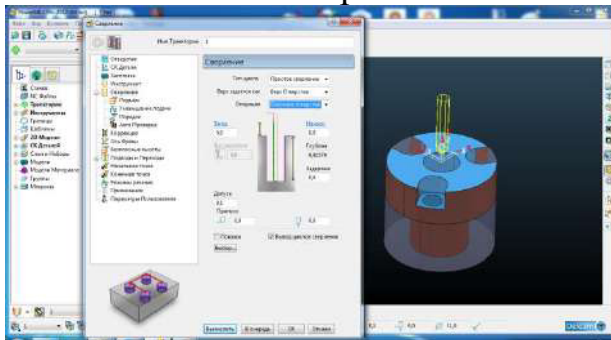
Вказуємо СК деталі



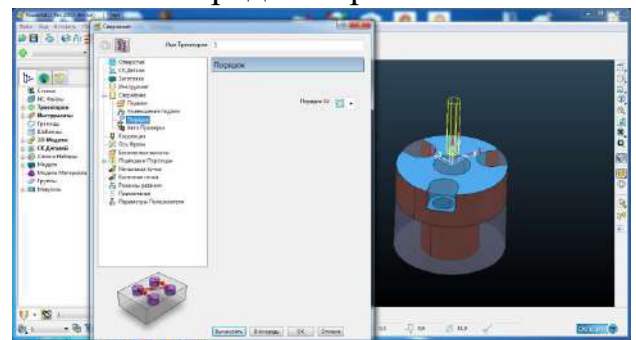
Вказуємо інструмент для обробки



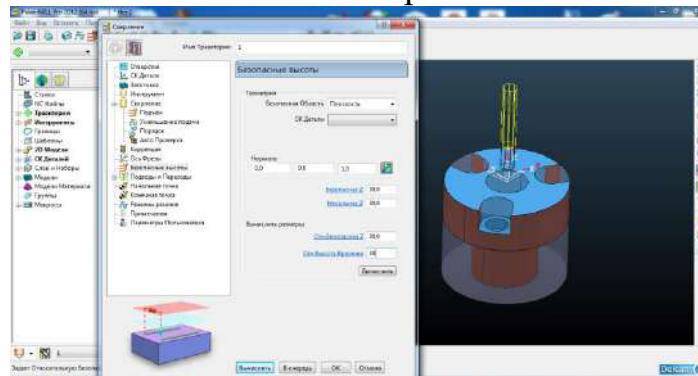
Вказуємо параметри свердління які нам потрібні



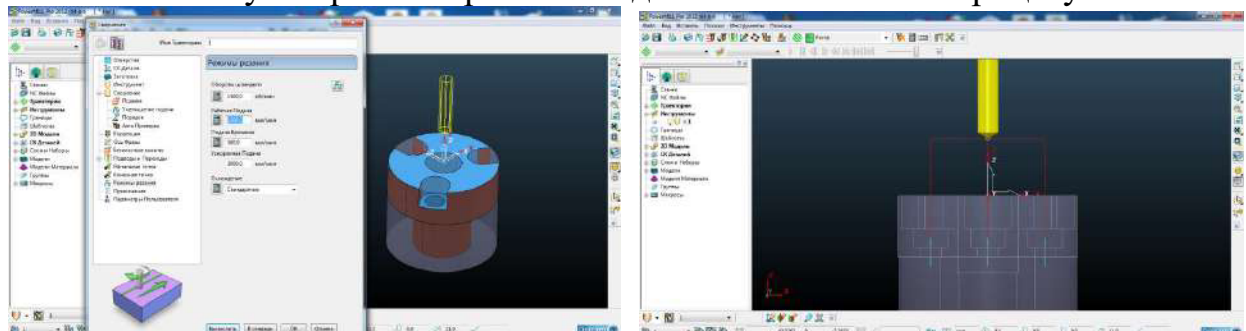
Порядок обробки



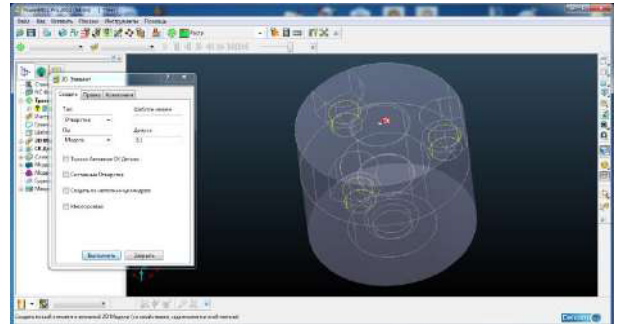
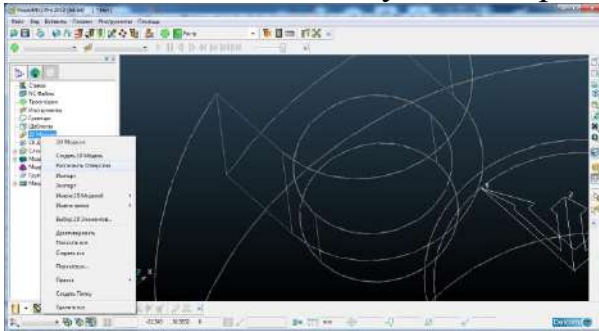
Безопасний режим



Вказуємо режими різання згідно технологічного процесу



Свердлити отвір діаметром 18
Вказуємо отвори які потрібно обробити

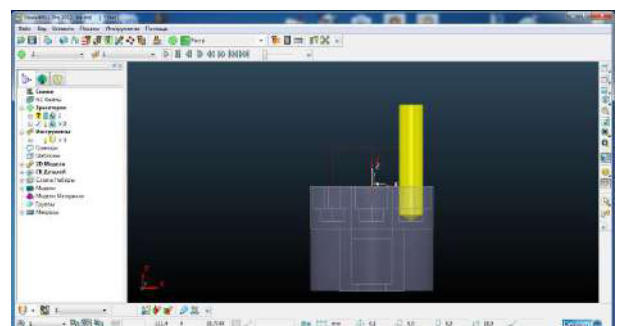
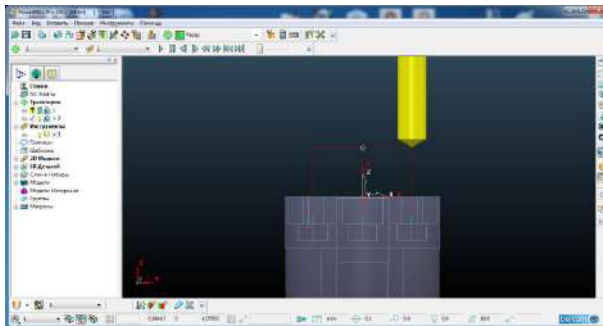
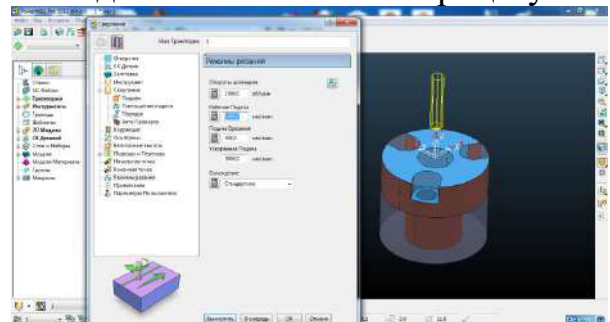
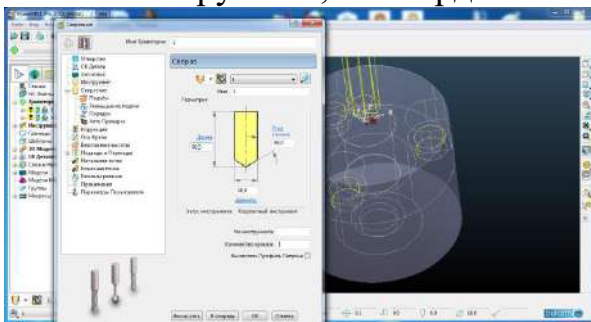


Параметри залишаються тими ж самими

Режими різання вказуємо

Змінюємо інструмент , на свердло 18

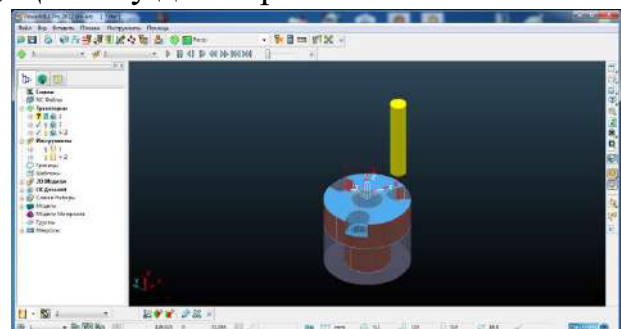
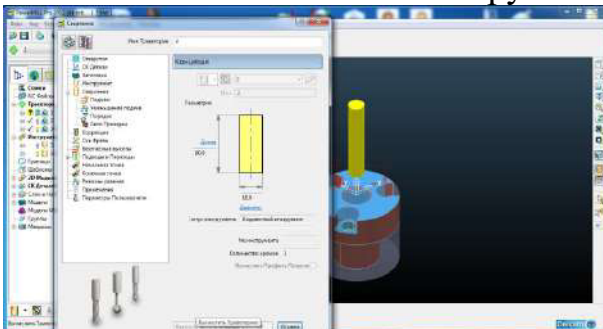
згідно технологічного процесу

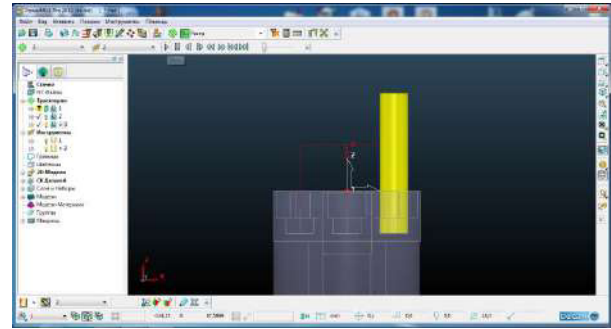
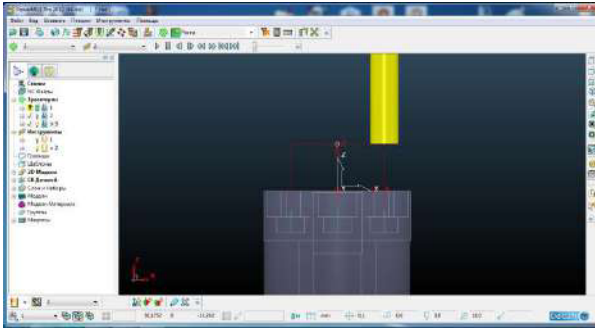


Цекуємо торець отвору

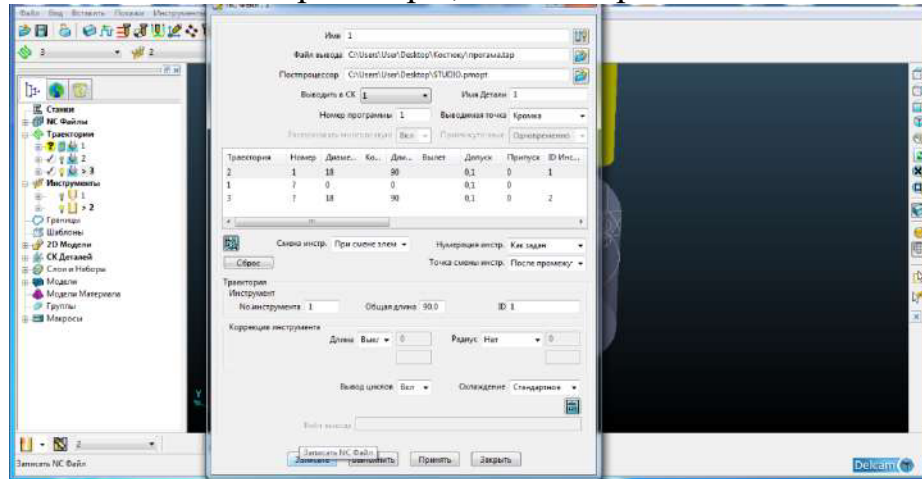
Параметри залишаються тими ж самими

Змінюємо інструмент , Цековку діаметром 18





Створюємо NC файл , команда «Записати» вказуємо файл постпроцесора , місце зберігання



Керуюча програма

%	G0X0Y0	M9
G90G21G49G40G00G54G17G80	T2	M8
S1500M3	M8	Z30.
T1	Z30.	S1500M3
G0X0Y0	S1500M3	G0X-30.311Y-17.5Z30.
M8	G0X-30.311Y-17.5Z30.	G0Z30.
Z30.	G0Z30.	G01z-17 F1000
S1500M3	G01z-17 F1000	G01 Z30
G0X-30.311Y-17.5Z30.	G01 Z30	G0 X0 Y+35
G0Z30.	G0 X0 Y+35	G01 G01z-35 F1000
G01z-35 F1000	G01 G01z-35 F1000	G01z-17 F1000
G01 Z30	G01z-17 F1000	G01 Z30
G0 X0 Y+35	G01 Z30	G0X+30.311Y-17.5Z30.
G01 G01z-35 F1000	G0X+30.311Y-17.5Z30.	G01z-17 F1000
G01z-35 F1000	G01z-17 F1000	G01 Z30
G01 Z30	G01 Z30	M9
G0X+30.311Y-17.5Z30.	M9	M5
G01z-35 F1000	G0X0Y0	M30
G01 Z30	T3	

Список використаних джерел

1. Войтенко П.В., Сторож Б.Д. – Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Технологія машинобудування» - Івано-Франківськ: Факел, 2000р. – 78с
2. Дипломне проектування. Методичні вказівки до виконання технологічної частини дипломного проекту спеціальності 1201 – технологія машинобудування. – Івано-Франківськ: ІФІНГ, 1990.–58с
3. Руденко П.А. – Проектування технологічних процесів у машинобудуванні – Київ: Вища школа, 1993 – 414с.
4. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Минск: Высш. школа, 1985, 256 с.
5. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штамповки. Допуски, припуски и кузнечные напуски.
6. Руденко П.О. и др.. Проектирование и производство заготовок в машиностроении, - К: Вища школа, 1991. -247с.
7. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т., Т.1/ Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985, 496 с
8. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т., Т.2/ Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985, 496 с
9. Барановський Ю.В. – Режимы резаниям сталлов.Справочник – М: Машиностроение, 1972р., 408с.
10. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ Справочник – М: Машиностроение, 1974р., 453с
11. ГОСТ 7505-89.
12. Проектирование станочных приспособлений В.Н. Нарушкин Минск: Высш. школа, 1965
13. Каплунов Р.С. Контроль качества деталей типовых групп. М.: Машиностроение, 1977. – 237 с.
14. Каплунов Р.С. Точность контрольных приспособлений. М.: Машиностроение, 1968. – 219 с.

					БР.ПМ - 308.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дубл.			
Взам.			
Оригінал			
	Інв. №	Підпис	Дата

Зм.	Лист	№ докum.	Підпис	Дата	

ІФНТУНГ

ІФНТУНГ

ІФНТУНГ

ІФНТУНГ

“УЗГОДЖЕНО”

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ

Штук

2750.7340-6350/002

Розробив: Ляхович А. В.

Перевірів: Костюк Н. О.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документація</u>						
<i>Розрахунково-пояснювальна записка</i>						
<i>Комплект технологічної документації</i>						
A1			<i>БР.ПМ-308.00.000 СК</i>	<i>Складальне креслення</i>		
<u>Деталі</u>						
		1	<i>БР.ПМ-308.00.001</i>	<i>Плита</i>	2	
		2	<i>БР.ПМ-308.00.002</i>	<i>Вісь</i>	1	
		3	<i>БР.ПМ-308.00.003</i>	<i>Гвинт</i>	2	
		4	<i>БР.ПМ-308.00.004</i>	<i>Штовхач</i>	2	
		5	<i>БР.ПМ-308.00.005</i>	<i>Гвинт</i>	2	
		6	<i>БР.ПМ-308.00.006</i>	<i>Регулятор</i>	1	
		7	<i>БР.ПМ-308.00.007</i>	<i>Шпонка</i>	2	
		8	<i>БР.ПМ-308.00.008</i>	<i>Призма</i>	2	
<u>Стандартні вироби</u>						
		9		<i>Болт М14х60 ГОСТ 15589-70</i>	2	
		10		<i>Гайка М14 ГОСТ 15526-70</i>	2	
		11		<i>Гвинт М8х40 ГОСТ 1491-80</i>	4	
		12		<i>Шайба 9 ГОСТ 10450-78</i>	4	
		13		<i>Гвинт М10х40 ГОСТ 1491-80</i>	4	
		14		<i>Шайба 12 ГОСТ 10450-78</i>	4	
БР.ПМ-308.00.000						
Пристрії свердлильний						
ІФНТУНГ						
Копировав Формат А4						

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

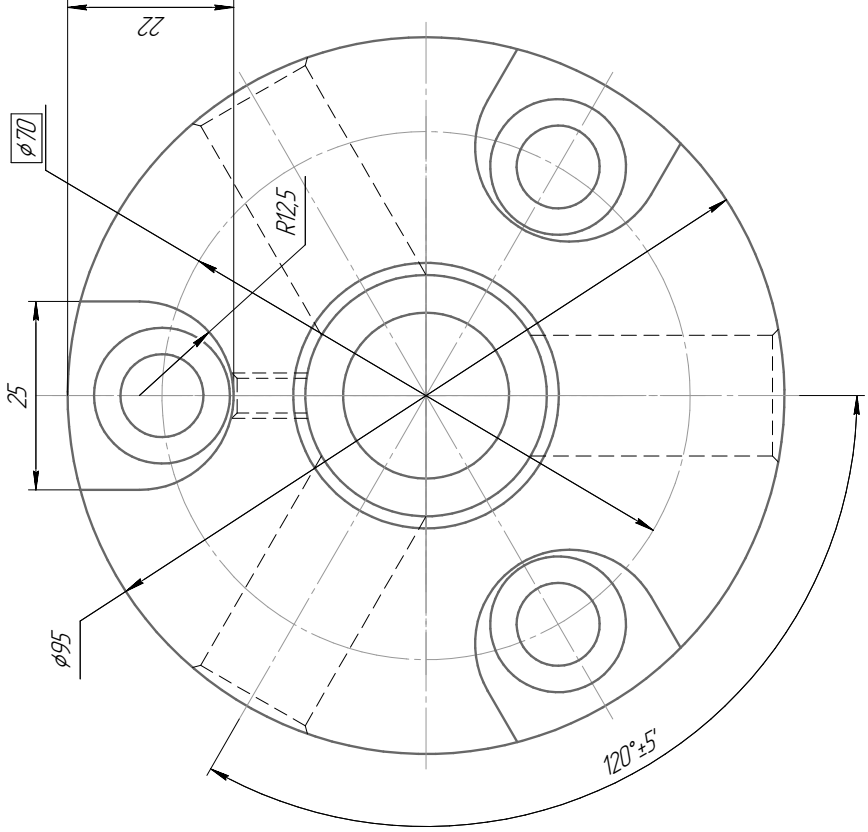
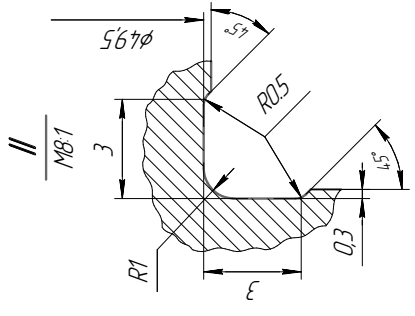
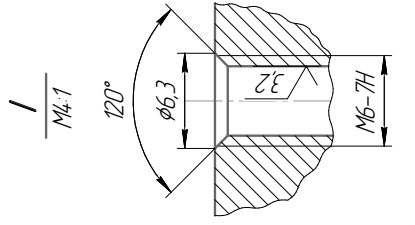
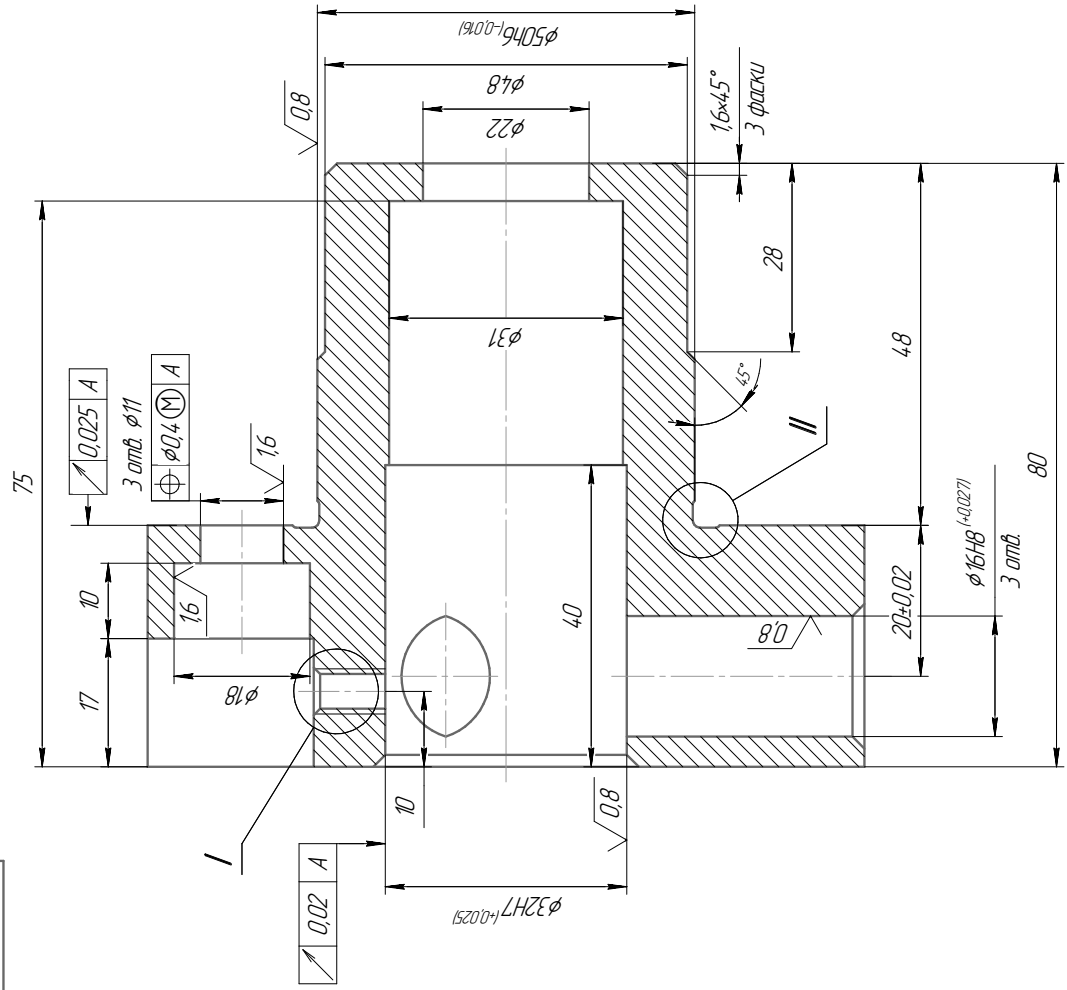
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Ляхович А. В.		
Пров.		Костюк Н. О.		
Реценз.				
Н.контр.		Костюк Н. О.		
Утв.		Панчук В. Г.		

Лит.	Лист	Листов
	1	1

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документація</u>		
A1			БР.ПМ-308.00.000 СК	Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
		1	БР.ПМ-308.00.001	Передня бадка	1	
		2	БР.ПМ-308.00.002	Вал	2	
		3	БР.ПМ-308.00.003	Рукоятка	1	
		4	БР.ПМ-308.00.004	Корпус	1	
		5	БР.ПМ-308.00.005	Втулка	1	
		6	БР.ПМ-308.00.006	Піноль	1	
		7	БР.ПМ-308.00.007	Кронштейн	6	
		8	БР.ПМ-308.00.008	Перехідник	1	
		9	БР.ПМ-308.00.009	Задня бадка	1	
		10	БР.ПМ-308.00.010	Рукоятка	1	
		11	БР.ПМ-308.00.011	Тримач	1	
		12	БР.ПМ-308.00.012	Важіль	6	
		13	БР.ПМ-308.00.013	Скалка	6	
		14	БР.ПМ-308.00.014	Пружина	1	
		15	БР.ПМ-308.00.015	Маховик	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		16		Гайка М8 ГОСТ 8916-89	6	
		17		Гайка М10 ГОСТ 8916-89	6	
		18		Гвинт М4х10 ГОСТ13434-68	6	
		19		Гвинт М8х20 ГОСТ13434-68	6	
		20		Гвинт М10х10 ГОСТ13434-68	6	
			БР.ПМ-308.00.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Ляхович А. В.				
Пров.		Костюк Н. О.				
Реценз.						
Н.контр.		Костюк Н. О.				
Утв.		Панчук В. Г.				
Пристрій					Лит.	Лист
КОНТРОЛЬНИЙ						1
ІФНТУНГ					Листов	2

000000800-111-19

√ 6,3 (√)



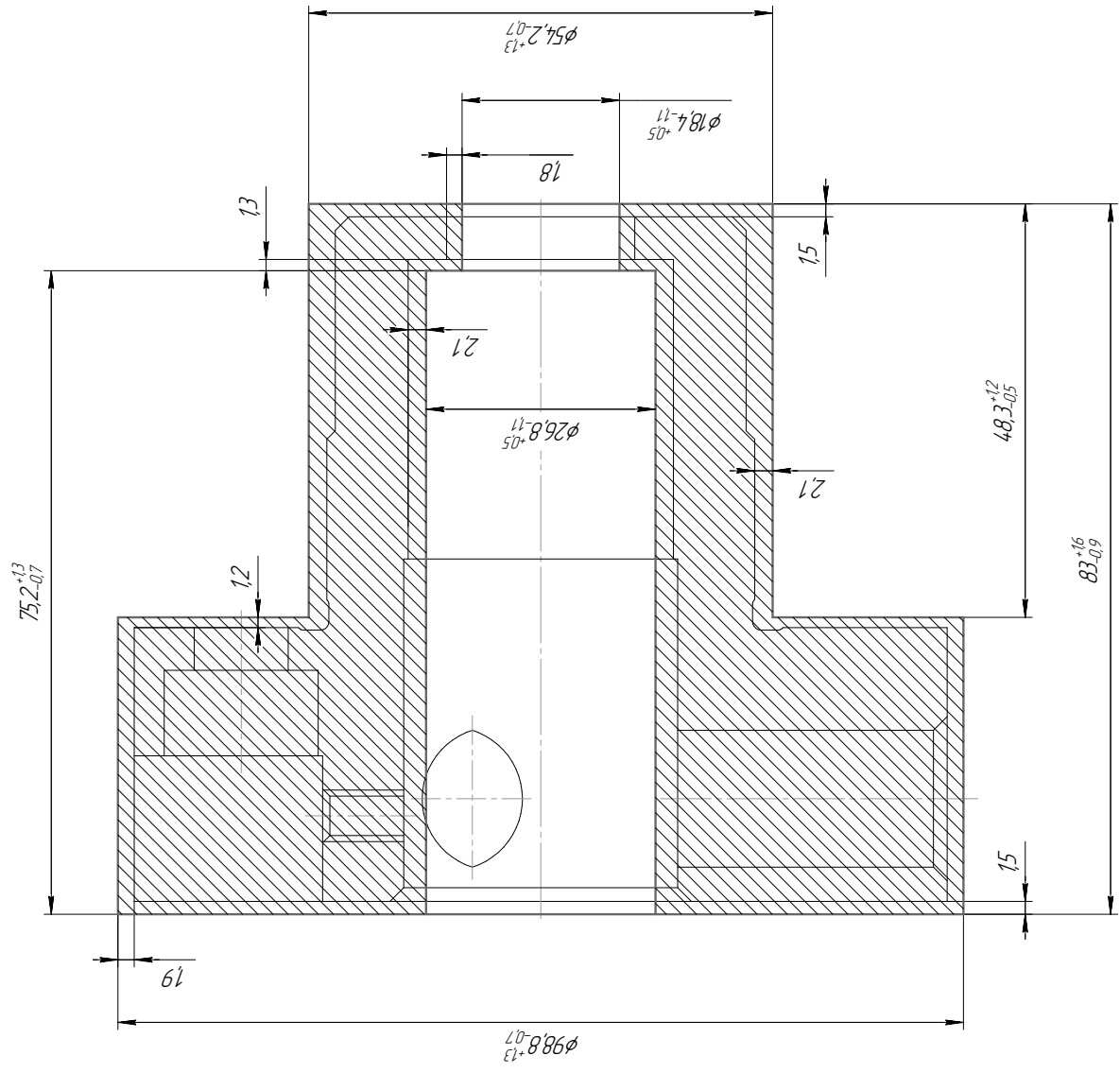
1. HRCe 35...395
2. Неблизки допуски по ГОСТ 2431-3-81
3. Покрытия - хим. окс. прм
4. Маркувати позначенням креслення
5. H14; h14; ±7

БР.ПМ-308.00.0000		Лист		Масса		Масштаб	
Штир		15		21		1	
Сталь 40Х ГОСТ 4543-71		Лист		Листов		1	
ИФНТУНГ		Лист		Листов		1	
Формат А2		Лист		Листов		1	

Мат. № подл. / Лист и дано. / Взам. укл. № / Мат. № дян. / Лист и дано. / Лист № / Листов

БРПМ-308000000

1/1 А



1. Вихідний індекс 11
2. Радіуси закруглень R=2,0
3. Гранична величина зміщення по верхній роз'єму до 0,2 мм
4. Допустима величина заусенця по контуру пунсона 1,0 мм
5. Граничні відхилення від прямолінійності 0,5
6. Допуск радіусів закруглень 0,5
7. Штампувальні нахили 5°

БРПМ-308000000		Лист	Масса	Масштаб
Заготовка		Лист	2,15	12
(Штамповка)		Лист		1
Сталь 40Х ГОСТ4543-71		ІФНТУНГ		

Мат. № подл.	Лист у дано	Взам. шк. №	Мат. № дил.	Лист у дано
Лист у дано	Лист у дано	Лист у дано	Лист у дано	Лист у дано
Лист у дано	Лист у дано	Лист у дано	Лист у дано	Лист у дано

Контракт

Формат А2

Деталь підчас обробки

Деталь до обробки

Деталь після обробки

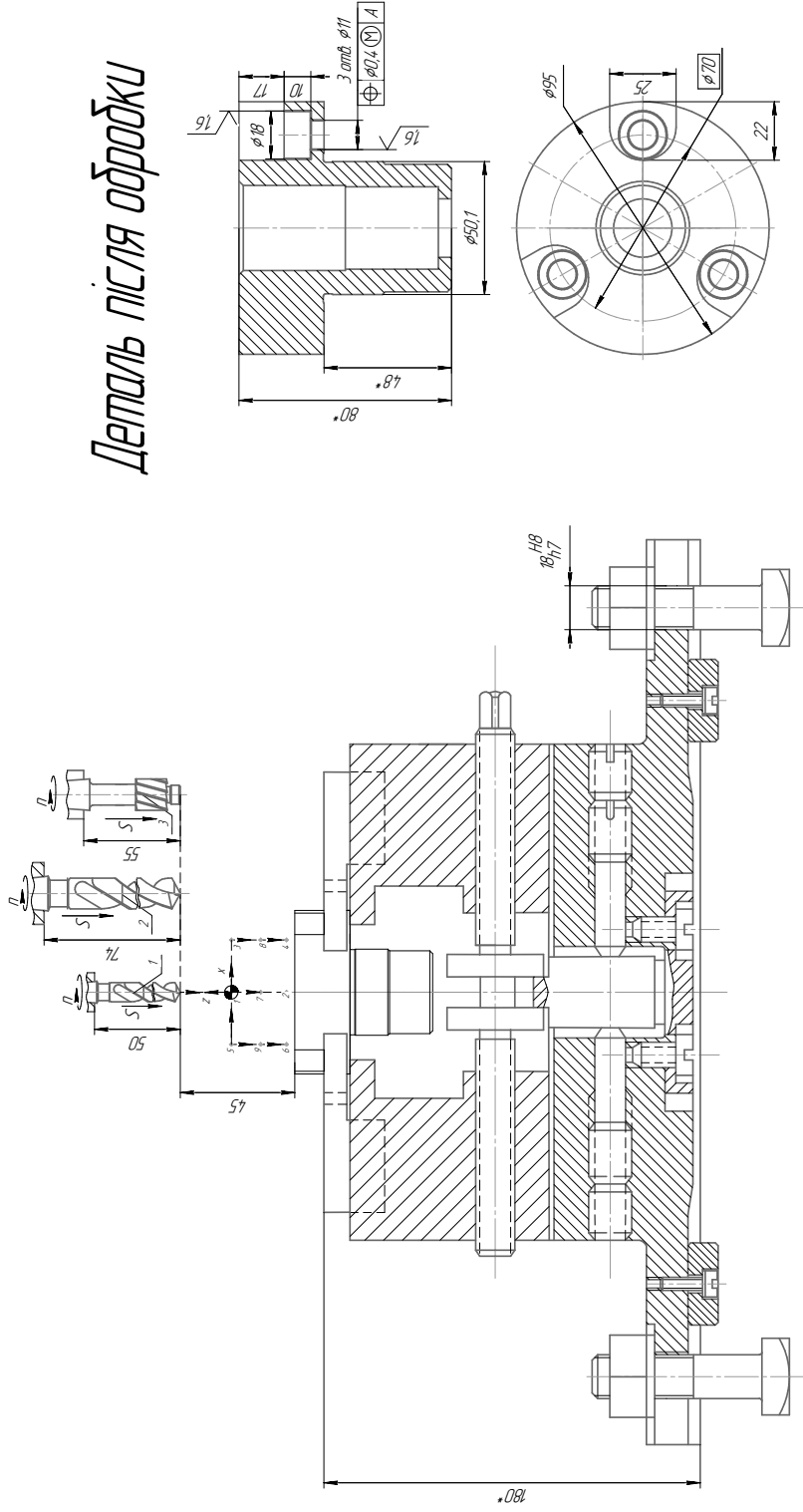
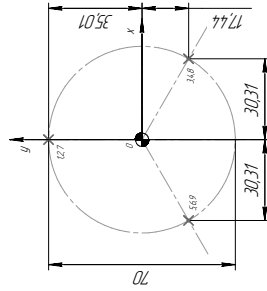
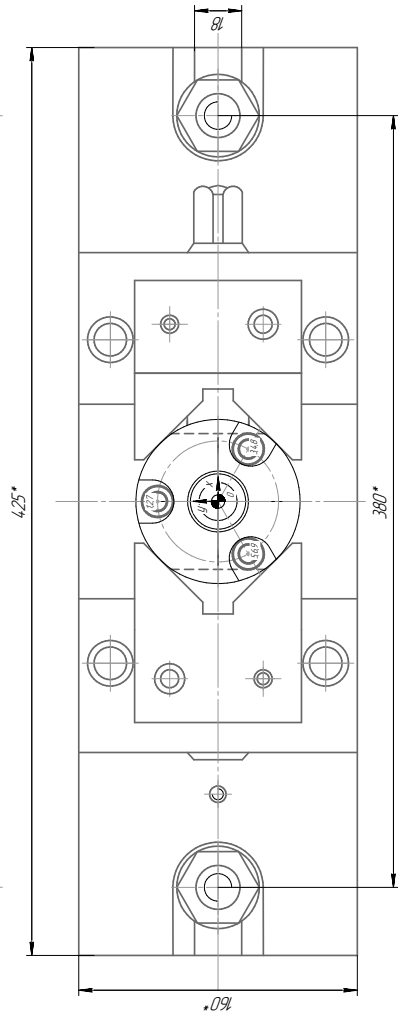


Схема розташування опорних точок

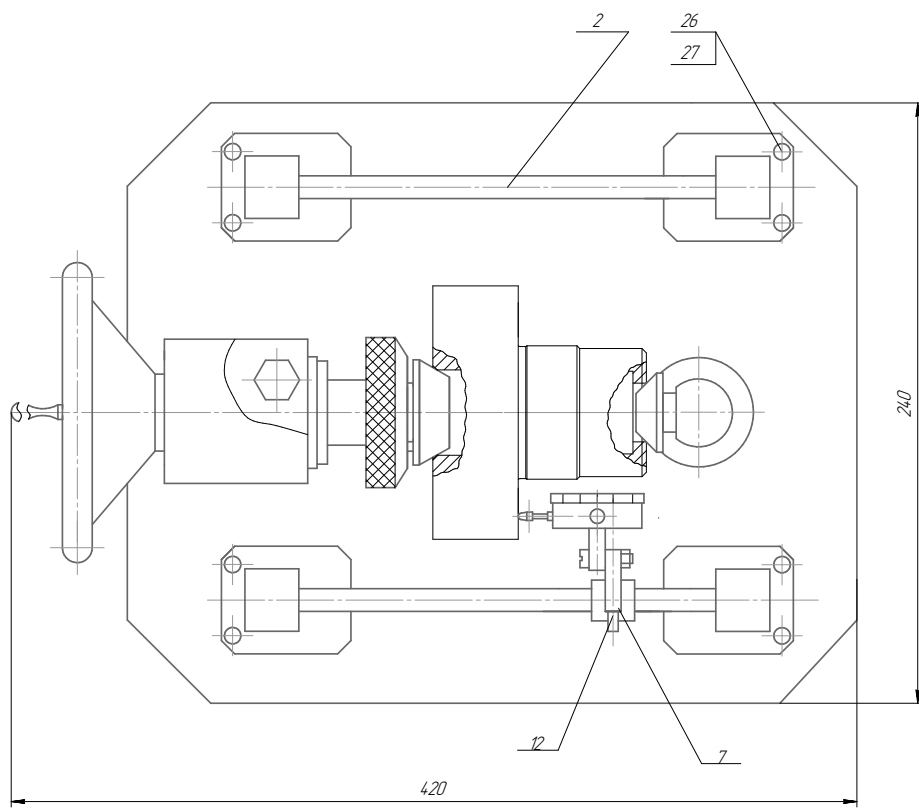
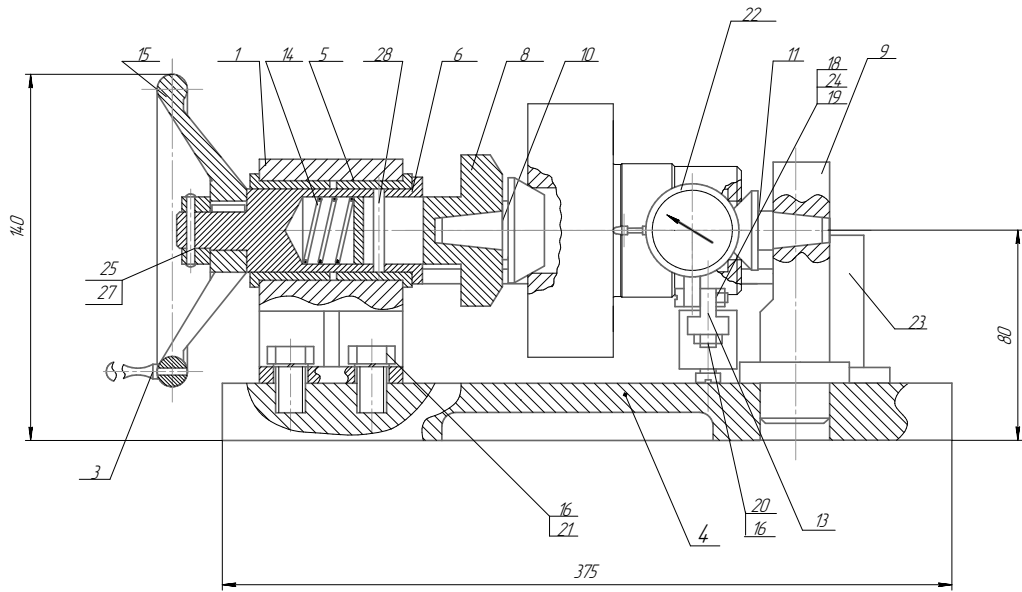


Координати опорних точок

№	X	Y	Z
1	0	35.01	0
2	0	-35.01	32
3	30.31	-17.44	0
4	30.31	-17.44	32
5	-30.31	-17.44	0
6	-30.31	-17.44	32
7	0	35.01	27
8	30.31	-17.44	27
9	-30.31	-17.44	27



Б.Р.П.М.-308.00.000		Лист		Кол-во		Масштаб	
		1	2	1	1	1:1	1:1
Карта наладки							
Исполнитель							
Проверенный							
Утвержденный							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							
Мастер							
Работник							
Мастер							
Инженер							



- 1. Пристрій для контролю радіального та торцевого диття деталей типу вал
- 2. Пристрій може поміщати до 6 індикаторів одночасно

Код № деталі / Назва деталі / Класифікаційний номер / Назва підприємства / Сторінка № / Кількість сторінок / Назва документа / Дата

БР.ПМ-308.00.000				Лист	Маса	Масштаб
Пристрій контрольний				Н	-	1:1
-				Лист 1 / Листів 1		
ІФНУНГ				Формат А1		
Колорвал				Формат А1		

Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК

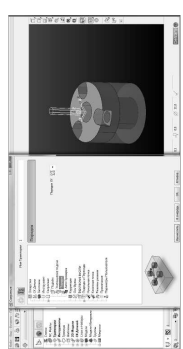


Свердлити отвір φ11

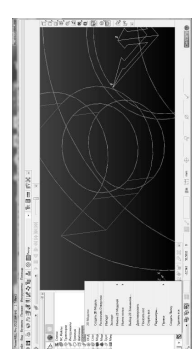
Імпортуємо модель



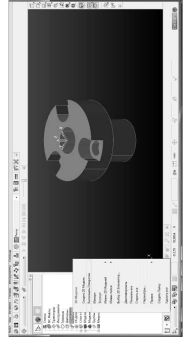
В стратегії вказуємо отвори які потрібно обробити



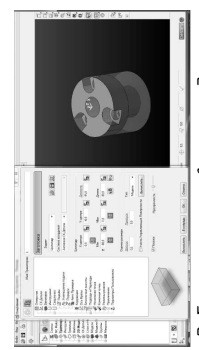
Порядок обробки



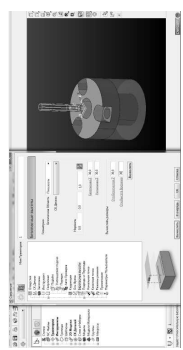
Свердлити отвір φ18



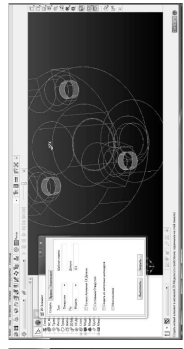
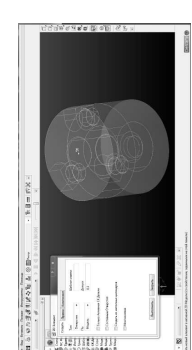
Для видору отворів виділяємо команду «Розширити отвірність»



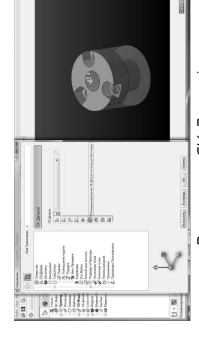
Виділяємо загодовку командою «Вчислити» стрічка «Циліндр»



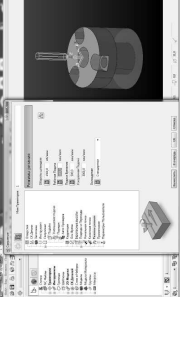
Безопасний режим



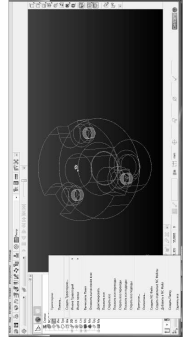
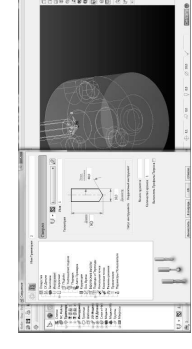
Створюємо проєкторію руху інструменту



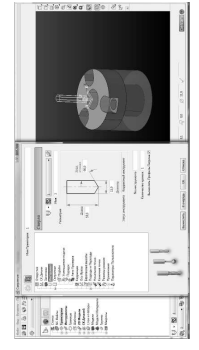
Вказуємо інструмент для обробки



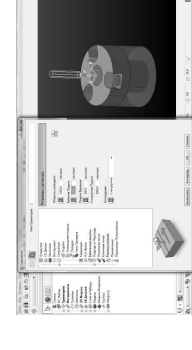
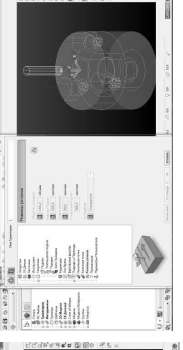
Вказуємо режими різання згідно технологічного процесу



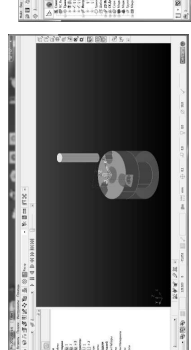
Виділяємо стратегію обробки, стратегія «Свердління»



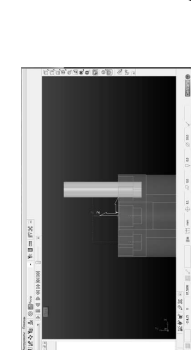
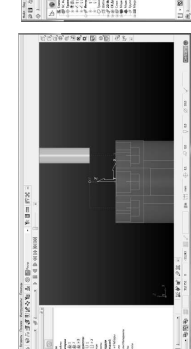
Вказуємо параметри свердління які нам потрібні



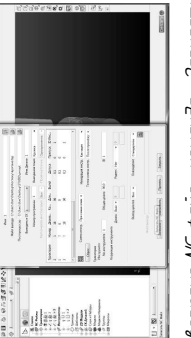
Змінюємо інструмент, на свердло 18



Змінюємо інструмент, Цековку діаметром 18



Режими різання вказуємо згідно технологічного процесу



Створюємо NC файл, команда «Залишити» вказуємо файл постпроцесора, місце зберігання

№ з/п	№ докум	Вид	Дата	Версія	Міжверсія
Розроб	Людмила А				11
Доб	Олександр П				
Апроб	Олександр П				
Модиф	Олександр П				
Уточ	Людмила А				
БР.ПМ-30800.000					
Обробка отворів в середовищі PowerMill					
ФНТУНГ					