

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

БР.ПМ-29.00.000 ПЗ

Група ПМ-19-1

Верещук Ярослав

Олегович

2023

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

Інститут інженерної механіки

Кафедра Комп'ютеризованого машинобудування

Верещук Ярослав Олегович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.9

(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Технологія виготовлення деталі “Вал КМ 2134.АФ1-39-401

масляного насоса преса“

(назва роботи)

ОПП «Прикладна механіка»

(назва освітньої програми)

131 – Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

О. Я. Верещук

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник

Роп'як Любомир Ярославович, д.т.н., проф.

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

Допущено до захисту

Завідувач кафедри КМВ

професор

(посада)

(підпис)

(дата)

В. Г. Панчук

(ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада)

(підпис)

(дата)

(ініціали та прізвище)

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

м. Івано-Франківськ – 2023 рік

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної бакалаврської роботи на тему:
«ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ
“ВАЛ КМ 2134.АФ1-39-401 МАСЛЯНОГО НАСОСА ПРЕСА“»

Розрахунково-пояснювальна записка: 52 сторінок, 16 рисунків, 19 таблиць, 19 посилань, 13 аркушів формату А4 додатків.

Графічна частина: 3 аркуші формату А1, 1 аркуш формату А2, 2 аркуші формату А3.

Об’єкт дослідження – технологічний процес механічної обробки.

Предмет дослідження – деталь «деталь “Вал КМ 2134.АФ1-39-401 масляного насоса преса“»

Мета роботи – розробити технологічний процес механічної обробки вала масляного насоса преса, який дозволить виготовити деталь в умовах середньосерійного виробництва з мінімальними затратами, а також розробити конструкцію спеціального верстатного пристрою для фрезерування та пристрою для контрольної операції.

Відповідно до поставленої мети у роботі проведено детальний аналіз конструкції деталі, методу отримання заготовки та базового маршруту механічної обробки вала. На основі результатів проведеного аналізу та рекомендацій літературних джерел розроблено раціональний маршрут механічної обробки вала для умов заданого типу виробництва. Обґрунтовано спосіб одержання заготовки, розраховано припуски, розраховано режими різання та нормування операцій. Для встановлення і закріплення вала на механообробній операції спроектовано верстатний пристрій з пневмоприводом для фрезерування паза. Спроектовано також спеціальний пристрій для контролю радіального биття. В додатках наведено комплект технологічної документації.

Результати роботи можуть бути використані в машинобудівній галузі та на ремонтних підприємствах.

Ключові слова: вал, заготовка, технологічний процес, припуски, режими різання, операція, інструмент, пристрій, верстат.

Студент Верещук Я. О.

ABSTRACT

of the qualifying bachelor's thesis on the topic:
"TECHNOLOGY OF MANUFACTURING PARTS
"SHAFT KM 2134.AF1-39-401 OF THE PRESS OIL PUMP"

Calculation and explanatory note: 52 pages, 16 figures, 19 tables, 19 references, 13 A4 sheets of annexes.

Graphic part: 3 sheets of A1 format, 1 sheet of A2 format, 2 sheets of A3 format.

The object of research is the technological process of mechanical processing.

The subject of the research is the part "Shaft KM 2134.AF1-39-401 of the press oil pump"

The purpose of the work is to develop a technological process of mechanical processing of the press oil pump shaft, which will allow the production of the part in conditions of medium-scale production with minimal costs, as well as to develop the design of a special machine tool for milling and a device for control operation.

In accordance with the set goal, a detailed analysis of the design of the part, the method of obtaining the workpiece and the basic route of mechanical processing of the shaft was carried out in the work. On the basis of the results of the analysis and the recommendations of literary sources, a rational route of mechanical processing of the shaft was developed for the conditions of the given type of production. The method of obtaining the workpiece is substantiated, the allowances are calculated, the modes of cutting and normalization of operations are calculated. A machine tool with a pneumatic drive for milling a groove is designed to install and fix the shaft in the machining operation. A special device for controlling radial runout was also designed. A set of technological documentation is provided in the appendices.

The results of the work can be used in the machine-building industry and at repair enterprises.

Key words: shaft, workpiece, technological process, allowances, cutting modes, operation, tool, device, machine.

Student Ya. O. Vereshchuk

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Освітній рівень – бакалавр

Спеціальність 131 – Прикладна механіка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

В. Г. Панчук

“ ___ ” _____ 2023 року

**ЗАВДАННЯ
НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ**

Верещук Ярослав Олегович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологія виготовлення деталі «Вал масляного насоса КМ2134.34.407»

Керівник роботи Роп'як Любомир Ярославович, д.т.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступень, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ 25 ” травня 2023 року № 203/7

2. Термін подання студентом роботи 20.06.2023 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Креслення деталі. Тип виробництва – середьосерійний.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)

1) Конструкторсько-технологічний аналіз.

2) Проектування технології виготовлення деталі.

3) Проектування технологічного оснащення.

4) Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК.

5

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

5.1. Креслення деталі (формат А3, 1 лист) та Креслення заготовки (формат А3, 1 лист).

5.2. Карти технологічного налагодження основних операцій механічної обробки (формат А1, 1 лист).

5.3. Складальне креслення пристрою для фрезерування паза (формат А1, 1 лист).

5.4. Креслення контрольного пристрою (формат А1, 1 лист).

5.5. Креслення скоби (формат А2, 1 лист).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1-5	Роп'як Любомир Ярославович, д.т.н., проф.		

7. Дата видачі завдання 17 травня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Конструкторсько-технологічний аналіз	23.05.2022	
2	Проектування технології виготовлення деталі	26.05.2022	
3	Проектування технологічного оснащення	07.06.2022	
4	Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК	06.06.2022	
5	Пояснювальна записка	14.06.2022	
6	Графічна частина	15.06.2022	

Студент

_____ (підпис)

Верещук Я. О.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Роп'як Л. Я.
(прізвище та ініціали)

Зміст

Вступ	5
1 Конструкторсько-технологічний аналіз.....	6-15
1.1. Аналіз призначення і конструкції деталі	6-8
1.2. Аналіз технологічності деталі	9-10
1.3. Визначення організаційних умов виробництва	11-12
1.4. Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі	13-14
2 Проектування технології виготовлення деталі	15-38
2.1. Вибір заготовки	15-17
2.2. Вибір маршруту і операцій обробки деталі	18-22
2.3. Вибір засобів технологічного оснащення	23-25
2.4. Визначення міжопераційних припусків і розмірів обробки	26-30
2.5. Визначення режимів різання	31-34
2.6. Нормування технологічної операції	35-37
2.7. Аналіз техніко-економічних показників	38
3 Проектування технологічної оснастки	39-46
3.1. Пристрій для механічної обробки	39-42
3.2. Перевірка працездатності інструментів	43-44
3.3. Конструювання спеціального вимірного інструменту або контрольного пристрою.....	45-46
4 Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК	47-50
5 Науково-дослідна частина	51-52
Перелік літературних джерел	53-54

					БР.ПМ-29.00.000 ПЗ						
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА			Літ.	Аркуш	Акрушів	
Розроб.		Верещук Я.О								4	52
Перевір.		Роп'як Л.Я.									
Реценз.											
Н. Контр.		Роп'як Л.Я.								ІФНТУНГ гр. ПМ-19-1	
Затверд.		Панчук В.Г.									

Вступ

Серед головних напрямків економічного розвитку сучасних держав особлива роль відведена машинобудуванню, як одній з ключових галузей економіки.

Розвиток сучасного машинобудування здійснюється за рахунок комплексної автоматизації і механізації, використання прогресивних технологій з збільшенням якості і продуктивності без збільшення кількості працівників. В умовах постійного прискорення оновлення продукції машинобудування при високих темпах росту продуктивності праці і зниження витрат виробництва, передбачається розвиток його в основному за рахунок використання верстатів з ЧПК, оброблювальних центрів, гнучких виробничих систем і модулів, автоматичних ліній.

Таке обладнання в комплексі з автоматичними системами організації роботи і керування нею на базі ЕОМ і мікропроцесорної техніки є складним і дорогим. В зв'язку з цим, необхідною умовою його ефективного використання є велика надійність всіх його елементів, тривалий і неперервний режим роботи при досить високих режимах різання з врахуванням можливості автоматичної заміни зношеного різального і допоміжного інструменту.

					БР.ЛМ-29.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

1. Конструкторсько-технологічний аналіз.

1.1. Аналіз призначення і конструкції деталі.

Вал КМ2134.АФ1-39-401 є деталлю масляного насоса преса КМ2134, яка передає крутний момент від вала двигуна на шестерню насоса. Даний виріб виготовляв ПАТ “Автолившмаш”.

Деталь являє собою ступінчатий вал, діаметри шийок якого збільшуються від кінців до середини за винятком канавок 7 і 8 $\text{Ø}14,5\text{h}14$. В конструкції деталі присутній закритий шпоночний паз 6Р9, канавки $\text{Ø}14,5\text{h}14$, отвір $\text{Ø}9\text{H}14$.

Докладний опис поверхонь деталі, їх службового призначення, конфігурацію і розміри оформляємо у вигляді таблиці.

Таблиця 1.1 – Характеристики поверхонь деталі

№ поверхні	Геометрична форма, профіль поверхні	Службове призначення (функції) поверхні	Розмір, допуск, квалітет	Точність форми і розміщення	Шорсткість, мкм
1	2	3	4	5	6
1-2	Плоскі поверхні, дно паза.	Допоміжна база. Призначена для встановлення шпонки.	$7\pm 0,18$	-	Ra6,3
3-4	Поверхні торця, розділені пазом, обмежені зовнішньою і внутрішньою циліндричною поверхнями.	Вільні поверхні.	$85\text{h}14_{-0,87}$	-	Ra6,3
5	Внутрішня циліндрична поверхня.	Допоміжна база. Призначена для встановлення фіксатора.	$\text{Ø}9\text{H}14^{+0,36}$	-	Ra6,3
6	Зовнішня циліндрична поверхня.	Основна база. Призначена для встановлення вала на підшипник і встановлення шківів.	$\text{Ø}15\text{k}6^{+0,012}_{+0,001}$	0,025	Ra1,25
7-8	Зовнішня циліндрична поверхня.	Вільна поверхня. Призначена для виходу інструменту.	$\text{Ø}14,5\text{h}14_{-0,43}$	-	Ra6,3
9	Плоска поверхня, обмежена зовнішніми циліндричними поверхнями.	Вільна поверхня.	$31\pm 0,31$	-	Ra6,3
10	Фаска між плоскою поверхнею 9 і зовнішньою циліндричною поверхнею 11.	Вільні поверхні.	$0,5\times 45^\circ$	-	Ra6,3
11	Зовнішня циліндрична поверхня.	Вільна поверхня.	$\text{Ø}18\text{k}7^{+0,019}_{+0,001}$	-	Ra6,3
12	Галтель між зовнішньою циліндричною 11 і плоскою 13 поверхнями.	Вільна поверхня.	R1	-	Ra6,3

					БР.ПМ-29.00.000 ПЗ			Арк.
								6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6
13	Торець.	Вільна поверхня.	5h14 ^{-0,3}	-	Ra6,3
14	Зовнішня циліндрична поверхня.	Вільна поверхня.	Ø25h14 ^{-0,52}	-	Ra6,3
15	Торець.	Допоміжна база.	17±0,26	0,025	Ra2,5
16	Зовнішня циліндрична поверхня.	Допоміжна база. Призначена для встановлення зубчатого колеса.	Ø18k7 ^{+0,006} ^{-0,012}	-	Ra6,3
17	Плоска поверхня, обмежена зовнішніми циліндричними поверхнями.	Допоміжна база. Призначена для встановлення кільця.	41h14 ^{-0,62}	-	Ra6,3
18	Плоска поверхня, обмежена зовнішніми циліндричними поверхнями.	Вільна поверхня.	17±0,26	-	Ra6,3
19	Зовнішня циліндрична поверхня.	Основна база. Призначена для встановлення вала на підшипник.	Ø15k6 ^{+0,012} ^{+0,001}	0,025	Ra1,25
20	Торець.	Вільна поверхня.	85h14 ^{-0,87}	-	Ra6,3
21	Фаска між торцем 20 і зовнішньою циліндричною поверхнею 19.	Вільна поверхня.	0,5×45°	-	Ra6,3
22-23	Фаски між зовнішніми циліндричними поверхнями 8 і 19.	Вільні поверхні.	0,5×45°	-	Ra6,3
24	Зовнішня циліндрична поверхня.	Допоміжна база. Призначена для встановлення кільця.	Ø16e8 ^{+0,032} ^{+0,059}	-	Ra6,3
25	Фаска між плоскою поверхнею 17 і зовнішньою циліндричною поверхнею 16.	Вільна поверхня.	0,5×45°	-	Ra6,3
26	Плоска поверхня, дно паза.	Допоміжна база. Призначена для встановлення шпошки.	14,5 ^{-0,1}	-	Ra6,3
27-28	Плоскі поверхні, стілки паза.	Допоміжні бази. Призначені для встановлення шпошки.	6P9 ^{-0,012} ^{-0,042}	-	Ra6,3
29-30	Сектор зовнішньої циліндричної поверхні.	Стінки шпоночного паза. Допоміжні бази. Призначені для встановлення шпошки.	R3	-	Ra6,3
31-32	Галтель між зовнішньою циліндричною поверхнею 7-8 і фаскою 22-23.	Вільна поверхня.	R0,5	-	Ra6,3

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6
33-34	Галтель між зовнішньою циліндричною поверхнею 7-8 і торцем 9; 17.	Вільна поверхня.	R1	-	Ra6,3
35-38	Плоскі поверхні, стінки паза.	Допоміжні бази. Призначені для встановлення шпошки.	6H11 ^{+0,075}	-	Ra6,3

Основні і найточніші поверхні деталі: поверхні 6 і 19 $\text{Ø}15\text{k}6^{+0,012}_{+0,001}$, Ra 1,25, по яких вал встановлюється в підшипники; поверхня 16 $\text{Ø}18\text{k}7^{+0,006}_{-0,012}$, Ra 2,5, по якій встановлене зубчате колесо; поверхня 24 $\text{Ø}16\text{e}8^{-0,032}_{-0,059}$, Ra 2,5, по якій встановлене кільце. Взаємне розташування поверхні 16 відносно поверхонь 6 і 19 задане допуском радіального биття 0,025 мм (див креслення).

В процесі роботи деталь сприймає навантаження від крутного моменту, радіальної і осової сили різання, тому матеріалом для даної деталі служить вуглецева конструкційна якісна сталь 45 ГОСТ1050-88, яка задовільняє дані вимоги до механічних властивостей деталі.

Механічні властивості і хімічний склад Сталі 45 ГОСТ1050-88 наведені в таблицях 1.2 і 1.3.

Таблиця 1.2 – Хімічний склад Сталі 45 ГОСТ1050-88, %

C	Si	Mn	Cr	S	P	Cu	Ni	As
			не більше					
0,42-0,5	0,17-0,37	0,5-0,8	0,25	0,04	0,035	0,25	0,25	0,08

Таблиця 1.3 – Механічні властивості Сталі 45 ГОСТ1050-88

σ_T	σ_B	$\Delta s, \%$	$\Psi, \%$	ан, Дж/см ²	HB (не більше)	
					гарячештампована	відпалена
не менше						
360	610	16	40	-	241	360

Згідно ISO-513:2012 за оброблюваністю даний матеріал відноситься до групи P (вуглецева сталь, зміцнена до HB \leq 400).

					БР.ПМ-29.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

1.2 Аналіз технологічності деталі.

Послідовність обробки поверхонь деталі вказуєм в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Плани механічної обробки поверхонь.

№ поверхні	Послідовність обробки (методи, вид); інструменти	Точність, шорсткість	Тип верстата; пристрій
1	2	3	5
1-2; 35-38 3, 4, 10, 20-25	Фрезерування; фреза дискова. Точіння; різець токарний прохідний відігнутий.	H11, Ra6,3 h14, Ra6,3	Горизонтально-фрезерний верстат. Призми, прихвати. Токарно-гвинторізний верстат. Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон.
5, 19	Свердління; свердло спіральне.	H14, Ra6,3	Токарно-гвинторізний верстат. Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон.
6	1) Чорнове точіння; різець токарний підрізний. 2) Чистове точіння; різець токарний підрізний.	h14, Ra12,5 h11, Ra6,3	Токарно-гвинторізний верстат. Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон.
7-9, 11-15, 17-18, 29-34	3) Чорнове шліфування; круг шліфувальний плоский прямий. 4) Чистове шліфування; круг шліфувальний плоский прямий. Точіння; різець токарний підрізний.	h8, Ra2,5 k6, Ra1,25 h14, Ra6,3	Круглошліфувальний верстат. Центри. Поводковий патрон. Токарно-гвинторізний верстат. Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон.
16	1) Чорнове точіння; різець токарний підрізний. 2) Чистове точіння; різець токарний підрізний. 3) Чорнове шліфування; круг шліфувальний плоский прямий. 4) Чистове шліфування; круг шліфувальний плоский прямий.	h14, Ra12,5 h11, Ra6,3 h8, Ra2,5 k7, Ra2,5	Центр обертовий. Токарно-гвинторізний верстат. Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон. Центр обертовий. Круглошліфувальний верстат. Центри. Поводковий патрон.

Продовження таблиці 1.4

1	2	3	5
24	1) Чорнове точіння; різець токарний підрізний. 2) Чистове точіння; різець токарний підрізний.	h14, Ra12,5 h11, Ra6,3	Токарно-гвинторізний верстат. Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон. Центр обертовий. Круглошліфувальний верстат.
26, 27-28, 29-30	Шліфування; круг шліфувальний плоский прямий. Фрезерування; фреза шпоночна.	h8, Ra2,5 k6, Ra1,25 P9, Ra6,3	Центри. Поводковий патрон. Вертикально-фрезерний верстат. Призми, прихвати.

Матеріал деталі – сталь 45 ГОСТ1050-88.

В базовому техпроцесі заготовка для деталі отримується з круглого гарячекатаного прокату ГОСТ 2590-88.

Крім прокату заготовку можна отримати вільним куванням, гарячим об'ємним штампуванням.

По обробці тиском матеріал належить до групи М1- вміст вуглецю 0,35...0,65% і легуючих елементів до 2%, який серед трьох груп найкраще обробляється тиском.

Оброблюваність різанням оцінюють з допомогою коефіцієнта оброблюваності різцями відносно еталонного матеріалу (сталь45 з Gb=650МПа; 197НВ) згідно [2].с.12:

$$K_v = V_{60} / V_{e60}, \quad (1)$$

де V_{60} -швидкість різання матеріалу при 60 хвилинній стійкості інструменту;

V_{e60} -швидкість різання еталонного матеріалу при 60 хвилинній стійкості інструменту;

Згідно [10]с.29-34 $V_{60}=115\text{м/хв}$; $V_{e60}=115\text{м/хв}$; $K_v=115/115=1$;

отримане значення свідчить про добру оброблюваність різанням.

Аналіз технологічності шестерні проводимо згідно методики [1].с.13:

- 1) на прохід можна обробляти поверхні;
- 2) діаметральні розміри шийок вала зменшуються до кінців;
- 3) в конструкції вала відсутні великі буртики, решту через призначення вала виключити з конструкції не можливо;
- 4) закритий шпон очний паз не можна замінити на відкритий;
- 5) ступінчатий вал не можливо замінити гладким;
- 6) канавки вала мають розміри і форму, які придатні для обробки на копіювальних верстатах і верстатах з ЧПК;
- 7) жорсткість вала допускає отримання високої точності обробки ($L/d=85/50=1,7<10$);
- 8) з одного установка обробку вала виконати не можливо;
- 9) при обробці поверхонь вала виконується принцип постійності баз.

					БР.ПМ-29.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

1.3. Визначення організаційних умов виробництва.

1.3.1. Організаційні умови.

Тип виробництва: середньосерійний.

Режим роботи підприємства: 2 зміни за добу.

Дійсний річний фонд робочого часу обладнання [2.с.22; Табл..2.1.]:

$F_d=4029$ год.

Число робочих днів у році: $F=253$ дні.

Дійсний фонд робочого часу обладнання за 1 зміну: $F_o=480$ хв.

Нормативний коефіцієнт завантаження верстатів: 0,8.

Коефіцієнт серійності для середньо серійного типу виробництва: $K_c=11\dots 20$.

Маса деталі 0,2 кг;

Таблиця 1.5 – Трудомісткість операцій обробки деталі

№ операції	Назва операції			T _o , хв	Фφ _к	T _{ш-к} (T _{шт}), хв
	№№ переходів	Розрахунок основного часу	i			
1	2	3	4	5	6	7
005.	Фрезерно-відрізна			0,17	1,84	0,31
1	$T_{o005}=0,19D^2=0,19\cdot 30^2$	1	0,7			
010.	Токарно-гвинторізна			0,25	1,8	0,45
1	$0,037(D^2-d^2)=0,037\cdot 30^2$	1	0,031			
2	$0,037(D^2-d^2)=0,037\cdot 30^2$	1	0,031			
3	$0,52dl=0,52\cdot 9\cdot 20$	1	0,094			
4	$0,52dl=0,52\cdot 9\cdot 20$	1	0,094			
015.	Токарно-гвинторізна			5,9	1,8	10,6
1	$0,17dl=0,17\cdot 30\cdot 31\cdot 3$	3	0,48			
2	$0,17dl=0,17\cdot 30\cdot 8,5\cdot 2$	2	0,86			
3	$0,17dl=0,17\cdot 30\cdot 5$	1	0,025			
4	$0,1dl=0,1\cdot 16,5\cdot 31$	1	0,055			
5	$0,037(D^2-d^2)=0,037(20^2-16,5^2)$	1	1,5			
6	$0,037(D^2-d^2)=0,037(25^2-20^2)$	1	1,65			
7	$0,037(D^2-d^2)=0,037(16,5^2-14,5)$	1	1,33			
020.	Токарно-гвинторізна			3,5	1,8	6,3
1	$0,17dl=0,17\cdot 30\cdot 13\cdot 3$	3	0,2			
2	$0,17dl=0,17\cdot 30\cdot 12,5\cdot 2$	2	0,13			
3	$0,17dl=0,17\cdot 30\cdot 17\cdot 2$	2	0,17			
4	$0,1dl=0,1\cdot 16,5\cdot 13$	1	0,022			
5	$0,1dl=0,1\cdot 30\cdot 12,5$	1	0,038			
6	$0,037(D^2-d^2)=0,037(25^2-19,5^2)$	1	1,1			
7	$0,037(D^2-d^2)=0,037(19,5^2-17,5^2)$	1	0,95			
8	$0,037(D^2-d^2)=0,037(17,5^2-16,5)$	1	0,89			
025.	Токарно-гвинторізна			0,09	1,8	0,16
1	$0,52dl=0,52\cdot 9\cdot 20$	1	0,09			
030	Горизонтально-фрезерна			0,11	1,7	0,19
1	$7l=7\cdot 15,5$	1	0,11			
035	Вертикально-фрезерна			0,06	1,7	0,1
1	$7l=7\cdot 8$	1	0,06			

Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4	5	6	7
040.	Кругло-шліфувальна			0,05	1,5	0,08
1	0,1dl=0,1·15,5·31	1	0,05			
045.	Кругло-шліфувальна			0,9	1,5	1,35
1	0,1dl=0,1·18,5·17	1	0,38			
2	0,1dl=0,1·16,5·15,5	1	0,29			
3	0,1dl=0,1·15,5·13	1	0,23			
050.	Круглошліфувальна			0,75	1,5	1,12
1	0,15dl=0,1·15,5·31	1	0,75			
055.	Круглошліфувальна			0,3	1,5	0,45
1	0,15l=0,15·15,5·13	1	0,3			

$$\sum T_{шт} = 21,41 \text{ хв};$$

Штучний час:

$$T_{шт.к.} = T_o \cdot \varphi_k; \quad (2)$$

де: T_o – основний технологічний час, хв.;

φ_k – коефіцієнт, який залежить від типу виробництва і виду верстата.

Основні технологічні часи T_o і φ_k згідно [2] с. 146 додаток 1.

Середній штучний час:

$$T_{шт.сер.} = \sum T_{шт.} / n, \text{ хв} \quad (3)$$

де n- кількість операцій; n=12;

$\sum T_{шт.}$ - сумарний штучний час, хв;

$$T_{шт.к.} = T_o \cdot \varphi_k; \quad (4)$$

де: T_o – основний технологічний час, хв.;

φ_k – коефіцієнт від типу виробництва і типу верстата.

Основні технологічні часи T_o і φ_k згідно [2] с.146 додаток 1.

1.3.2. Розрахунок програми випуску і партії деталей:

Число операцій: n=12;

Сумарний штучний час:

$$\sum T_{шт} = 21,41 \text{ хв};$$

Середній штучний час:

$$T_{шт.сер.} = \sum T_{шт.} / n = 21,41 / 12 = 1,94 \text{ хв}; \quad (5)$$

Такт випуску деталей:

$$t_b = K_3 \cdot T_{шт.сер.} = 15 \cdot 1,94 = 29,09 \text{ хв}; \quad (6)$$

Річна програма випуску:

– розрахункова:

$$N = F_d \cdot 60 / t_b = 4029 \cdot 60 / 29,09 = 82950,07 \text{ шт}; \quad (7)$$

– прийнята N=8295 шт;

Розрахункова кількість деталей в партії:

$$n_d = N \cdot a / F = 8295 \cdot 12 / 253 = 394 \text{ шт}; \quad (8)$$

Розрахункова кількість змін на обробку партії деталей:

$$C = T_{шт.сер.} \cdot n_d / 480 \cdot 0,8 = 1,94 \cdot 394 / 480 \cdot 0,8 = 1,99; \quad (9)$$

Прийнята кількість змін $C_{пр.} = 2$ зміни;

Прийнятий обсяг партії деталей:

$$n_{пр} = C_{пр.} \cdot 480 \cdot 0,8 / T_{шт.сер.} = 2 \cdot 480 \cdot 0,8 / 1,94 = 395 \text{ шт}; \quad (10)$$

						БР.ЛМ-29.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			12

1.4. Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі.

В умовах базового підприємства ПАТ “Автолившаш” деталь вал КМ2134.АФ1-39-401 виготовляється в умовах дрібносерійного виробництва.

Опис базового технологічного процесу і його аналіз в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Опис базового технологічного процесу виготовлення вала КМ2134.АФ1-39-401

№ операції	Назва операції		Верстат (потужність); пристрій, оснастка
№№ переходів	Основні технологічні переходи; інструменти	№ обр. пов.	
1	2	3	4
005	Фрезерно-відрізна.		Фрезерно-відрізний верстат 8Г662 (N=7,5 кВт); призми в комплекті верстата з гвинтовим затиском.
1	Відрізати заготовку з прокату Ø30 мм в розмір L=88 мм; пила кругла.	3-4; 20	
010	Токарно-гвинторізна.		Токарно-гвинторізний верстат 16R20 (N=10 кВт); Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон Ø250 мм.
1	Підрізати торці; різець токарний прохідний відігнутий.	3-4; 20	
2	Обробити центрові отвори Ø3,15 мм; Свердло центровочне Ø3,15 мм; <60°.	3-4; 20	
015	Токарно-гвинторізна.		Токарно-гвинторізний верстат 16K20 (N=10 кВт); Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон Ø250 мм. Центр обертвий.
1	Точити поверхні; різець токарний підрізний.	6; 9; 11-13	
2	Точити поверхні; різець токарний прохідний відігнутий.	10; 14	
3	Точити канавку; різець токарний канавочний.	7	

продовження таблиці 1.6

1	2	3	4
020	Токарно-гвинторізна.		Токарно-гвинторізний верстат 16К20 (N=10 кВт); Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон Ø250 мм. Центр обертовий.
1	Точити поверхні; різець токарний підрізний.	15-19	
2	Точити канавку; різець токарний канавочний.	8	
3	Точити поверхні; різець токарний прохідний відігнутий.	21; 22; 25	
025	Токарно-гвинторізна.		
	Свердлити отвір; свердло спіральне Ø9мм.	5	
030	Вертикально-фрезерна.		Вертикально-фрезерний верстат 6Р12 (N=10 кВт); Призми і прихвати з гвинтовим затиском.
1	Фрезерувати паз 6Р9; фреза шпоночна Ø6мм з швидкорізальної сталі.	26-30	
035	Горизонтально-фрезерна.		Горизонтально-фрезерний верстат 6Р82Г (N=10 кВт); Призми і прихвати з гвинтовим затиском.
1	Фрезерувати паз 6Р9; фреза дискова Ø63мм, b=6 мм з швидкорізальної сталі.	1-2; 35-38	
040	Круглошліфувальна.		Круглошліфувальний верстат 3М150 (N=7,5 кВт); Центри верстата.
1	Шліфувати поверхню; круг шліфувальний плоский прямий.	6	
045	Круглошліфувальна.		Круглошліфувальний верстат 3М151 (N=10 кВт); Центри верстата.
1	Шліфувати поверхню; круг шліфувальний плоский прямий.	16	
2	Шліфувати поверхню; круг шліфувальний плоский прямий.	24	
3	Шліфувати поверхню; круг шліфувальний плоский прямий.	19	

Степінь складності штамповки: $C=C_{\pi}/C_{\phi}$

Де C_{π} -маса(об'єм) заготовки;

C_{ϕ} -маса(об'єм) геометричної фігури мінімального об'єму, в яку вписується заготовка;

Приблизний об'єм заготовки, яка має форму наближену до форми готової деталі в даному випадку:

$$C_{\pi}=V_1+V_2+V_3+V_4+V_5+V_6 \quad (16)$$

$$V_1=\pi \cdot d^2 \cdot L/4=3,14 \cdot 15^2 \cdot 31/4=5475\text{мм}^3;$$

$$V_2=\pi \cdot d^2 \cdot L/4=3,14 \cdot 20^2 \cdot 6,5/4=2041\text{мм}^3;$$

$$V_3=\pi \cdot d^2 \cdot L/4=3,14 \cdot 25^2 \cdot 5/4=2453\text{мм}^3;$$

$$V_4=\pi \cdot d^2 \cdot L/4=3,14 \cdot 18^2 \cdot 17/4=4323\text{мм}^3;$$

$$V_5=\pi \cdot d^2 \cdot L/4=3,14 \cdot 16^2 \cdot 12,5/4=2512\text{мм}^3;$$

$$V_6=\pi \cdot d^2 \cdot L/4=3,14 \cdot 15^2 \cdot 13/4=2296\text{мм}^3;$$

$$C_{\pi}=5475+2041+2453+4323+2512+2296=19100\text{мм}^3;$$

$$C_{\phi}=\pi \cdot d^2 \cdot L/4=3,14 \cdot 25^2 \cdot 85/4=41703\text{мм}^3;$$

$$C=19100/41703=0,458;$$

Згідно ГОСТ 7505-88, додаток 2 степінь складності штамповки при $0,16 < C < 0,32$ ($0,32 < 0,49 < 0,63$) C_2 ;

Згідно ГОСТ 7505-88 табл.19 клас точності – Т4;

Згідно ГОСТ 7505-88 табл.2 вихідний індекс – 13;

Згідно ГОСТ 7505-89, Табл.3, Згідно [8.с.248.Табл.49] припуски на поверхні деталі (на сторону): поверхня 6, 19: $t=1,5\text{мм}$; поверхня 24: $t=1,4\text{мм}$; поверхня 16: $t=1,4\text{мм}$; поверхня 11: $t=1,1\text{мм}$; поверхня 14: $t=1,1\text{мм}$; поверхні 3-4: $t=1,2\text{мм}$; поверхні 9, 18: $t=1,2\text{мм}$; поверхні 13, 15, 17: $t=1,1\text{мм}$.

При гарячій об'ємній штамповці заготовка піддається нагріву з утворенням окалини, тому припуск на сторону збільшується на $0,5\text{мм}$.

Додатковий припуск від зміщення поверхонь роз'єму штампів згідно ГОСТ 7505-88 табл.4 $0,3\text{мм}$.

На розміри заготовки, які утворились з врахуванням припусків назначаем допуски згідно [7.с.245.Табл.47], внаслідок чого отримуем розміри заготовки:

$$88,4_{-0,6}^{+1} \quad 31_{-0,5}^{+1} \quad 44,4_{-0,5}^{+1} \quad 17_{-0,5}^{+1} \quad 42,6_{-0,5}^{+1} \quad 8,4_{-0,5}^{+1} \quad \text{Ø}19_{-0,5}^{+1} \quad \text{Ø}19,8_{-0,5}^{+1}$$

$$\text{Ø}21,8_{-0,5}^{+1} \quad \text{Ø}23,2_{-0,5}^{+1} \quad \text{Ø}28,2_{-0,5}^{+1}$$

Штамповочні наклони згідно [5.с.149]:

Зовнішній 3° ; Внутрішній 5° ;

Радіуси заокруглень згідно [5.с.145]:

Зовнішні $1,6\text{мм}$; внутрішні 2мм ;

Об'єм заготовки:

$$V=V_1+V_2+V_3+V_4+V_5+V_6 \quad (17)$$

$$V_1=\pi \cdot d^2 \cdot L/4=3,14 \cdot 19^2 \cdot 13/4=3684\text{мм}^3;$$

$$V_2=\pi \cdot d^2 \cdot L/4=3,14 \cdot 19,8^2 \cdot 16,5/4=5077\text{мм}^3;$$

$$V_3=\pi \cdot d^2 \cdot L/4=3,14 \cdot 21,8^2 \cdot 17/4=6342\text{мм}^3;$$

$$V_4=\pi \cdot d^2 \cdot L/4=3,14 \cdot 28,2^2 \cdot 8,4/4=5243\text{мм}^3;$$

$$V_5=\pi \cdot d^2 \cdot L/4=3,14 \cdot 23,2^2 \cdot 15,9/4=6718\text{мм}^3;$$

$$V_6=\pi \cdot d^2 \cdot L/4=3,14 \cdot 19^2 \cdot 31/4=8785\text{мм}^3;$$

$$V=3684+5077+6342+5243+6718+8785=35849\text{мм}^3;$$

Маса заготовки: $m_z = 35849 \cdot 10^{-9} \cdot 7814 = 0,28 \text{ кг}$;
 Коефіцієнт використання матеріалу $K_{vm} = 0,2/0,28 = 0,714$;
 Вартість штапованої заготовки згідно [4.с.31]:
 $S_{zag} = (C/1000 \cdot Q \cdot K_t \cdot K_c \cdot K_v \cdot K_m \cdot K_p) - (Q - q) \cdot S_{vidh}/1000$ (18)
 Де С-базова вартість одної тони заготовок;
 K_t, K_c, K_v, K_m, K_p -коефіцієнти, які залежать від класу точності, групи складності, маси, марки матеріалу і об'єму виробництва заготовок; згідно базових даних $C = 5900 \text{ грн}$;
 Згідно [4.с.37-38]: $K_t = 1$; $K_m = 1$; $K_c = 0,84$; $K_v = 1,85$; $K_p = 1$;
 $S_{zag} = (5900/1000 \cdot 0,28 \cdot 1 \cdot 0,84 \cdot 1,85 \cdot 1 \cdot 1) - (0,28 - 0,2) \cdot 600/1000 = 2,52 \text{ грн}$;
 Основні техніко-економічні показники варіантів отримання заготовки заносимо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 - Техніко-економічні показники методів отримання заготовки для деталі вал КМ2134АФ1-39-01

Основні техніко-економічні показники	Варіанти отримання заготовки	
	Прокат круглого профілю	Штапована на кривошипному гаряче штампувальному пресі
Маса заготовки, кг	0,42	0,2
Коефіцієнт використання металу	0,476	0,714
Собівартість заготовки для однієї деталі, грн	2,26	2,52

При порівнянні техніко-економічних показників встановлено, що в заготовки з круглого прокату великий розхід матеріалу і низький коефіцієнт його використання.

З альтернативних методів найнижчий розхід матеріалу (0,28кг проти 0,42кг) і найвищий коефіцієнт використання K_{vm} (0,714 проти 0,476) в штапованої заготовки. Найнижча собівартість виготовлення в заготовки з круглого прокату (2,26грн проти 2,52грн), однак в середньо серійному виробництві доцільніше використовувати штаповану заготовку, в якій форма більш наближена до форми готової деталі.

2.2. Вибір маршруту і операцій обробки деталі.

В базовому тез процесі на ПАТ “Автолившмаш” вал КМ2134.АФ1-39-401 виготовлявся в умовах дрібносерійного виробництва.

Таблиця 2.2 – Опис проектної технології обробки вала КМ2134.АФ1-39-401

№ операції	Назва операції		Ескіз обробки деталі на операції
	Верстат (потужність); пристрій, оснастка		
№№ переходів	Основні технологічні переходи; інструмент	№ обр. пов.	
1	2	3	4
005	Заготівельна.		
	Кривошипний гаряче штампувальний прес.		
010	Токарна з ЧПК.		Рис. 1
	Токарно-гвинторізний верстат з ЧПК мод. 16Б16Т1 (N=7,1 кВт); Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон Ø200 мм; центр обертовий.		
1	Підрізати торець; різець токарний для контурного точіння $\varphi=45^\circ$.	3-4	
2	Точити поверхні начорно; різець токарний для контурного точіння $\varphi=93^\circ$.	6, 9, 11-13	
3	Точити поверхню; різець токарний для контурного точіння $\varphi=93^\circ$.	14	
4	Точити поверхні начисто; різець токарний для контурного точіння $\varphi=93^\circ$.	6, 9, 10	
5	Свердлити отвір ; свердло спіральне Ø9мм.	5	
015	Токарна з ЧПК.		Рис. 2
	Токарно-гвинторізний верстат з ЧПК мод. 16Б16Т1 (N=7,1 кВт); Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон Ø200 мм; центр обертовий.		
1	Підрізати торець; різець токарний для контурного точіння $\varphi=45^\circ$.	20	
2	Центрувати отвір А3,15 на торці; свердло центровочне Ø3,15 мм; $<60^\circ$.	20	
3	Точити поверхні начорно; різець токарний для контурного точіння $\varphi=93^\circ$.	15-19	
4	Точити поверхні начисто; різець токарний для контурного точіння $\varphi=93^\circ$.	15-19, 21, 24, 25	

					БР.ЛМ-29.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

1	2	3	4
020	Шпоночно-фрезерна. Шпоночно-фрезерний верстат мод. 692P (N=1,4 кВт); Пристрій фрезерний.		Рис. 3
	1	Фрезерувати паз 6P9; Фреза шпоночка Ø6 мм.	
025	Горизонтально-фрезерна. Горизонтально-фрезерний верстат мод. 6P81Г (N=5,5 кВт); Пристрій фрезерний.		Рис. 4
	1	Фрезерувати паз 6Н11; Фреза дискова Ø63 мм, b=3 мм.	
030	Круглошліфувальна. Круглошліфу-вальний верстат 3М150 (N=4 кВт); центри верстата. Поводок.		Рис. 5
	1	Шліфувати поверхню начорно; круг шліфувальний плоский прямий.	
035	Круглошліфувальна. Круглошліфу-вальний верстат 3М150 (N=4 кВт); центри верстата. Поводок.		Рис. 6
	1	Шліфувати поверхню; круг шліфувальний плоский прямий.	
2	Шліфувати поверхню; круг шліфувальний плоский прямий.	24	
3	Шліфувати поверхню начорно; круг шліфувальний плоский прямий.	19	
040	Круглошліфувальна. Круглошліфу-вальний верстат 3М150 (N=4 кВт); центри верстата. Поводок.		Рис. 7
	1	Шліфувати поверхню начисно; круг шліфувальний плоский прямий.	
045	Круглошліфувальна. Круглошліфу-вальний верстат 3М150 (N=4 кВт); центри верстата. Поводок.		Рис. 8
	1	Шліфувати поверхню начисно; круг шліфувальний плоский прямий.	

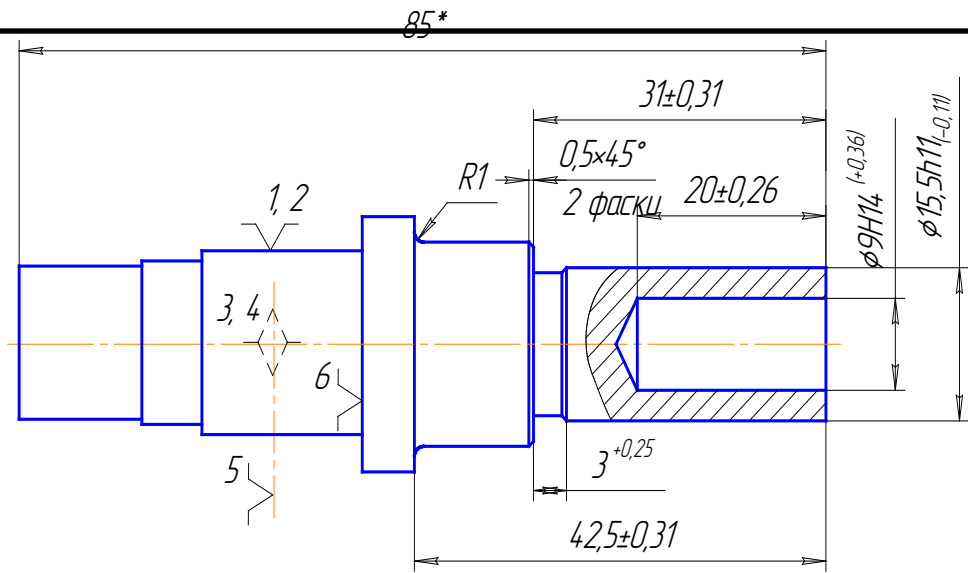


Рис.1 – Ескіз обробки деталі на операції 010

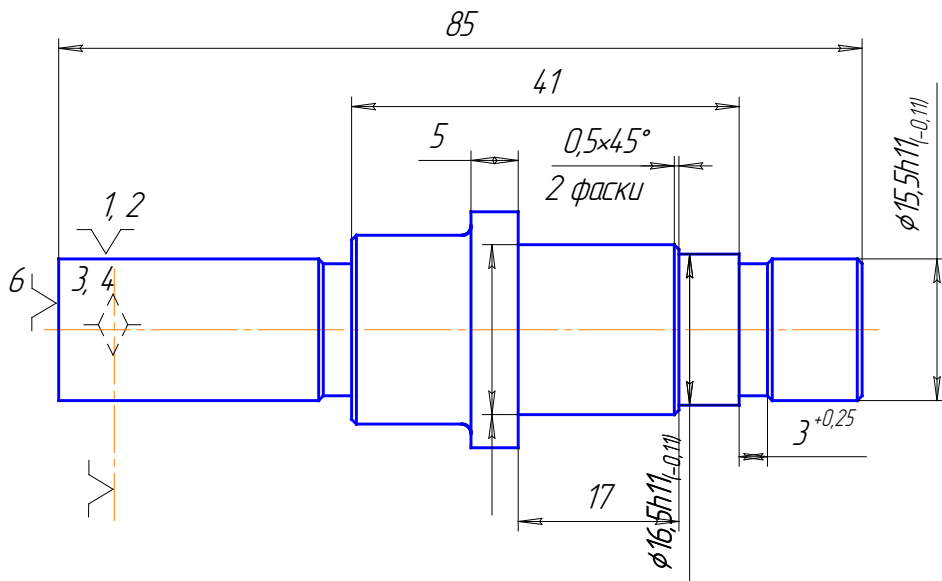


Рис.2 – Ескіз обробки деталі на операції 015

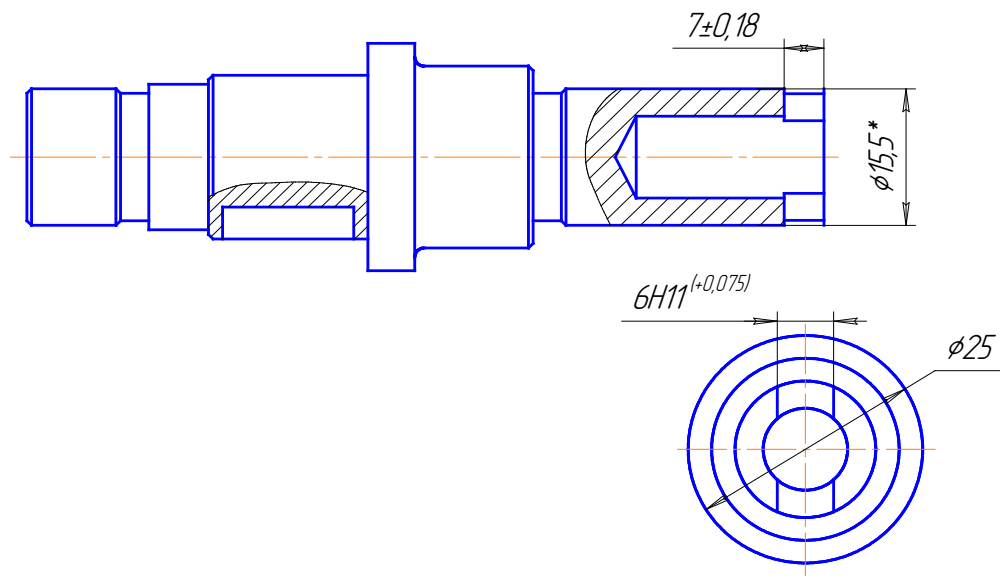


Рис.3 – Ескіз обробки деталі на операції 020

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ЛМ-29.00.000 ПЗ

Арк.

20

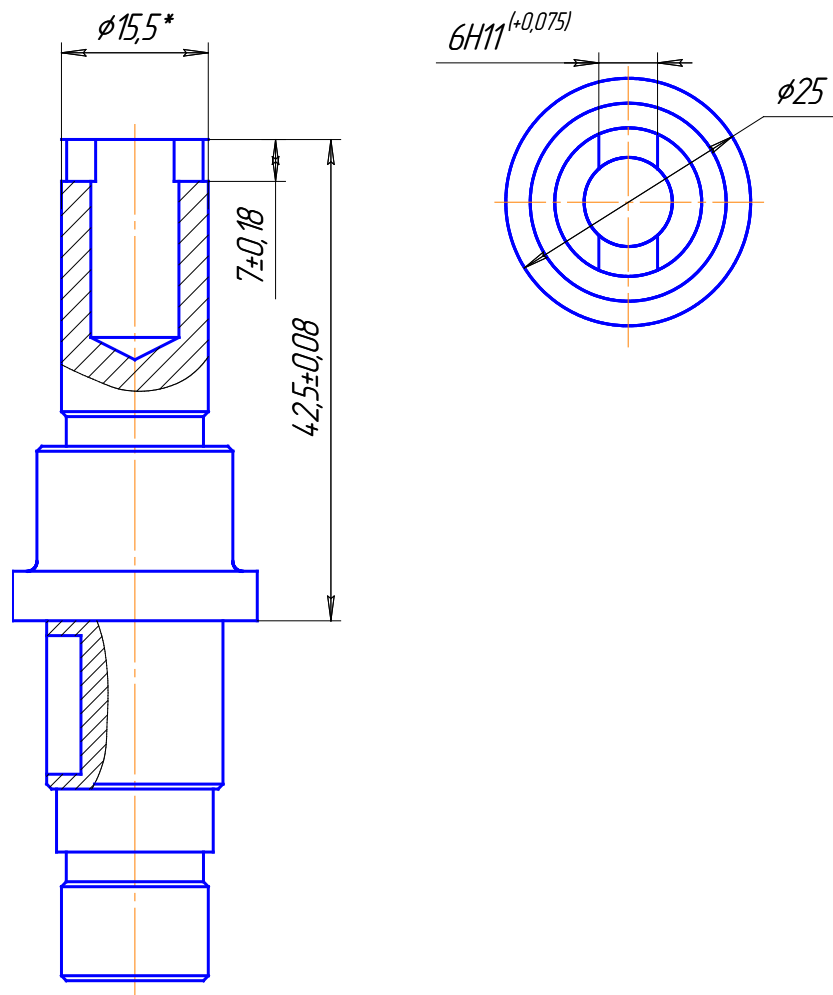


Рис.4 – Ескіз обробки деталі на операції 025

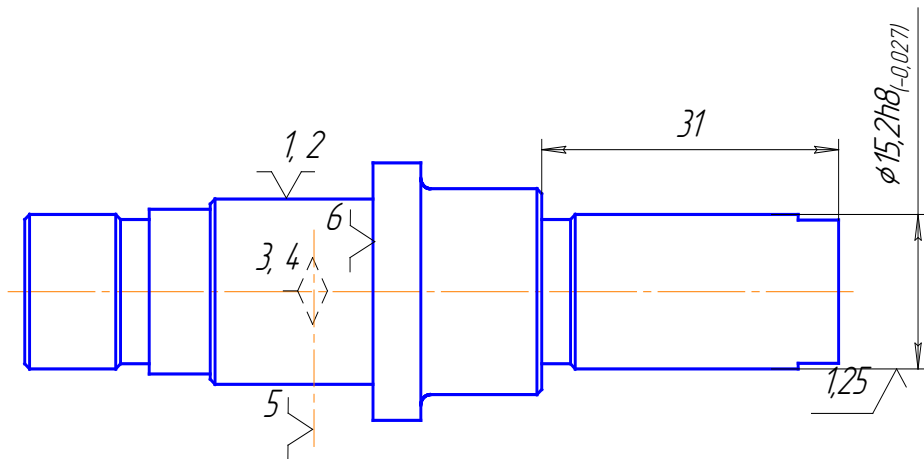


Рис.5 – Ескіз обробки деталі на операції 030

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ЛМ-29.00.000 ПЗ

Арк.

21

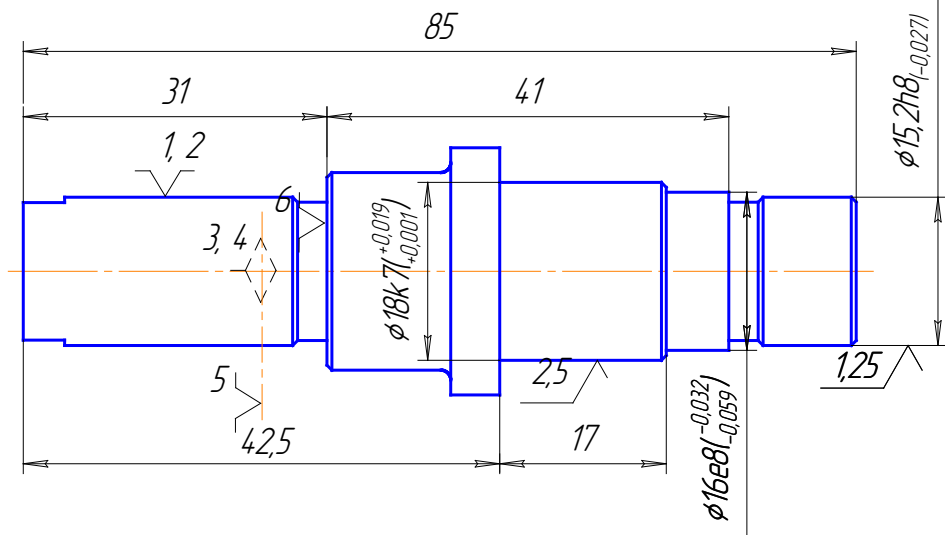


Рис.6 – Ескіз обробки деталі на операції 035

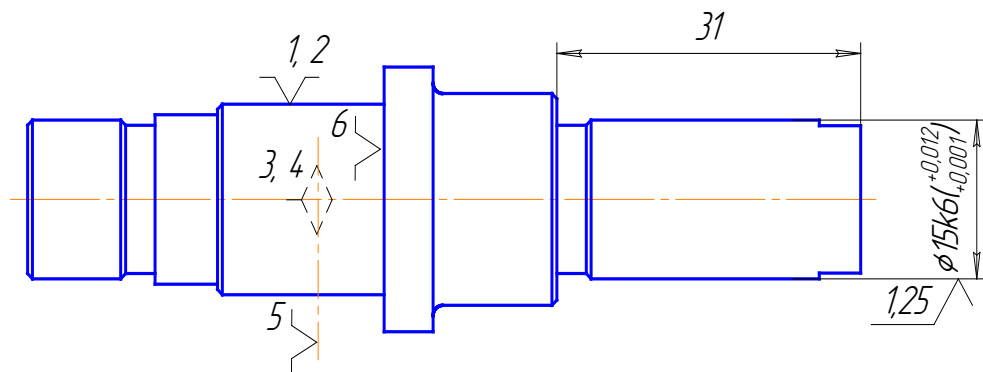


Рис.7 – Ескіз обробки деталі на операції 040

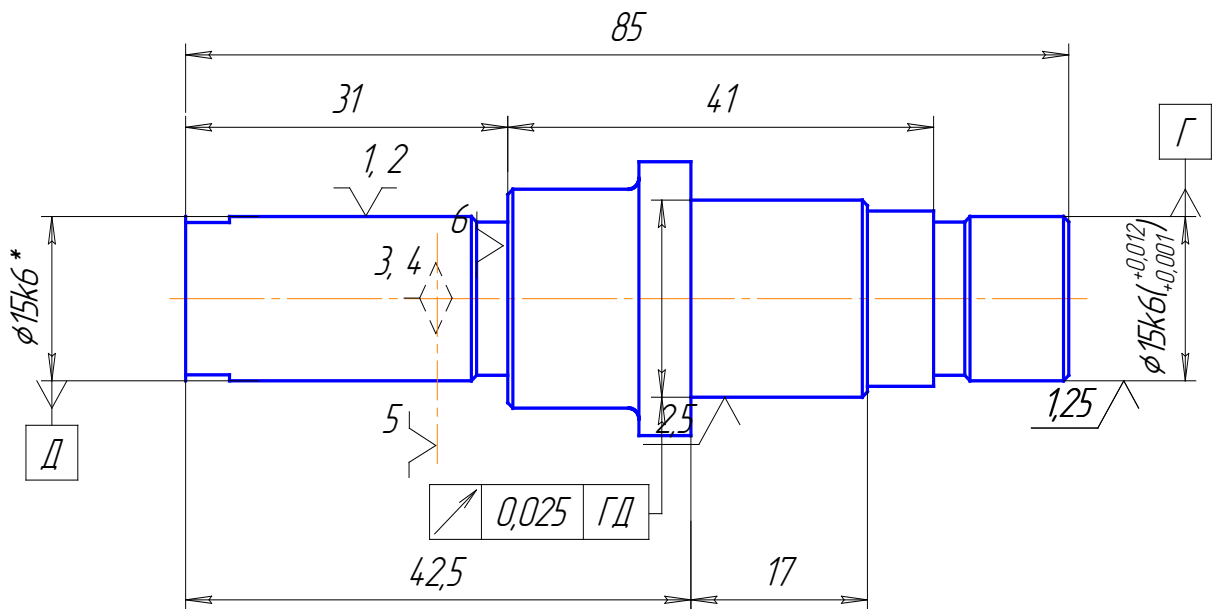


Рис.8 – Ескіз обробки деталі на операції 045

Продовження таблиці 2.3

1	2	3
020.	Шпоночно-фрезерна.	
1.	Фрезерувати паз 6P9 на поверхнях 26-30.	Фреза шпоночка з циліндричним хвостовиком з швидкорізальної сталі P6M5; d=6мм; L=50мм; l=9мм; z=2; $\omega=20^\circ$; $\varphi=90^\circ$; $\varphi_1=3^\circ$; $\gamma=10^\circ$; $\alpha=15^\circ$; Фреза 2235-0005 P6M5 ГОСТ 9140-78.
025.	Горизогтально-фрезерна.	
1.	Фрезерувати паз 6H11 на поверхнях 1-2; 35-38.	Фреза дискова трьохстороння з швидкорізальної сталі P6M5; D=63мм; d=22мм; b=6мм; z=14; $\varphi=93^\circ$; Фреза 2250-0055 P6M5 ГОСТ 9140-78.
030.	Круглошліфувальна.	
1.	Шліфувати поверхню 6 начорно.	Круг шліфувальний плоский прямий, матеріал білий електрокорунд, середньої твердості, зернистість 63, кобальтова зв'язка, D=400 мм, H=40 мм, d=127 мм: ПП 400×40×127 25A C-63-5K ГОСТ 4785-81.
035.	Круглошліфувальна.	
1. 2. 3.	Шліфувати поверхню 16. Шліфувати поверхню 24. Шліфувати поверхню 19 начорно.	Круг шліфувальний плоский прямий, матеріал білий електрокорунд, середньої твердості, зернистість 63, кобальтова зв'язка, D=400 мм, H=40 мм, d=127 мм: ПП 400×40×127 25A C-63-5K ГОСТ 4785-81.
040.	Круглошліфувальна.	
1.	Шліфувати поверхню 6 начисто.	Круг шліфувальний плоский прямий, матеріал білий електрокорунд, середньої твердості, зернистість 40, кобальтова зв'язка, D=400 мм, H=40 мм, d=127 мм: ПП 400×40×127 25A C-40-5K ГОСТ 4785-81.
045.	Круглошліфувальна.	
1.	Шліфувати поверхню 19 начисто.	Круг шліфувальний плоский прямий, матеріал білий електрокорунд, середньої твердості, зернистість 40, кобальтова зв'язка, D=400 мм, H=40 мм, d=127 мм: ПП 400×40×127 25A C-40-5K ГОСТ 4785-81.

						БР.ЛМ-29.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			24

Таблиця 2.4 – Опис металорізальних верстатів виготовлення
вала КМ2134.АФ1-39-401

№ операції	Назва операції	Обладнання
1	2	3
005.	Заготівельна	Кривошипний гарчештампувальний прес
010.	Токарна з ЧПК.	Токарно-гвинторізний верстат з ЧПК 16Б16Т1: Найбільші розміри встановлюваної деталі: Діаметр:
015.	Токарна з ЧПК.	- над станиною: 320 мм; - над супортом: 125 мм; Довжина: 750 мм; Потужність приводу головного руху: N _{дв} =7,1 кВт.
020.	Шпоночно-фрезерна.	Шпоночно-фрезерний верстат 692М: Конус шпинделя: 7:24; Робоча поверхня стола 250x1250 мм; відстань від торця шпинделя до робочої поверхні стола 85-575 мм; Потужність приводу головного руху: N _{дв} =1,6кВт.
025.	Горизонтально-фрезерна.	Горизонтально-фрезерний верстат 6Р81Г: Конус шпинделя: 7:24; Робоча поверхня стола 200x1000 мм; відстань від осі шпинделя до робочої поверхні стола 50-410 мм; Потужність приводу головного руху: N _{дв} =5,5кВт.
030.	Круглошліфувальна.	Кругло-шліфувальний верстат 3М150:
035.	Круглошліфувальна.	Найбільші розміри встановлюваної деталі: Діаметр: 100 мм;
040.	Круглошліфувальна.	Довжина: 360 мм;
045.	Круглошліфувальна.	Потужність приводу головного руху: N _{дв} =4 кВт.

2.4. Визначення міжопераційних припусків і розмірів обробки.

Розраховуємо припуски на механічну обробку аналітичним методом для поверхні 6 – $\text{Ø}15\text{k}6^{+0,012}_{+0,001}$.

Початкові дані:

Заготовка – шмамповка на кривошипному гаряче штампувальному пресі.

Маса деталі – 0,2кг;

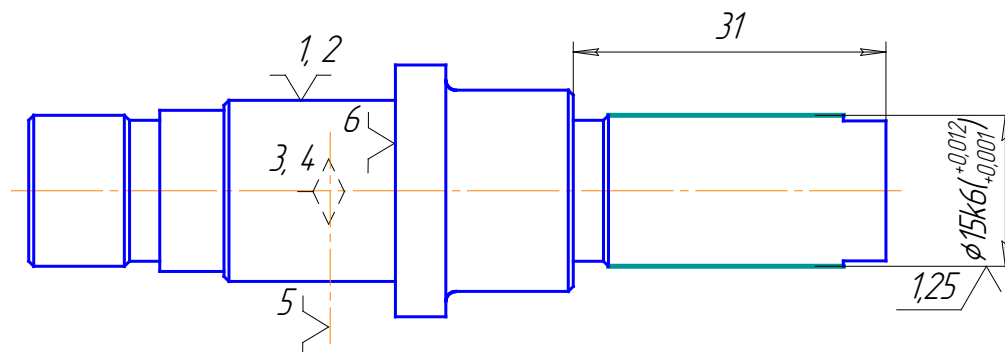


Рис.9 – Ескіз на обробку поверхні 6 $\text{Ø}15\text{k}6^{+0,012}_{+0,001}$ вала КМ2134АФ1-39-01

2)Послідовність обробки:

- чорнове точіння;
- чистове точіння;
- чорнове шліфування;
- чистове шліфування;

При обробці деталь встановлюється в трикулачковий патрон по поверхні 16(подвійна напрямна база) і поверхні 15(напрямна база).

3)Мінімальні значення припусків для зовнішньої циліндричної поверхні:

$$2z_{\min} = 2(Rz_{i-1} + T_{i-1} + p_{i-1} + E_{yi}) \quad (19)$$

де R-висота нерівностей, мкм;

T-глибина дефектного шару, мкм;

p-просторові відхилення, мкм;

e-похибка установки заготовки, мкм;

Для штампованих заготовок при масі до 0,28кг сумарне значення:

$Rz=150\text{мкм}$; $T=200\text{мкм}$ [4] с.63. табл.4.3;

Після чорнового точіння $Rz=50\text{мкм}$; $T=50\text{мкм}$;

Після чистового точіння $Rz=30\text{мкм}$; $T=30\text{мкм}$;

Після чорнового шліфування $Rz=10\text{мкм}$; $T=20\text{мкм}$;

Після чистового шліфування $Rz=5\text{мкм}$; $T=15\text{мкм}$; [4] с.64. табл.4.5;

Сумарне значення просторових відхилень для даної схеми базування згідно [4]с.67.табл.4.7:

$$\rho_z = \sqrt{\rho_{zm}^2 + \rho_{кор}^2} \quad (20)$$

$\rho_{zm}=0,4\text{мм}$ [8].с.184 табл.12;

$\rho_{кор}=0,5\text{мм}$ [8].с.185 табл.13;

						БР.ЛМ-29.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			26

$$\rho_3 = \sqrt{0,4^2 + 0,5^2} = 0,64 \text{ мм};$$

Похибка установки заготовки згідно [2].с.73:

$$E_y = \sqrt{E_{\sigma}^2 + E_3^2 + E_{np}^2} \quad (21)$$

де E_{σ} -похибка базування, мкм;

E_3 -похибка закріплення заготовки в пристрої, мкм;

E_{np} -похибка виготовлення і зносу опорних елементів пристрою, мкм;

Похибка базування в самоцентруючому пристрої $E_{\sigma}=0$;

Похибка закріплення згідно [4].с.82.Табл.4.13 $E_3=90$ мкм;

Похибка виготовлення і зносу опорних елементів пристрою згідно [4].с.74

$E_{np}=50$ мкм;

$$E_y = \sqrt{0^2 + 90^2 + 50^2} = 108 \text{ мкм} = 0,108 \text{ мм}$$

Проміжні значення просторових відхилень згідно [4].с.73:

$$\rho_{\text{ост}} = K_y \cdot \rho_3,$$

де K_y -коефіцієнт уточнення форми;

для чорнового точіння $K_y=0,06$;

для чистового точіння $K_y=0,04$;

для чорнового шліфування $K_y=0,02$;

після чорнового точіння $\rho_2=0,06 \cdot 640=38,4$ мкм;

після чистового точіння $\rho_3=0,04 \cdot 640=25,6$ мкм;

після чорнового шліфування $\rho_4=0,02 \cdot 640=12,8$ мкм;

Похибка установки заготовки на проміжних переходах:

згідно [4].с.85 для чистового точіння $E_2=0,05 \cdot E_1 + E_{\text{інд}}$

Чорнове і чистове точіння проводиться з однієї установки,

тому похибка індикації $E_{\text{інд}}=0$;

$$E_2=0,05 \cdot 108=5,4 \text{ мкм};$$

Для чорнового шліфування:

згідно [4].с.82.Табл.4.13 $E_3=35$ мкм;

згідно [4].с.74 $E_{np}=50$ мкм;

$$E_y = \sqrt{0^2 + 35^2 + 50^2} = 61 \text{ мкм} = 0,061 \text{ мм}$$

Для чистового шліфування:

згідно [4].с.82.Табл.4.13 $E_3=25$ мкм;

згідно [4].с.74 $E_{np}=50$ мкм;

$$E_y = \sqrt{0^2 + 25^2 + 50^2} = 56 \text{ мкм} = 0,056 \text{ мм}$$

Мінімальні значення припусків:

-чорнове точіння: $2z_{\text{мін}1}=2(150+200+640+108)=2196$ мкм= $2,196$ мм;

-чистове точіння: $2z_{\text{мін}2}=2(50+50+38,4+5,4)=288$ мкм= $0,288$ мм;

-чорнове шліфування: $2z_{\text{мін}3}=2(30+30+25,6+61)=293$ мкм= $0,293$ мм;

-чистове шліфування: $2z_{\text{мін}4}=2(5+15+12,8+56)=178$ мкм= $0,178$ мм;

Розрахункові розміри, починаючи з кінцевого $\text{Ø}15k6^{+0,012}_{+0,001}$, визначаємо за формулою:

$$dp_i = dp_{i+1} + 2z_{\text{мін}i+1}; \quad (23)$$

-готової поверхні: $dp_1=15,001$ мм;

-для чорнового шліфування: $dp_2=15,001+0,178=15,179$ мм;

					БР.ПМ-29.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

-для чистового точіння: $dp_2=15,179+0,293=15,472\text{мм}$;

-для чорнового точіння: $dp_3=15,472+0,288=15,76\text{мм}$;

-для заготовки: $dp_4=15,76+2,196=17,956\text{мм}$;

Найбільші граничні розміри:

$$d_{\max i}=d_{\min i}+b_i \quad (24)$$

-готової поверхні: $d_{\max 1}=15,001+0,011=15,012\text{мм}$;

-після чорнового шліфування: $b_2=0,027\text{мм}$ (h8);

$$d_{\max 2}=15,179+0,027=15,206\text{мм};$$

-після чистового точіння: $b_3=0,11\text{мм}$ (h11);

$$d_{\max 3}=15,472+0,11=15,582\text{мм};$$

-після чорнового точіння: $b_4=0,43\text{мм}$ (h14);

$$d_{\max 4}=15,76+0,43=16,19\text{мм};$$

-заготовки: $d_{\max 4}=17,956+1,5=19,456\text{мм}$;

Мінімальні граничні значення припусків $z_{\min \text{пр}}$ рівні різниці найменших граничних розмірів виконуваного і попереднього переходів, а максимальні значення $z_{\max \text{пр}}$ -відповідно різниці найбільших розмірів:

-для чистового шліфування:

$$2z_{\min \text{пр}1}=15,179-15,001=0,178\text{мм};$$

$$2z_{\max \text{пр}1}=15,206-15,012=0,194\text{мм};$$

-для чорнового шліфування:

$$2z_{\min \text{пр}1}=15,472-15,179=0,293\text{мм};$$

$$2z_{\max \text{пр}1}=15,582-15,206=0,376\text{мм};$$

-для чистового точіння:

$$2z_{\min \text{пр}2}=15,76-15,472=0,288\text{мм};$$

$$2z_{\max \text{пр}2}=16,19-15,582=0,608\text{мм};$$

-для чорнового точіння:

$$2z_{\min \text{пр}3}=17,956-15,76=2,196\text{мм};$$

$$2z_{\max \text{пр}3}=19,456-16,19=3,266\text{мм};$$

Загальні припуски z_{\min} і z_{\max} визначаємо, як суму проміжних припусків:

$$2z_{\min}=0,178+0,293+0,288+2,196=2,955\text{мм};$$

$$2z_{\max}=0,194+0,376+0,608+3,266=4,444\text{мм};$$

Загальний номінальний припуск:

$$2z_{\text{ном}}=2z_{\min}+H_{d_3}-H_{d_d}, \quad (25)$$

де H_{d_3} і H_{d_d} – нижні відхилення по розмірах на заготовку і готову поверхню;

$$2z_{\text{ном}}=2,955+0,5-(-0,001)=3,456\text{мм};$$

$$d_{\text{ном}}=d_{\text{дном}}+2z_{\text{ном}}=15+3,456=18,456\text{мм};$$

Перевірка правильності виконаних розрахунків:

$$2z_{\max \text{пр}1}-2z_{\min 1}=0,194-0,178=0,016; \quad b_2-b_1=0,027-0,011=0,016;$$

$$2z_{\max \text{пр}2}-2z_{\min 2}=0,376-0,293=0,083; \quad b_3-b_2=0,11-0,027=0,083;$$

$$2z_{\max \text{пр}3}-2z_{\min 3}=0,608-0,288=0,32; \quad b_4-b_3=0,43-0,11=0,32;$$

$$2z_{\max \text{пр}4}-2z_{\min 4}=3,266-2,196=1,07; \quad b_4-b_3=1,5-0,43=1,07;$$

Результати розрахунку припусків і допусків на поверхню $\text{Ø}15k_6^{+0,012}_{+0,001}$ заносимо в таблицю.

На основі даних розрахунків будуємо схему графічного розташування припусків і допусків на обробку поверхні $\text{Ø}15k_6^{+0,012}_{+0,001}$, (дивись рис. 10).

№	Друк	№ докум.	Підпис	Дата

БРПМ2990.000013

Друк

289

Таблиця 2.5 – Розрахунок припусків на механічну обробку поверхні $\varnothing 15k6^{+0,012}_{+0,001}$

Технологічні переходи обробки поверхні	Елементи припуску, мкм				$2Z_{min}$, мм	d_p , мм	δ , мм	Граничні розміри, мм		Граничні припуски, мм	
	Rz	T	ρ	E				dmin	dmax	$2Z_{min}$	$2Z_{max}$
Заготовка	150	200	640			17,956	1,5	17,956	19,4568		
Точіння:											
-чорнове	50	50	38,4	108	2·1,098	15,76	0,43	15,76	16,19	2·1,098	2·1,633
-чистове	30	30	25,6	5,4	2·0,144	15,472	0,11	15,472	15,582	2·0,144	2·0,304
Шліфування:											
-чорнове	10	20	12,8	61	2·0,146	15,179	0,027	15,179	15,206	2·0,146	2·0,188
-чистове	5	15	0	56	2·0,089	15,001	0,011	15,001	15,012	2·0,089	2·0,097

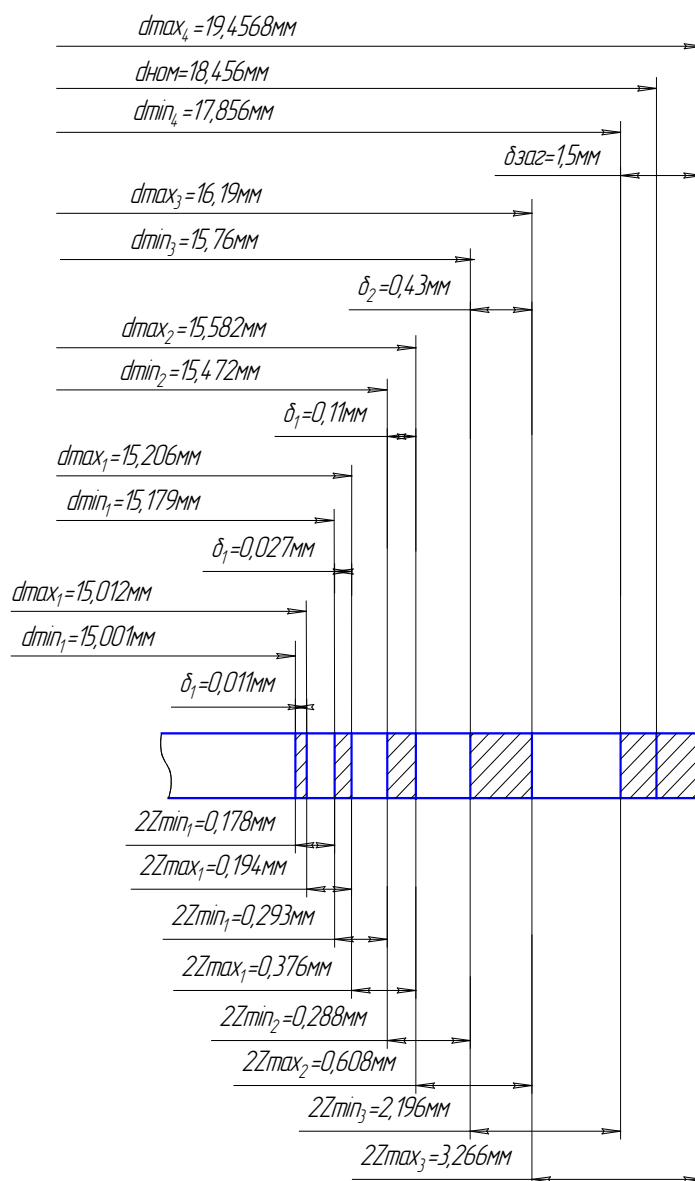


Рис.10 – Схема розміщення допусків і припусків на обробку поверхні $\varnothing 15k6^{+0,012}_{+0,001}$

На решту поверхнь припуски і допуски назначаємо по довідниках [7] с.248.Табл.49.

Таблиця 2.6 – Табличні припуски на розміри вала КМ2134.АФ1-39-401

№пов.	Розмір, мм	Припуск, мм	Допуск, мм
1	2	3	4
1, 2	7IS14($\pm 0,21$)	7	0,18
3, 4, 20	85h14($-0,87$)	2·1,7	0,87
5	$\varnothing 9H14$ ($+0,36$)	2·4,5	0,36
6, 19	$\varnothing 15k6$ ^{+0,012} _{+0,001}	2·2	0,011
7, 8	3H14($+0,25$)	3	0,25
9	31IS14($\pm 0,26$)	1,7	0,52
10	0,5×45°	0,5	0,1
11	$\varnothing 20h14$ ($-0,43$)	2·1,6	0,43
12	R1	2	0,25
13, 15	5H14($+0,3$)	1,6	0,3
14	$\varnothing 25H14$ ($+0,43$)	2·1,6	0,43
16	$\varnothing 18K7$ ^{+0,006} _{+0,012}	2·1,9	0,018
17	17IS14($\pm 0,21$)	1,6	0,43
18	41IS14($\pm 0,26$)	1,7	0,52
21	0,5×45°	0,5	0,1
22	0,5×45°	0,5	0,1
24	$\varnothing 16e8$ ^{-0,032} _{-0,059}	2·1,9	0,027
25	0,5×45°	0,5	0,1
26	14,5 _{-0,1}	3,5	0,1
27-28	6P9 ^{-0,012} _{-0,042}	2·3	0,03
29-30	R3	2·6	0,25
31-32	R0,5	0,5	0,1
33, 34	R1	1	0,1
35-38	6H11($+0,075$)	6	0,075

2.5. Визначення режимів різання

Проводимо розрахунок режимів різання розрахунково – аналітичним методом на чорнове точіння поверхні 6 – $\text{Ø}15\text{k}6_{+0,001}^{+0,012}$ до $\text{Ø}16,19\text{h}14_{-0,43}$.

Початкові дані:

обладнання: токарно-гвинторізний верстат з ЧПК 16Б16Т1;

-інструмент: різець токарний для контурного точіння, оснащений пластиною з твердого сплаву Т15К6:

Різець 2103-0711 Т15К6 ГОСТ 20872-80

геометричні параметри: $\varphi=93^\circ$; $\varphi_1=45^\circ$; $\alpha=15^\circ$; $b \times h=16 \times 25$ мм; $r=1$ мм;

матеріал деталі Сталь 45 ГОСТ 1050-88; $\text{HB } 241$; $\text{Øв}=610$ МПа; $\text{Øт}=360$ МПа;

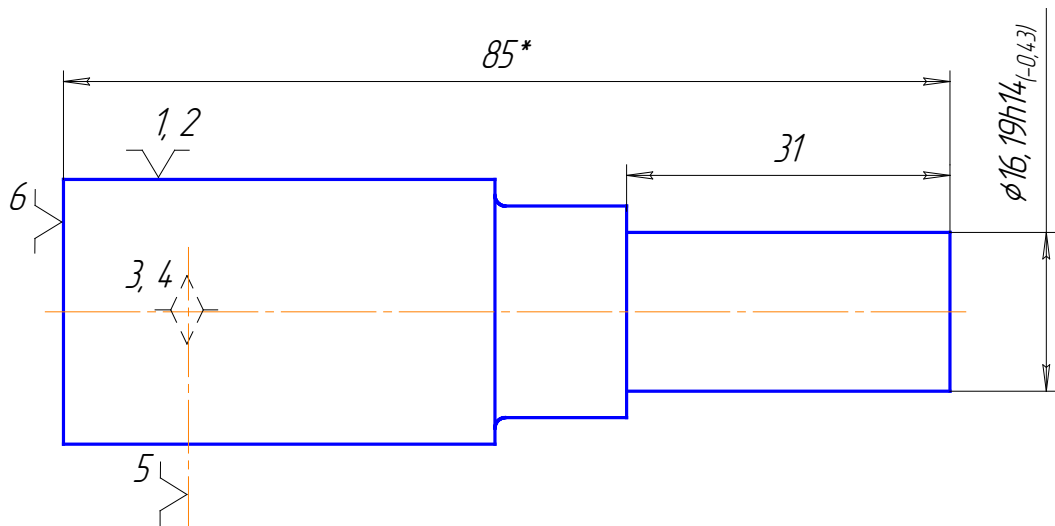


Рис.11 – Ескіз на обробку поверхні 6 – $\text{Ø}15\text{k}6_{+0,001}^{+0,012}$ вала КМ2134.АФ1-39-401

- 1) Довжина обробки $l=31$ мм;
- 2) Глибина різання $t=h=1,63$ мм;
- 3) Вибираємо подачу: згідно [6], с.268, табл.14 $S=0,4$ мм/об;
- 4) Період стійкості різця: $T=60$ хв; ([6], с. 268);
- 5) Швидкість різання при точінні:

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

(26)

де: $C_v = 350$ ([6], с. 269, табл. 17) – показник степеня;

$m = 0,2$ ([6], с. 269, табл. 17) – показник степеня;

$x = 0,15$ ([6], ст. 269, табл. 17) – показник степеня;

$y = 0,35$ ([6], ст. 269, табл. 17) – показник степеня;

K_v - поправочний коефіцієнт на швидкість різання;

$$K_v = K_m \cdot K_n \cdot K_r \cdot K_i \cdot K_f \cdot K_\varphi \cdot K_{\varphi 1}$$

де: K_m – коефіцієнт, який враховує оброблюваний матеріал;

K_i – коефіцієнт, який враховує інструментальний матеріал;

K_n – коефіцієнт, який враховує стан оброблюваної поверхні;

K_r – коефіцієнт, який враховує радіус при вершині різця;

K_φ – коефіцієнт, який враховує головний кут в плані;

$K_{\varphi 1}$ – коефіцієнт, який враховує допоміжний кут в плані;

$$K_M = K_r \cdot \left(\frac{750}{G\sigma}\right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{610}\right)^1 = 1,23;$$

$\sigma_B = 610$ МПа – фактичні параметри, що характеризують оброблюваний матеріал.

$$K_n = 1 \text{ ([6], с.263, табл.5);}$$

$$K_i = 0,65 \text{ ([6], с.263, табл.6);}$$

$$K_r = 0,94, K_\phi = 1, K_{\phi 1} = 0,97 \text{ ([6], с.271, табл.18);}$$

$$K_v = 1,23 \cdot 1 \cdot 0,65 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 0,97 = 0,728;$$

$$V = \frac{350 \cdot 1,12}{60^{0,2} \cdot 1,63^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} = 144,77 \text{ м/хв;}$$

Частота обертів шпінделя, яка відповідає знайденій швидкості різання:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ хв}^{-1}; \quad (28)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 144,77}{3,14 \cdot 19,5} = 2364 \text{ хв}^{-1};$$

коректуєм частоту обертання згідно паспортних даних верстата $n = 2000 \text{ хв}^{-1}$;

Дійсна подача $S_{хв} = S_o \cdot n$, мм/хв.;

$$S_{хв} = 0,4 \cdot 2000 = 800 \text{ мм/хв.};$$

Дійсна швидкість різання:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \text{ м/хв;} \quad (29)$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 19,5 \cdot 2000}{1000} = 122,46 \text{ м/хв;}$$

Згідно паспортних даних верстата при безступінчатому регулюванні подач

дійсна подача становить: $S_o = 0,4$ мм/об.; $S_{хв} = 800$ мм/хв.;

Сила різання:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \text{ Н4}$$

де: $C_p = 300$ ([6], с. 274, табл. 22) – коефіцієнт;

$x = 1$ ([6], с. 274, табл. 22) – показник степеня;

$y = 0,75$ ([6], с. 274, табл. 22) – показник степеня;

$n = -0,15$ ([6], с. 274, табл. 22) – показник степеня

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\tau p}, \quad (30)$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{610}{750}\right)^{0,75} = 0,856; \quad (31)$$

де: $n = 0,75$ ([6], ст. 264, табл. 9) – показник степеня;

$$K_{\phi p} = 1 \text{ ([6], с. 275, табл. 23);}$$

$$K_{\gamma p} = 1,1 \text{ ([6], с. 275, табл. 23);}$$

$$K_{\lambda p} = 1 \text{ ([6], с. 275, табл. 23);}$$

$$K_{\tau p} = 0,93 \text{ ([6], с. 275, табл. 23).}$$

$$K_p = 0,856 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,876;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,63^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 122,46^{-0,15} \cdot 0,876 = 1041,32 \text{ Н;}$$

Потужність різання визначаємо за формулою:

$$N_{рз} = P_z \cdot V / 1020 \cdot 60 = 1041,32 \cdot 122,46 / 1020 \cdot 60 = 2,08 \text{ кВт;} \quad (32)$$

					БР.ПМ-29.00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно знайденої потужності різання проводим перевірку

достатності потужності

верстата за умовою: $N_{різ} < N_{шп}$

$N_{шп} = N_{дв} \cdot n$,

(33)

де $N_{шп}$ -потужність на шпинделі верстата, кВт;

$N_{дв}$ -потужність двигуна верстата, кВт;

n -ККД верстата;

згідно паспортних даних верстата 16Б16Т1 $N=7,1$ кВт; $n=0,75$;

$N_{шп}=7,1 \cdot 0,75=5,32$ кВт;

в даному випадку $N_{різ} < N_{шп}$ ($2,08 < 5,32$), отже потужність даного верстата достатня для механічної обробки на даних режимах;

Основний (машинний) час: $T_o = \frac{L_{рр}}{S_o \cdot n}$, хв; (34)

де $L_{р.х.}$ -довжина робочого ходу інструменту, мм;

$L_{р.х.} = l_{різ} + l_1 + l_2$, мм;

(35)

де $l_{різ}$ -довжина оброблюваної поверхні, мм; $l_{різ}=31$ мм;

$l_1 + l_2$ -величина врізання і перебігу інструменту, мм;

Згідно [7] с. $l_1 + l_2 = 3$ мм;

$L = 31 + 3 = 34$ мм.

$T_o = \frac{34}{800} = 0,04$ хв;

На решту переходів режими різання рахуєм табличним методом згідно [10]:

Операція 010. Токарна з ЧПК.

Свердління отвору 5 до $\varnothing 9$ мм:

Обладнання: токарно-гвинторізний верстат з ЧПК 16Б16Т1;

Інструмент: свердло ($\varnothing 9$) 2300-7205 Р6М5 ГОСТ 886-77;

матеріал – Р6М5; $L=175$ мм; $l=115$ мм;

матеріал деталі Сталь 45 ГОСТ 1050-88; НВ 241; $\sigma_B=610$ МПа; $\sigma_T=360$ МПа;

1) Довжина робочого ходу інструменту:

$L = l + \Delta + y$, мм

(36)

Де $l=20$ мм - довжина оброблюваної поверхні, мм;

Δ і y – величина врізання і перебігу інструменту, мм;

Згідно [8]с.620 Табл.3 при свердлінні глухого отвору $\varnothing 9$ мм

$\Delta + y = 4$ мм

$L = 20 + 4 = 24$ мм;

2) глибина різання $t=4,5$ мм;

3) подача на оберт шпинделя згідно [10], с.111: $S_0=0,22$ мм/об;

4) стійкість свердла згідно [10], с.114 $T = 20$ хв;

5) Швидкість різання: згідно [10], с.118: $V=17$ м/хв.;

поправочний коефіцієнт на швидкість різання;

$K_v = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$,

(37)

де: K_1 – коефіцієнт, який враховує оброблюваний матеріал;

K_2 – коефіцієнт, який враховує інструментальний матеріал;

K_3 – коефіцієнт, який враховує довжину отвору.

Для сталі НВ241 $K_1 = 0,9$ [10], с.118;

					БР.ПМ-29.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

$K_2 = 1,3$ [10], с.119;

$K_3 = 1$ [10], с.119;

$K_v = 0,9 \cdot 1,3 \cdot 1 = 1,17$;

$V = 17 \cdot 1,13 = 19,21 \text{ м/хв.}$;

б) Частота обертів шпінделя, яка відповідає знайденій швидкості різання:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 19,21}{3,14 \cdot 9} = 679,76 \text{ об}^{-1}.$$

Згідно паспортних даних верстата приймаємо $n = 630 \text{ об}^{-1}$;

7) Дійсна швидкість різання $V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 9 \cdot 630}{1000} = 17,8 \text{ м/хв}$

8) Хвилинна подача: $S_{\text{хв}} = S_o \cdot n = 0,22 \cdot 630 = 138,6 \text{ мм/хв.}$;

Згідно паспортних даних верстата при безступінчатому регулюванні подачі приймаємо $S_{\text{хв}} = 138 \text{ мм/хв.}$;

9) Потужність різання згідно [10], с.126:

$$N_p = N_{\text{табл}} \cdot K_N \cdot \frac{n}{1000} \quad (38)$$

$N_{\text{табл}} = 0,94 \text{ кВт}$ [10], с.127;

$$N_p = 0,94 \cdot 1 \cdot \frac{630}{1000} = 0,59 \text{ кВт}$$

$K_N = 1$ [10], с.128;

Згідно знайденої потужності різання перевіряємо достатність потужності приводу головного руху верстата за умовою:

$$N \leq N_{\text{шп}}$$

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta, \text{ кВт}$$

Де $N_{\text{шп}}$ -потужність на шпинделі верстата;

$N_{\text{дв}}$ -потужність приводу головного руху верстата;

η -ККД верстата;

згідно паспортних даних верстата 16Б16Т1 $N = 7,1 \text{ кВт}$; $\eta = 0,75$;

$N_{\text{шп}} = 7,1 \cdot 0,75 = 5,32 \text{ кВт}$;

в даному випадку $N_{\text{різ}} < N_{\text{шп}}$ ($0,59 < 5,32$), отже потужність даного верстата достатня для механічної обробки на даних режимах.

Основний (машинний) час:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S}$$

Де L -довжина робочого ходу, мм;

i -кількість проходів;

S -хвилинна подача, мм/хв

$$T_o = \frac{24 \cdot 1}{138} = 0,17 \text{ хв.}$$

Результати розрахунку режимів різання заносимо в таблицю 2.7.

ЗМІ.	ЛРК.	№ ДОКУМ.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

ВР.ПММ-29.000.000.ПЗ

Арк.

34

2.6. Нормування технологічної операції.

Операція 010. Токарна з ЧПК.

Початкові дані:

-обладнання: токарно-гвинторізний верстат з ЧПК мод.16Б16Т1;

Найбільші розміри встановлюваної деталі:

Діаметр:

- над станиною: 320 мм;

- над супортом: 125 мм;

Довжина: 750 мм.

1) Основний час

$T_o=0,015+0,04+0,016+0,004+0,011+0,065+0,005+0,015+0,17=0,341\text{хв};$

2) Підготовчо-заключний час згідно [4].с.216:

-встановлення пристрою на верстаті 19 хв;

-встановлення інструментів в гнізда інструментального магазину в кількості 4 штук 12 хв;

-на отримання інструменту, оснастки і здача його в кінці обробки партії деталей 10 хв;

-на встановлення керуючої програми 4хв;

$T_{п.з.}=19+12+10+4=45\text{хв};$

3) Час на встановлення і знімання деталі:

При установці в трикулачковий патрон з гвинтовим затиском деталі масою 0,2кг

$T_{уст}+T_{зо}=0,06\text{хв}$ [4].с.197. табл.5.1;

4) Час на прийоми керування верстатом:

- включити верстат кнопкою 0,01хв; [4].с.203

-зміна інструмента в магазині $0,03 \cdot 4=0,12\text{хв};$ [4].с.205

-переміщення інструменту до деталі і відведення $0,03 \cdot 4=0,12\text{хв};$

$T_{упр}=0,01+0,12+0,12=0,25\text{хв};$

5) Час на вимірювання:

При вимірюванні скобою розміру $\varnothing 15,58h11_{(-0,11)}$ $t_1=0,03\text{хв}$, $\varnothing 20h14_{(-0,43)}$

$t_2=0,02\text{хв}$ [4].с.207 табл.5.12, штангенциркулем розмірів $31 \pm 0,26$ $t_3=0,07\text{хв}$,

$8 \pm 0,18$ $t_4=0,05\text{хв}$, $20 \pm 0,21$ $t_5=0,06\text{хв}$, шаблоном канавки $3^{+0,3}$ $t_6=0,04\text{хв}$ [4].с.208

табл.5.14;

При вимірюванні 50% деталей:

$T_{вим}=\frac{(0,03 + 0,02 + 0,07 + 0,05 + 0,06 + 0,04) \cdot 50}{100} = 0,14\text{хв};$

6) Допоміжний час:

$T_{доп}=T_{ус}+T_{зо}+T_{упр}+T_{вим},\text{хв.}$

(39)

$T_{доп}=0,06+0,25+0,14=0,45\text{хв};$

7) Оперативний час:

$T_{оп}=T_{осн}+T_{доп},\text{хв.};$

(40)

$T_{оп}=0,341+0,45=0,791\text{хв};$

8) Час на технічне обслуговування робочого місця:

$t_{зм}=6$ [4].с.208

$$T_{tex} = \frac{T_0 \cdot t_{33}}{T}, \quad (41)$$

Де Т-період стійкості;

$$T_{tex} = \frac{0,341 \cdot 6}{60} = 0,034 \text{ хв};$$

9) Час на організаційне обслуговування робочого місця:

$$\text{Згідно [4]с.223} \quad T_{орг} = \frac{1,4 \cdot T_{on}}{100} = \frac{1,4 \cdot 0,791}{100} = 0,01 \text{ хв}; \quad (42)$$

10) Час на відпочинок і особисті потреби:

$$\text{Згідно [4]с.203} \quad T_{відп} = \frac{4 \cdot T_{on}}{100} = \frac{4 \cdot 0,341}{100} = 0,14 \text{ хв}; \quad (43)$$

11) Штучний час:

$$T_{шт} = T_0 + T_{доп} + T_{об} + T_{відп}, \text{ хв.}; \quad (44)$$

$$T_{шт} = 0,341 + 0,45 + 0,034 + 0,01 + 0,14 = 0,98 \text{ хв.};$$

12) Штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт.к.} = \frac{T_{пз}}{n} + T_{шт.}, \text{ хв}; \quad (45)$$

$$T_{шт.к.} = \frac{45}{395} + 0,98 = 1,09 \text{ хв};$$

Норми часу і режими різання заносимо в таблицю 2.7.

Таблиця 2.7 – Зведена таблиця режимів різання і норм часу на технологічний процес механічної обробки вала КМ2134.АФ1-39-401

Номер, назва і зміст операції, переходу	Розміри поверхні		Режими різання						Норми часу			
	D/B	L	t	So	V _H	V	n	N	T ₀	T _д	T _{шт}	T _{пз}
	мм		мм/об	м/хв		хв ⁻¹	кВт	хв				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
005. Заготівельна.												
010. Токарна з ЧПК.												
1) Підрізати торець 3-4;	19	9,5	1,7	0,4	144,77	122,45	2000	2,1	0,015			
2) Точити поверхні 6, 9, 11	19	30,5	1,6	0,4	144,77	122,45	2000	2,08	0,04			
	23,2	10,4	1,6	0,4	145	116,6	1600	1,6	0,016			
	28,2	2,5	1,6	0,4	145	141,7	1600	1,6	0,004			
12, 13 начорно;												
3) Точити поверхню 14;	28,2	5	1,6	0,4	145	141,7	1600	1,6	0,011	0,45	0,98	$\frac{45}{395}$
4) Точити поверхні 6, 9, 10 начисто;	16,19	31	0,3	0,25	225	101,7	2000	0,4	0,065			
	20	1,9	0,5	0,25	225	125,6	2000	0,6	0,005			
5) Точити поверхні 7, 24;	16,19	1	3	0,1	170	101,7	2000	1,4	0,015			
6) Свердлити отвір 5;	9	20	4,5	0,22	19,21	17,8	630	0,59	0,17			

Продовження таблиці 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
015. Токарно-гвинторізна. 1)Підрізати торець 20; 2)Точити поверхні 19, 18, 24, 17, 16, 15; 4)Точити поверхні 19, 18, 24, 17, 16, 15 начисто; 5)Точити поверхні 7, 24;	19 19 19,8 21,8 25 16,19 16,9 19 25 16,19	9,5 12,5 13 18 3 13 13 18 3 1	1,7 1,6 1,6 1,6 1,2 0,3 0,3 0,3 0,5 3	0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,25 0,25 0,25 0,25 0,1	144,77 144,77 145 145 145 225 225 225 225 170	122,45 122,45 124,34 136,9 125,6 101,7 106,1 119,32 157 101,7	2000 2000 2000 2000 1600 2000 2000 2000 2000 2000	2,1 2,08 2,1 2,3 1,8 0,4 0,5 0,6 0,8 1,4	0,015 0,016 0,018 0,022 0,005 0,026 0,026 0,036 0,006 0,015	0,49	0,86	<u>45</u> 395
020. Шпоночно-фрезерна. Фрезерувати поверхні 26-30.	6	8	0,3	0,2	20,71	18,84	1000	0,028	0,52	0,224	0,794	<u>23</u> 395
025. Горизонтально-фрезерна. Фрезерувати поверхні 1-2; 35-38.	63	15,6	7	1	65	62,3	315	1,4	0,12	0,21	0,38	<u>23</u> 395
030. Кругло-шліфувальна. 1)Шліфувати поверхню 6 начорно;	15,58	31	0,14	0,02	50 м/с	34,9 м/с	1670	2,4	1,4	1,1	2,61	<u>30</u> 395
035. Кругло-шліфувальна. 1)Шліфувати поверхню 16; 2)Шліфувати поверхню 24; 3)Шліфувати поверхню 19 начорно;	18,4 16,34 15,58	17 12,5 13	0,2 0,15 0,14	0,02 0,02 0,02	50 м/с 50 м/с 50 м/с	34,9 м/с 34,9 м/с 34,9 м/с	1670 1670 1670	2,7 2,5 2,4	0,8 0,6 0,6	1,6	3,84	<u>31</u> 395
040. Кругло-шліфувальна. 1)Шліфувати поверхню 6 начисто;	15,2	31	0,1	0,01	50	49,19 м/с	2350	1,8	3,1	1,2	4,62	<u>30</u> 395
045. Кругло-шліфувальна. 1)Шліфувати поверхню 19 начисто;	15,2	13	0,1	0,01	50	49,19 м/с	2350	1,8	1,4	1,2	2,8	<u>30</u> 395

2.7. Техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу.

1) Коефіцієнт використання матеріалу заготовки:

$$K_{\text{мбаз}}=0,476; \quad K_{\text{мпр}}=0,714;$$

2) Планова річна економія основного матеріалу:

$$E_{\text{м}}=M_{\text{д}} \cdot N \cdot (K_{\text{мпр}}^{-1} - K_{\text{мбаз}}^{-1}), \text{ кг}; \quad (46)$$

$$E_{\text{м}}=0,2 \cdot 8295 \cdot (0,714 - 0,476) = 394,84 \text{ кг};$$

3) Трудомісткість процесу за штучним часом:

$$\sum T_{\text{шт.баз.}} = 21,33 \text{ хв}; \quad \sum T_{\text{шт.пр.}} = 15,724 \text{ хв};$$

4) Планова річна економія часу:

$$E_{\text{т}} = (\sum T_{\text{шт.баз.}} - \sum T_{\text{шт.пр.}}) \cdot N, \text{ хв.}; \quad (47)$$

$$E_{\text{т}} = (21,33 - 15,724) \cdot 8295 = 46501,7 \text{ хв.}; \quad E_{\text{т}} = 775 \text{ год.};$$

5) Коефіцієнт використання верстатів за основним часом:

$$K_{\text{о}} = \frac{\sum T_{\text{о}}}{\sum T_{\text{шт}}} \quad (48)$$

$$K_{\text{обаз}} = \frac{10,08}{21,33} = 0,473;$$

$$K_{\text{опр}} = \frac{7,946}{15,724} = 0,505;$$

6) Коефіцієнт використання верстатів за потужністю:

$$K_{\text{н}} = \frac{\sum N_{\text{р}}}{\sum N_{\text{в}}} \quad (49)$$

$$K_{\text{н баз}} = \frac{2,3 + 2,5 + 2,6 + 2,1 + 1,7 + 1,1 + 1,4 + 2,4 + 2,7 + 1,8 + 1,8}{6,5 + 10 + 10 + 10 + 10 + 7,5 + 7,5 + 7,5 + 7,5 + 7,5 + 7,5} = 0,24;$$

$$K_{\text{н пр}} = \frac{2,1 + 2,3 + 0,028 + 1,4 + 2,4 + 2,7 + 1,8 + 1,8}{7,1 + 7,1 + 1,4 + 5,5 + 4 + 4 + 4 + 4} = 0,39;$$

Таблиця 2.8 – Порівняння варіантів технологічного процесу механічної обробки вала КМ2134.АФ1-39-401

Найменування показників	базовий варіант	проектний варіант
1) Коефіцієнт використання матеріалу Кв.м.	0,476	0,714
2) Планова річна економія основного матеріалу Е _м , кг	-	394,84
3) Трудомісткість процесу за штучним часом $\sum T_{\text{шт}}$	21,33	15,724
4) Планова річна економія часу Е _т , год	-	394,84
5) Коефіцієнт використання верстатів за основним часом К _о	0,473	0,505
6) Коефіцієнт використання верстатів за потужністю К _н	0,24	0,39

3. Проектування технологічної оснастки.

3.1. Пристрій для механічної обробки.

3.1.1. Призначення, будова і робота пристрою.

Початкові дані:

Пристрій призначений для фрезерування паза 6P9^{-0,012}_{-0,042} в розміри 14,5^{-0,1}; 14H15^(+0,7), 1,5±0,12 на валі КМ2134.АФ1-39-401.

Верстат: шпоночно-фрезерний моделі 692М.

Інструмент: фреза шпоночна з швидкорізальної сталі Р6М5:

Фреза 2234-0101 Р6М5 ГОСТ 6396-68;

Схему встановлення заготовки показано на рис.12

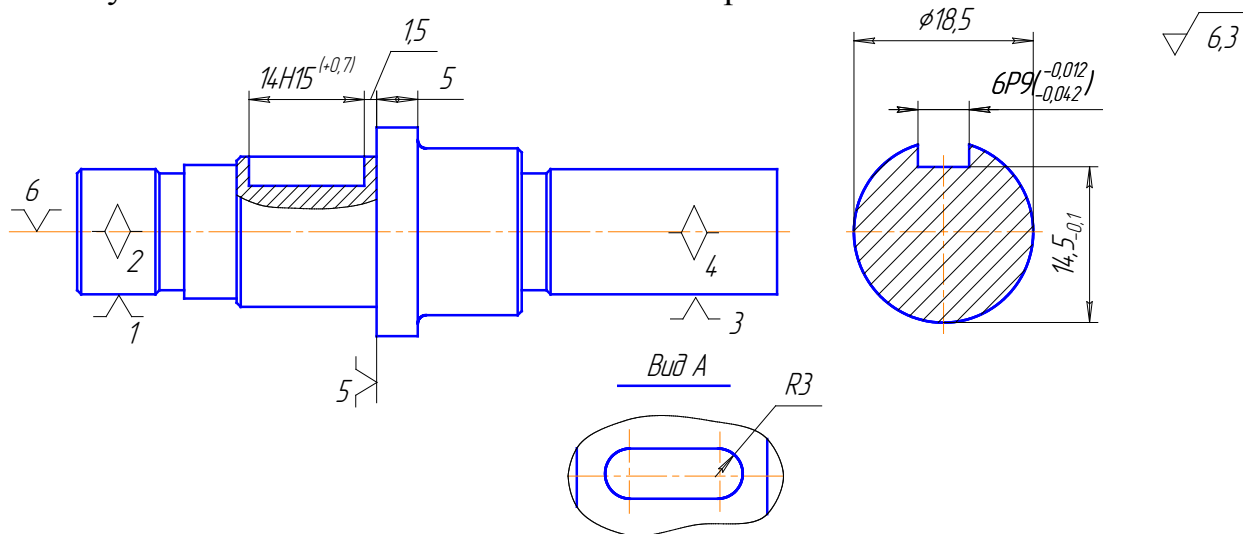


Рис.12 – Ескіз на фрезерування паза 6P9^{-0,012}_{-0,042} вала КМ2134.АФ1-39-401

Пристрій призначений для установки і закріплення вала КМ2134.АФ1-39-401 при фрезеруванні паза 6P9 на шпоночно-фрезерному верстаті моделі 692М. На столі верстата пристрій встановлюється плитою 2. Положення пристрою фіксується напрямними шпонками 36, які встановлені в пази плити 2 і стола верстата з посадкою $18 \frac{H8}{g8}$, і кріпляться до плити гвинтами 15 з шайбами 30.

Плита кріпиться до стола верстата болтами 14, гайками 21 і шайбами 32. На плиті встановлений корпус 1, який кріпиться до плити гвинтами 18 з шайбами 31 і штифтами 38. Пневмоциліндр кріпиться через фланець 7 болтами 13 і шайбами 31. Розподільчий кран 42 кріпиться гвинтами 19 і шайбами 31.

На корпусі 2 встановлені призми 29, які кріпляться гвинтами 18 з шайбами 31 і штифтами 38. Упор 5 кріпиться до корпусу гвинтом 16 з шайбою 30 і штифтами 37. Кронштейн 3 кріпиться до корпусу болтами 13 з шайбами 31.

Установ 40 кріпиться гвинтом 17 з шайбою 31 і штифтами 38. Через вісь 6 з кільцем 28 на кронштейні встановлений прихват 4, який з'єднаний з штоком пневмоциліндра віссю 6 з кільцем 28.

Змін.	Држ.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-29.00.000 ПЗ

Држ.

49

Пневмоциліндр складається з корпусу 8, кришок передньої 9 і задньої 10, фланця 7, які з'єднані шпильками 35 з гайками 20 і шайбами 31. Поршень 11 з штоком 12 з'єднані по поверхні $\text{Ø}12,5 \frac{H8}{f8}$ гайкою 22 з шайбою 34. Для

ущільнення поршня і штока в канавках штока встановлені ущільнюючі кільця 25. Між поршнем і корпусом, кришками і корпусом передбачені ущільнюючі кільця 26, які встановлені в канавках кришок і поршня. Між кришкою передньою і штоком в канавки отвора кришки встановлені ущільнюючі кільця 27. Для подачі стисненого повітря передбачені з'єднання (гайка 23, втулка 24, шайба 33 і штуцер 39), які з'єднані з рукавами 43 і вкручені в отвори пневмоциліндра і розподільчого крана.

Пристрій працює таким чином:

Деталь встановлюється на призми до упора торцем $\text{Ø}20\text{мм}$ в упор 5. При повороті рукоятки розподільчого крана за годинниковою стрілкою, стиснуте повітря подається в поршневу порожнину пневмоциліндра. При цьому поршень з штоком рухається вгору, повертаючи прихват 4 до упора в деталь. При цьому відбувається затиск деталі. При повороті рукоятки проти годинникової стрілки, стиснуте повітря подається в штокову порожнину пневмоциліндра. Поршень з штоком рухається вниз і відводить прихват від деталі. При цьому відбувається звільнення деталі.

Коефіцієнт застосування стандартних або уніфікованих деталей та вузлів в пристрої визначаємо за формулою:

$$K_{\text{пр}} = (\sum_{\text{заг}} - \sum_{\text{о}}) / \sum_{\text{заг}} \cdot 100, \% \quad (50)$$

Де $\sum_{\text{заг}}$ – загальна кількість назв типорозмірів складових частин пристрою;

$\sum_{\text{о}}$ – кількість назв типорозмірів оригінальних деталей та вузлів;

$\sum_{\text{заг}} = 43 \text{ шт}; \sum_{\text{о}} = 12 \text{ шт};$

$$K_{\text{пр}} = [(43 - 12) / 43] \cdot 100\% = 72,09\%$$

3.1.2. Визначення діючих сил.

1) Для складання рівняння рівноваги складаємо розрахункову схему закріплення в пристрої, де вказуємо всі активні і реактивні сили, які діють на деталь в процесі обробки, що показано на рисунку 13.

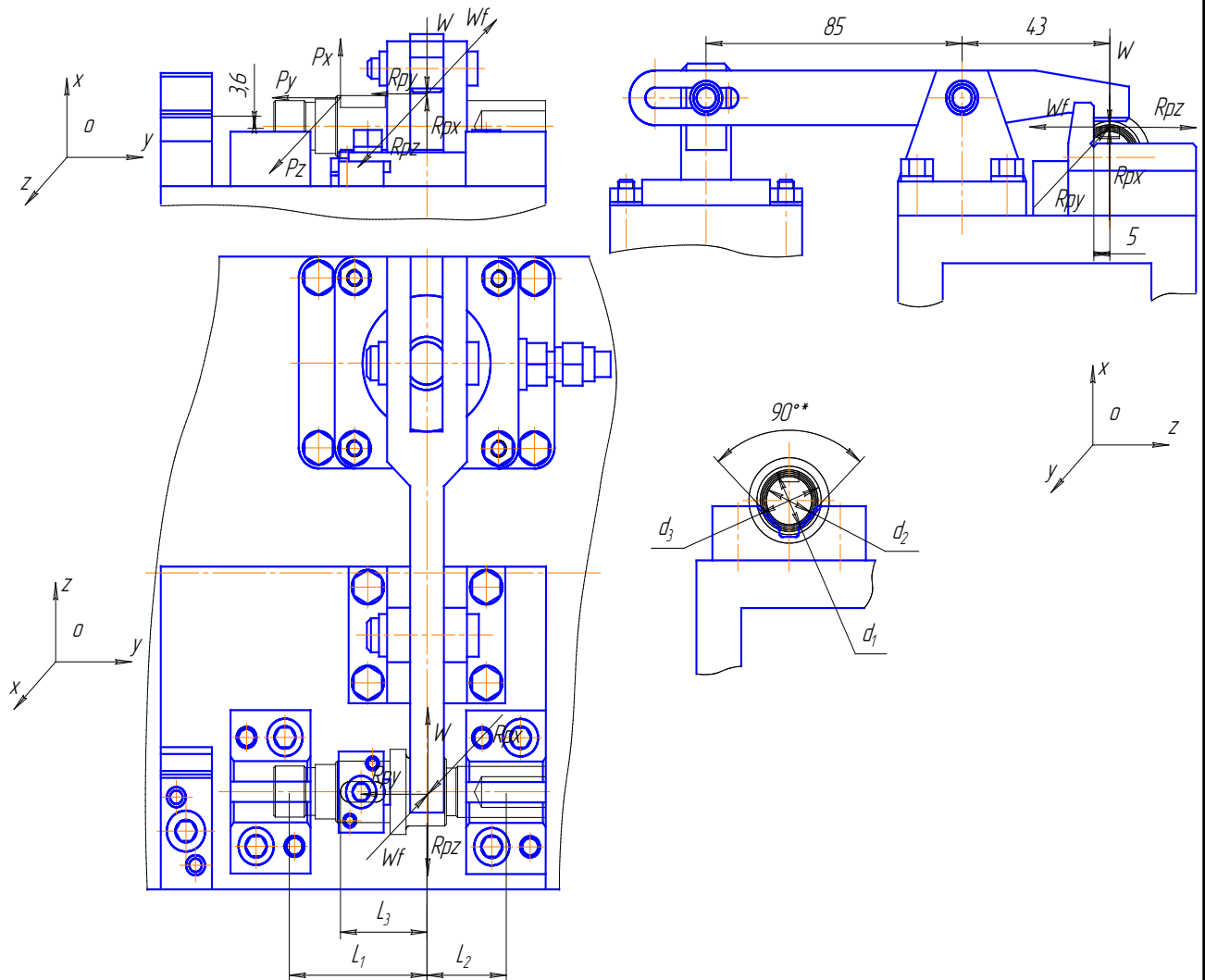


Рис. 13 – Розрахункова схема дії сил на деталь при фрезеруванні пазів $b=8P9$

$d_1=18,5\text{мм}$ $d_2=15,58\text{мм}$; $d_3=20\text{мм}$; $L_1=43\text{мм}$; $L_2=25\text{мм}$; $L_3=27\text{мм}$

- 1) Проекція всіх сил на вісь X: $\Sigma P_x = P_x - W$;
- 2) Проекція всіх сил на вісь Y: $\Sigma P_y = P_y - W \cdot f$;
- 3) $\Sigma M_0 = P_z \cdot 0,5d_1 - W \cdot f \cdot 0,5d_3$;
- 4) Рівняння рівноваги даної системи сил:

$$W - P_x - \frac{P_y}{f} - \frac{P_z \cdot d_1}{d_3 \cdot f} = 0 \quad (51)$$

де P_z -колова сила різання, Н;

d_1 -діаметр поверхні, на якій розташований паз, мм;

d_2 -діаметр поверхні, по якій базується деталь, мм;

d_3 -діаметр поверхні, по якій відбувається затиск деталі, мм;

f_1 і f_2 - коефіцієнти тертя ковзання між поверхнею заготовки, установчих і затискних елементів пристрою;

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

P_{rx} -реакція осевої складової сили різання, Н;

P_{ry} -реакція радіальної складової сили різання, Н;

α -кут нахилу робочих поверхонь призми, °;

$$P_z=90,57\text{Н}; \quad (52)$$

Згідно[6]с.292. Табл.42: $P_x=0,3 \cdot P_z \cdot \text{tg}\omega=0,3 \cdot 90,57 \cdot \text{tg}50^\circ=32,38\text{Н};$

Де $\omega=50^\circ$ -кут підйому гвинтової лінії зубів фрези;

$P_y=0,5 \cdot P_z=0,5 \cdot 90,57=45,285\text{Н};$

де: P_z - колова сила різання, Н;

З врахуванням коефіцієнта запасу необхідна сила затиску:

$$W = k \left[P_x - \frac{P_y}{f} - \frac{P_z \cdot d_1}{d_3 \cdot f} \right] \quad (53)$$

$$k=k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \quad (54)$$

де k_0 -гарантований коефіцієнт запасу;

k_1 - коефіцієнт, який враховує збільшення сил різання через нерівності на оброблюваній поверхні;

k_2 - коефіцієнт, який характеризує збільшення сил різання внаслідок затуплення інструменту;

k_3 - коефіцієнт, який враховує збільшення сил різання при перервному різанні;

k_4 - коефіцієнт, який характеризує постійність сили в механізмах затиску;

k_5 - коефіцієнт, який характеризує ергономіку ручних механізмів затиску;

k_6 - коефіцієнт, який враховує моменти, які повертають заготовку

встановлену плоскою поверхнею на постійні опори;

Згідно[6]с.85: $k_0=1,5$; $k_1=1$; $k_2=1,6$; $k_3=1$; $k_4=1$; $k_5=1$; $k_6=1$;

$k=1,5 \cdot 1 \cdot 1,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1=2,4$; Приймаєм $k=2,5$;

$$W = 2,5 \left[32,38 + \frac{45,285}{0,16} + \frac{90,57 \cdot 18,5}{20 \cdot 0,16} \right] = 2097,5\text{Н};$$

3.1.3. Силовий розрахунок механізму і приводу.

Необхідна сила рушія:

$$Q = W \frac{L_1}{L_2} = 2097,5 \cdot \frac{43}{85} = 1061,1\text{Н} \quad (55)$$

3) Діаметр поршня пневмоциліндра двохсторонньої дії при подачі стиснутого повітря з робочим тиском $p=0,63\text{МПа}$ в поршневу порожнину згідно [6] :

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{1061,1}{0,63 \cdot 0,9}} = 48,89\text{мм} \quad (56)$$

З стандартного ряду пневмоциліндрів вибираєм пневмоциліндр двохсторонньої дії з діаметром поршня $D=50\text{мм}$, діаметром штока $d=18\text{мм}$, довжина робочого ходу поршня $L=40\text{мм}$.

4) Дійсна сила рушія при подачі стиснутого повітря в поршневу порожнину пневмоциліндра:

$$Q=0,785 \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta = 0,785 \cdot 50^2 \cdot 0,63 \cdot 0,9=1112,7\text{Н} \quad (57)$$

5) Дійсна сила затиску заготовки:

$$Q = W \frac{L_1}{L_2} = 1112,7 \cdot \frac{85}{43} = 2199,5\text{Н} \quad (58)$$

					БР.ЛМ-29.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

3.2. Перевірка працездатності інструментів.

3.2.1. Різальний інструмент.

Операція 010. Токарна з ЧПК, перехід №2: чорнове точіння поверхні 6 – $\varnothing 15k6^{+0,012}_{+0,001}$ до $\varnothing 16,19h14(-0,43)$:

Початкові дані:

-обладнання: токарно-гвинторізний верстат з ЧПК 16Б16Т1;

-інструмент: різець токарний для контурного точіння, оснащений пластиною з твердого сплаву Т5К10:

Різець 2103-0711 Т5К10 ГОСТ 20872-80

геометричні параметри: $\varphi=93^\circ$; $\varphi_1=45^\circ$; $\alpha=15^\circ$; $b \times h=16 \times 25$ мм; $r=1$ мм;

$L=150$ мм;

матеріал державки різця сталь 45 ГОСТ 1050-88 HB241...285; $G_B=610$ МПа;

допустиме напруження на згин $G_{зг}=172$ МПа;

Різець кріпиться в різцетримач верстата. Виліт різця $l=40$ мм.

Сила різання згідно розрахунків п. 2.5 $P_z=1041,32$ Н;

Провіряємо жорсткість державки різця:

максимальне навантаження

$$P_{\max} = \frac{BH^2 \cdot \sigma_{зг}}{6l} = \frac{16 \cdot 25^2 \cdot 172}{6 \cdot 40} = 7166,6H; \quad (59)$$

максимальне навантаження, допустиме жорсткістю різця

$$P_{\max \text{ доп}} = \frac{3fEJ}{l^3} = \frac{3 \cdot 0,1 \cdot 25000 \cdot 20833,3}{40^3} = 2441,4H; \quad (60)$$

де $E=2 \cdot 10^5$ МПа – модуль пружності матеріала державки різця;

J – момент інерції прямокутного січення державки;

$$J = \frac{BH^3}{12} = \frac{16 \cdot 25^3}{12} = 20833,3 \text{ мм}^4; \quad (61)$$

Різець володіє достатньою міцністю і жорсткістю, так як

$$P_{\max} > P_z < P_{\max \text{ доп}} \quad (7166,6 > 1041,32 < 2441,4).$$

3.2.2. Контрольно-вимірювальний інструмент.

Проводим розрахунок виконавчих розмірів скоби для контролю розміра поверхні 6 – $\varnothing 15k6^{+0,012}_{+0,001}$.

Верхнє і нижнє відхилення для вала: $es=0,012$ мм, $ei=0,001$ мм.

Найбільший граничний розмір вала:

$$d_{\max} = d_{\text{ном}} + es = 15 + 0,012 = 15,012 \text{ мм}. \quad (62)$$

Найменший граничний розмір вала:

$$d_{\min} = d_{\text{ном}} + ei = 15 + 0,001 = 15,001 \text{ мм}. \quad (63)$$

Згідно ГОСТ 24853-81 приймаєм: $Z1=3$ мкм; $Y1=3$ мкм; $H1=4$ мкм;

$H_p=1,5$ мкм.

Таблиця 3.1 – Визначення розмірів і допусків робочого калібра для контролю розміра $\varnothing 15k6^{+0,012}_{+0,001}$ вала КМ2134.АФ1-39-401

Контрольований розмір	Позначення	Значення, мм
Номінальний	d	15
Мінімальний	d_{\min}	15,012
Максимальний	d_{\max}	15,001
Допуск	T	0,011
Квалітет	k	6
Допуски і відхилення калібра	Позначення	Значення, мм
Допуск калібра	H_1	0,004
Відхилення середини допуску прохідного калібра від вихід спрацьованого прохідного калібра за межу	Z_1	0,003
	Y_1	0,003
Робочий калібр	Розмір (формула), мм	Допуск (формула), мм
Прохідний калібр новий	$d_{\max} - z_1 - H_1/2 = 15,012 - 0,003 - 0,004/2 = 15,007$	$H_1 = 0,004$
Прохідний калібр спрацьований	$d_{\max} - y_1 = 15,012 - 0,003 = 15,009$	$H_1 = 0,004$
Непрохідний калібр	$d_{\min} - H_1/2 = 15,001 - 0,004/2 = 14,999$	$H_1 = 0,004$

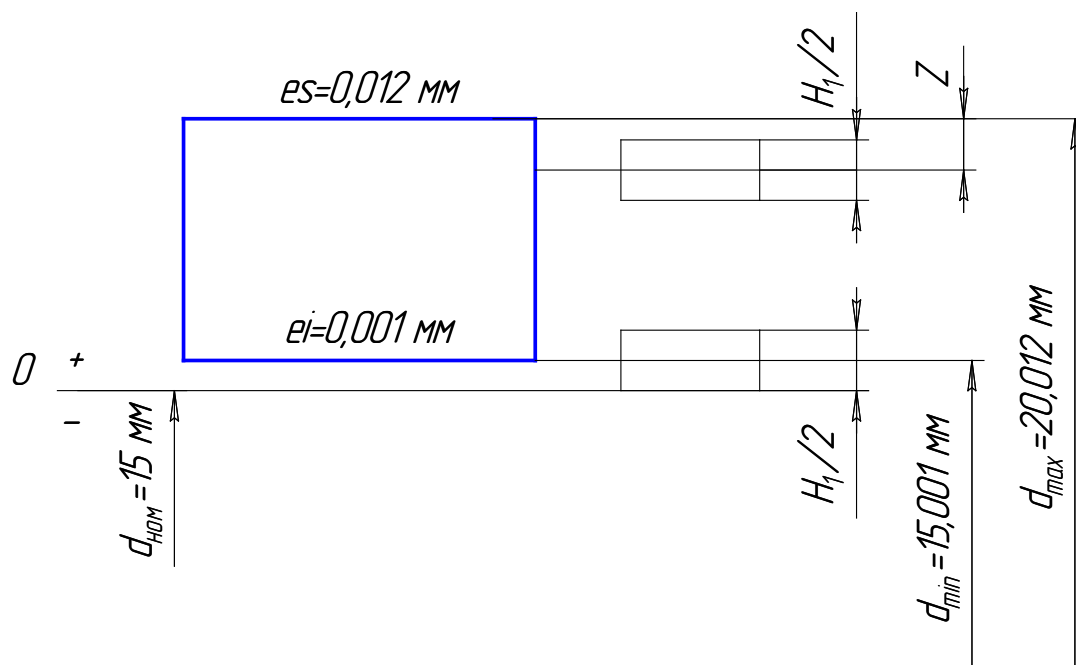


Рис. 14 – Схема розташування допусків робочих поверхонь скоби для контролю розміра $\varnothing 15k6^{+0,012}_{+0,001}$

3.3. Конструювання спеціального контрольного пристрою:

3.3.1. Призначення, будова і робота пристрою.

Пристрій призначений для контролю радіального биття 0,025мм поверхні Ø18k7 відносно поверхонь Ø15k6 вала КМ2134АФ1-39-01.

Пристрій складається з плити 1, в отвір якої (Ø12Н7/р7) встановлений штатив 3.

На штатив 3 встановлений корпус 2 з індикатором 14, який фіксується болтом 10 з гайкою 11 і шайбою 16. На штатив 3 встановлені пружина 15 з шайбами 17, які фіксуються гайкою 12 по різьбовій поверхні штатива.

В отвори корпусу 1 Ø9Н6/г5 встановлені шпинделі 4 і 5 з розрізними втулками 8, які встановлені в конічних отворах шпинделів. Шпиндель 5 фіксується кільцем. Переміщення шпинделя 4 регулюється пружиною 15, тягою 6, гвинтом 7.

Пристрій працює таким чином:

При відведеному шпинделі 4 в крайнє заднє положення деталь вставляється в розрізні втулки поверхнями Ø15k6. При закручуванні гвинта 7 через тягу 6 шпиндель 4 притискається до деталі. При цьому розрізні втулки стискаються по поверхнях деталі Ø15k6, вибираючи зазор.

Під дією пружини 14 на штативі 3 головка індикатора контактує з поверхнею деталі Ø18k7. При повертанні шпинделів 4 і 5 на один оберт відносно вісі "А" різниця показів індикатора визначає дійсну величину радіального биття поверхні Ø18k7 відносно поверхонь Ø15k6.

Коефіцієнт застосування стандартних або уніфікованих деталей та вузлів в пристрої визначаємо за формулою:

$$K_{\text{пр}} = (\sum \text{заг} - \sum \text{о}) / \sum \text{заг} \cdot 100, \% \quad (64)$$

Де $\sum \text{заг}$ – загальна кількість назв типорозмірів складових частин пристрою;

$\sum \text{о}$ – кількість назв типорозмірів оригінальних деталей та вузлів;

$\sum \text{заг} = 18 \text{ шт}; \sum \text{о} = 8 \text{ шт};$

$$K_{\text{пр}} = (18 - 8) / 18 \cdot 100\% = 55,5\%$$

					БР.ПМ-29.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

3.3.2. Розрахунок пристрою на точність.

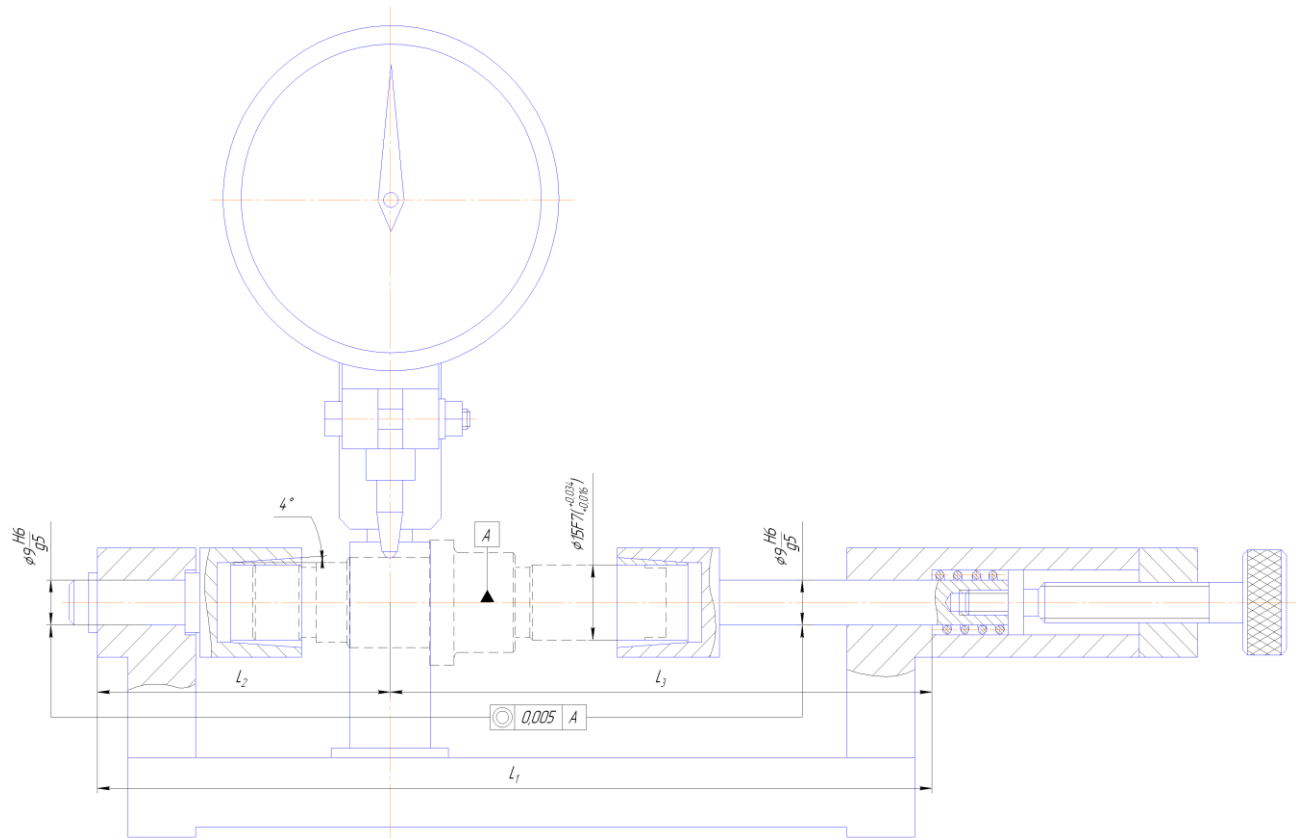


Рис.15 – Схема вимірювання контрольного пристрою для контролю радіального биття 0,025мм поверхні Ø18k7 відносно поверхонь Ø15k6 вала КМ2134АФ1-39-01.

Точність вимірювання пристрою залежить від зазору S_{max} між отворами корпусу 1 і шпинделями 4 і 5.

Згідно [2]. с. 56 сумарна похибка вимірювання:

$$\varepsilon_{вим} = 1,2\sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{3г}^2 + \Delta_l^2 + \Delta_m^2}; \quad (65)$$

Похибка, властива даному пристрою:

$$\Delta_m = S_{max};$$

$$S_{max} = ES + ei; \quad (66)$$

де ES – верхнє відхилення поля допуску отвору;

ei – нижнє відхилення поля допуску валу;

Для посадки $\varnothing 9H4/g3$: $ES = 0,004$ мм; $ei = 0,009$ мм;

$$S_{max} = 0,004 + 0,009 = 0,013$$
мм;

Згідно [2]. с. 56:

$$\varepsilon_0 = 0; \varepsilon_3 = 0;$$

Похибка вимірювання індикаторів 1МИГ згідно [8] с. 562 $\varepsilon_{3.г.} = 0,0018$ мм; $\Delta_l = 0$;

$$\varepsilon_{вим} = 1,2\sqrt{0 + 0 + 0,0018^2 + 0 + 0,013^2} = 0,013$$
мм.

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

БР.ПМ-29.00.000 ПЗ

Арк.

48

4. Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК.

Операція 010. Токарна з ЧПК.

Обладнання: Токарно-гвинторізний верстат з ЧПК 16Б16Т1.

1) Вибір оснастки:

Пристрій токарний самоцентруючий;

Інструмент:

Різці токарні для контурного точіння: $\varphi=93^\circ$; $\varphi_1=15^\circ$; $\alpha=15^\circ$; $b \times h=25 \times 25 \text{ мм}$; $r=1 \text{ мм}$; $L=150 \text{ мм}$; $l=40 \text{ мм}$.

Різець 2103-0711 Т5К10 ГОСТ 20872-80;

Різець 2103-0711 Т15К6 ГОСТ 20872-80;

Різець канавочний $\varphi=90^\circ$; $L=150 \text{ мм}$; $l=32 \text{ мм}$; $b=4 \text{ мм}$;

Різець 2130-0055 Т15К6 ГОСТ 18884-73;

Свердло ($\varnothing 9$) 2300-7205 Р6М5 ГОСТ 886-77; $L=175 \text{ мм}$; $l=115 \text{ мм}$;

Допоміжний інструмент: Втулка. 6100-0142 ГОСТ 13598-85:

Внутрішній конус Морзе №1, зовнішній №3;

Втулка. 6100-01462 ГОСТ 13598-85:

Внутрішній конус Морзе №3, зовнішній №5.

1) Вибір системи координат верстата з ЧПК, деталі та інструмента.

Для керування рухом формоутворення інструмента потрібно визначити взаємне розміщення заготовки та інструмента в робочому просторі верстата. Це пов'язано з тим, що точність розмірів деталі витримують відносно початку координатної системи верстата, а не відносно базуючих поверхонь пристрою. Розташування окремих поверхонь і конструктивних елементів в об'ємі деталі задають у системі координат деталі, яку зв'язують із системою координат верстата. Тому під час обробки заготовок на верстатах з ЧПК використовують три системи координат: систему координат верстата (СКВ) ХУ, систему координат деталі (СКД) Хд, Уд, систему координат вихідної точки Ов.т.

Вісь Х збігається з віссю обертання шпинделя, а її додатній напрям відповідає напрямку виходу свердла з заготовки. Початок СКВ називають його нульовою точкою Ов (див. рис.1.4). Відносно Ов в керуючій програмі задаються абсолютні переміщення робочих органів.

Систему координат вихідної точки вибираємо в робочій зоні верстата на певній відстані від деталі для зручності затискання заготовки, зменшення довжин холостих ходів та допоміжних ходів, безпечності заміни інструменту. У вихідній точці Ов.т починається програмоване переміщення інструмента по керуючій програмі. Положення точки Ов.т задають в СКВ і зв'язують з базуючими елементами пристрою для затискання деталі відстанями $x_d=0$, $u_d=0$, $x_v=0$, $u_v=0$.

Координати опорних точок наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 Координати опорних точок при виконанні операції 010

Точка №п/п	Координати в СКВ, мм		Точка №п/п	Координати в СКВ, мм	
	X	Y		X	Y
1	86,7	114	1	56,2	9
2	86,7	-10	2	55,7	7,2
3	89	8,1	3	55,7	10
4	56,1	8,1	0; 4	500	200
5	56,1	10	1	11	90
6	49,6	10	2	5,8	65
7	49,6	10	3	11	90
8	42	12,5	0; 4	500	200
0; 9	500	200			
1	89	7,75			
2	56,1	7,75			
3	56,1	9,5			
4	60	12			
0; 5	500	200			

СКД використовуємо для задання розмірів деталі за допомогою координат опорних точок. Початок СКД (нульову точку деталі) Од вибираємо так, щоб більшість точок деталі мали додатні значення координат. Напрями координатних осей СКД вибираємо такими самими, як і в СКВ.

2) Налагодження верстата з ЧПК.

Досягнення заданої точності розташування оброблених на верстаті з ЧПК поверхонь відносно баз заготовки пов'язане з необхідністю точного вимірювання положення СКД, тобто положення установочних елементів пристрою або баз заготовки відносно СКВ. Орієнтацію заготовки в пристрої проводимо по площині і трьох поверхнях за допомогою двох підпружинених важелів.

Налагодження нульового положення (вихідна точка Ов.т) здійснюється по осі деталі деталі. В комплекс прийомів по налагодженню входять: Витрати часу на налагодження нульового положення враховуються в комплексі підготовчо-заключного часу Тп.з.

3) Розрахунок координатних переміщень.

При обробці деталей на верстатах з ЧПК необхідно забезпечити мінімальне переміщення інструмента при підході до деталі. Для токарно-гвинторізного верстаті з ЧПК 16К20Т1 відстань Z_H , мм від бази деталі до торця шпинделя, що знаходиться в позиції початку циклу обробки, визначається за формулою:

$$Z_H = L + R + H + l, \quad (67)$$

де: L – налагоджувальний розмір інструмента, мм;

R – відстань швидкого переміщення інструмента до деталі, мм;

H – висота деталі (довжина обробки), мм;

l – робоче переміщення інструмента до оброблюваної деталі, мм.

Практично Z_H розраховуємо наступним чином. Із намічених для використання інструментів достатньо вибрати той, у якого максимальний налагоджувальний розмір L_{max} . Тоді:

					БР.ПМ-29.00.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В даному випадку $L=150\text{мм}$ різці токарні для контурного точіння визначають максимальну відстань до інструмента по вісі Y : $\varphi=93^\circ$; $\varphi_1=15^\circ$; $\alpha=15^\circ$;
 $b \times h=25 \times 25\text{мм}$; $r=1\text{мм}$; $L=150\text{мм}$; $l=40\text{мм}$; $m=8\text{мм}$; $b_1=32\text{мм}$.

Різець 2103-0711 Т5К10 ГОСТ 20872-80;

Різець 2103-0711 Т15К6 ГОСТ 20872-80;

$H=430\text{мм}$; $l=3\text{мм}$; $R=0\text{мм}$.

Тоді: $Y_n=8+100+12,5+3=123,5\text{мм}$.

Свердло ($\varnothing 9$) 2300-7205 Р6М5 ГОСТ 886-77; $L=175\text{мм}$; $l=115\text{мм}$ $l_1=123\text{мм}$ і
 втулки 6100-0142 ГОСТ 13598-85 $L=87\text{мм}$ і 6100-0146 ГОСТ 13598-85

$L=101\text{мм}$ визначають максимальну відстань до інструмента по вісі X :

$X_n=123+87+101+100+85+3=299\text{мм}$.

4) Кодування інформації.

На токарно-гвинторізному верстаті 16К20Т1 використовують пристрій числового програмного керування (ПЧПК) апаратного типу (NC) 2П32-3. В апаратному ПЧПК алгоритм роботи реалізується схемним шляхом і не може бути змінений після виготовлення пристрою. Такі ПЧПК випускаються з вводом керуючої програми на перфострічці.

Керуюча програма кодується на перфострічці за допомогою міжнародного двійково-десятькового коду ІСО-7біт (ГОСТ 13052-67), який є семи розрядним і дозволяє кодувати 128 символів. Коди режимів роботи системи ЧПК, що задаються адресою G, і допоміжні коди, що задаються адресою M по ІСО-7біт, наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Коди режимів роботи системи ЧПК та допоміжні коди

Код	Найменування
G01	Лінійна інтерполяція (нормальний розмір)
G17	Вибір площини обробки XY
G25	Початок відрахунку координат
G40	Відміна корекції положення інструменту
G42	Корекція положення інструменту
G60, G61	Точне позиціонування X і Y
G81	Постійний цикл при свердлінні отворів
G82	Постійний цикл при зенкеруванні отворів
G91	Переміщення в абсолютній системі координат
M00	Безумовна зупинка
M02	Кінець програми
M03	Обертання шпинделя за годинниковою стрілкою
M05	Зупинка шпинделя
M06	Зміна інструмента
M08	Включення охолодження
M09	Виключення охолодження

Коди подач, частоти обертання шпинделя наведені в таблиці 4.3.

Кожен код G, F, S, T, M діє в наступних кадрах до вводу нового коду по даній адресі. Програма обробки для токарно-гвинторізної операції 010 приведена в таблиці 4.4.

					БР.ПМ-29.00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.3 – Таблиця кодів чисел обертів і кодів подач для верстата
мод. 16Б16Т1

Число обертів шпинделя, хв, ¹	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250		
Код	Число	01	02	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	
	Адреса	S																	
Подача S, мм/об	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	
Код	Число	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Адреса	F																	

Таблиця 4.4 – карта програмування токарно-гвинторізної операції 010

Карта програмування														
деталь			операція						верстат			Система ЧПК		
Вал КМ2134АФ1-39-01			035 Токарна з ЧПК						16Б16Т1					
№ о. т.		№ кадра	Підг. Ф-кція	Геометрична інформація				Технологічна інформація				№ кор	Кін Код	Пояснення
Кон-тур	Екві-дис-танта			N	G	x	y	i	k	F	S			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0		001	G01	500	200	0	0			01	06	101		
1		002		86,7	114	67	143,1	09	03		03, 08			
2		003		86,7	-10	14,3	0	09	03					
3		004		89	8,1	0	29,1							
4		005		56,1	8,1	81,3	113				05, 09			
5		006		56,1	10	0	0	09	03	02	06	102		
6		007		49,6	10	64	148,6	09	03		03, 08			
7		008		49,6	10	3	5							
8		009		42	12,5	14,8	0							
9		010		500	200	0	68,8	08	04					
0		011		500	200	81,8	113	08	04		05, 09			
1		012		89	7,75	0	0	08	04	03	06	103		
2		013		56,1	7,75	78,6	141	08	04		03, 08			
3		014		56,1	9,5	0	6,7							
4		015		60	12	0	6,7							
5		016		500	200	78,6	141				05, 09			
0		017		500	200	0	0			04	06	104		
1		018		56,2	9	67	134,8	10	04		03, 08			
2		019		55,7	7,2	5	9	10	04					
3		020		55,7	10	0	30,8	10	04					
4		021		500	200	82	113	10	04					
0		022		500	200									
1		023		11	90									
2		024		5,8	65									
3		025		11	90									
4		026		500	200									

Перелік літературних джерел:

1. Панчук В. Г., Карпик Р. Т., Врюкало В. В., Одосій З. М. Бакалаврська робота: методичні вказівки. Для студентів спеціальності 131 – «Прикладна механіка» освітньо-кваліфікаційного рівня – «бакалавр». Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2021.
2. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни ”Технологія машинобудування” для спеціальності 7.090202 – технологія машинобудування МВ 02070855-704-2000.
3. Руденко П. А. и др. Проектирование технологических процессов у машинобудуванні: Навчальний посібник. – Київ, Вища школа, 1993. – 414 с.
4. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Минск.: Высшая школа, 1983 – 256 с.
5. 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.
6. 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.
7. Косилова А. Г. Мещеряков Р. К. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Справочник технолога. М. Машиностроение, 1976.
8. Обработка металлов резанием: Справочник технолога . Под ред. А. А. Панова – М.: Машиностроение, 1988 – 736 с.
9. Руденко П. А. и др. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. – К., Высш. школа, 1991, 247 с.
10. Режимы резания металлов. Справочник. Под ред. Барановского– М.: Машиностроение, 1972, 406 с.
11. Корсаков В. С. Основы конструирования приспособлений. – М.: Машиностроение, 1983, 277 с.
12. Общемашиностроительные нормы времени и режимов резания для нормирования работ выполняемых на станках с ЧПУ. Часть 1. Нормативы времени. – М.: Экономика, 1990, 208 с.
13. Сторож Б. Д., Карпик Р. Т. Розрахунок пристроїв на точність: навч. Посібник/Під ред. Карпика Р. Т. – Івано-Франківськ, «Факел», 1999. 216 с., іл..
14. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков. – Л.: Машиностроение, 1975, 656 с.
15. Станочные приспособления. Справочник в 2 томах. Том 1. Под ред. Н. Вардашкина, М.: Машиностроение, 1984, 592 с.

					БР.ПМ-29.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

16. Станочные приспособления. Справочник в 2 томах. Том 2. Под ред. Н. Вардашкина, М.: машиностроение, 1984, 592 с.
17. Корсаков В. С. Основы конструирования приспособлений. – М.: Машиностроение, 1983, 277 с.
18. Кузнецов Ю. И. и др. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник. – М.: Машиностроение, 1990, 512 с.
19. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник.-М.: Машиностроение, 1979.-303 с.

					БР.ПМ-29.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документація</i>						
A1			<i>БР.ПМ-29.03.000 СК</i>	<i>Складальне креслення</i>		
				<i>Складальні одиниці</i>		
		1	<i>БР.ПМ-29.03.001</i>	<i>Плита</i>	1	
		2	<i>БР.ПМ-29.03.002</i>	<i>Корпус</i>	1	
				<i>Деталі</i>		
		3	<i>БР.ПМ-29.03.003</i>	<i>Штатив</i>	1	
		4	<i>БР.ПМ-29.03.004</i>	<i>Шпindelь</i>	1	
		5	<i>БР.ПМ-29.03.005</i>	<i>Шпindelь</i>	1	
		6	<i>БР.ПМ-29.03.006</i>	<i>Тяга</i>	1	
		7	<i>БР.ПМ-29.03.007</i>	<i>Гвинт</i>	1	
		8	<i>БР.ПМ-29.03.008</i>	<i>Втулка</i>	1	
		9	<i>БР.ПМ-29.03.009</i>	<i>Кришка</i>	1	
				<i>Стандартні вироби</i>		
		10		<i>Болт М4х20,58</i>	1	
				<i>ГОСТ 7798-70</i>		
				<i>Гайки ГОСТ 5915-70</i>		
		11		<i>М4.56</i>	1	
		12		<i>М64.56</i>	1	
		13		<i>Гвинт М4х20.58.05</i>	2	
				<i>ГОСТ 10151-74</i>		
БР.ПМ-29.03.000 СП						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Верещук Я.О.			Лит.	Лист
Пров.		Роп'як Л.Я.			н	Листов
Реценз.						1
Н.контр.		Роп'як Л.Я.			ІФНТУНГ	
Утв.		Панчук В.Г.			ПМ-19-1	
Пристрій контрольний						

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Зм	Ар	Недок.	Підпис	Дата

1	7
---	---

І Ф Н Т У Н Г				
Вал КМ2134АФ1-39-01				

«Затверджую»

Зав.кафедрою КМВ

**КОМПЛЕКТ
технологічної
документації**

Панчук В Г.

Технологічний процес
механічної обробки
Вал КМ2134АФ1-39-01

Розробив:

Верещук Я.О.

Перевірів:

Роп'як Л. Я.

Акт № __ від «__» _____ 2023 р.

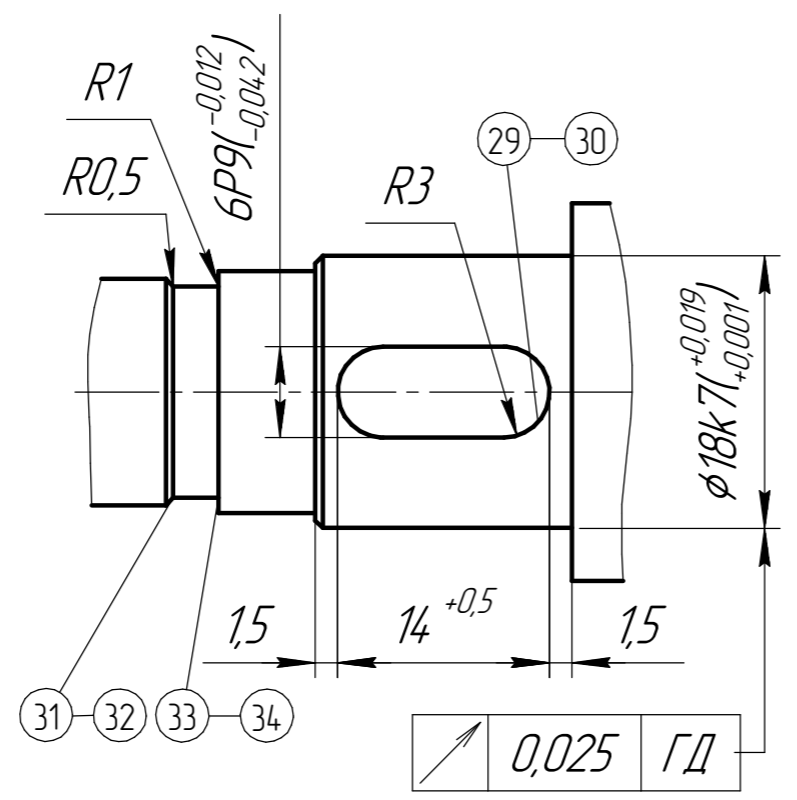
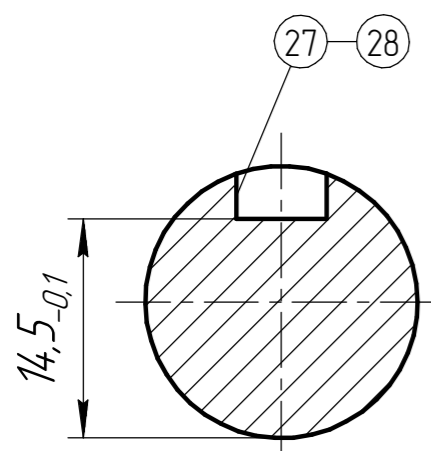
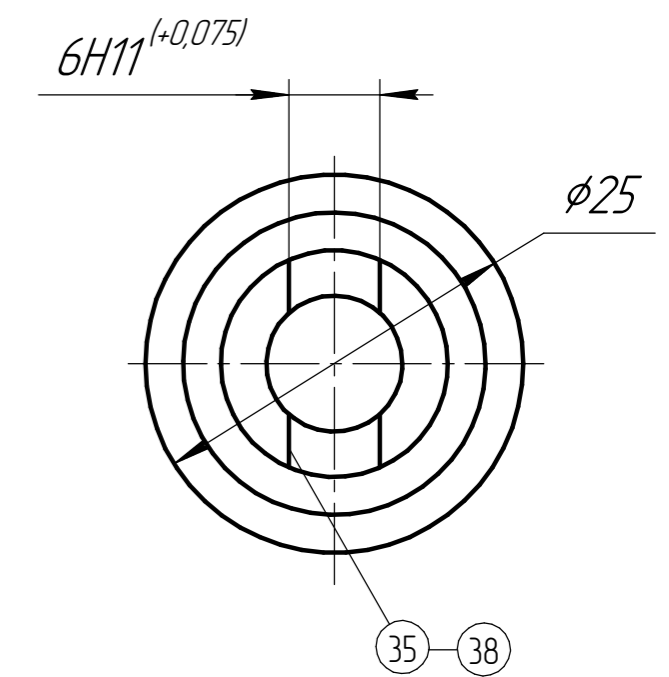
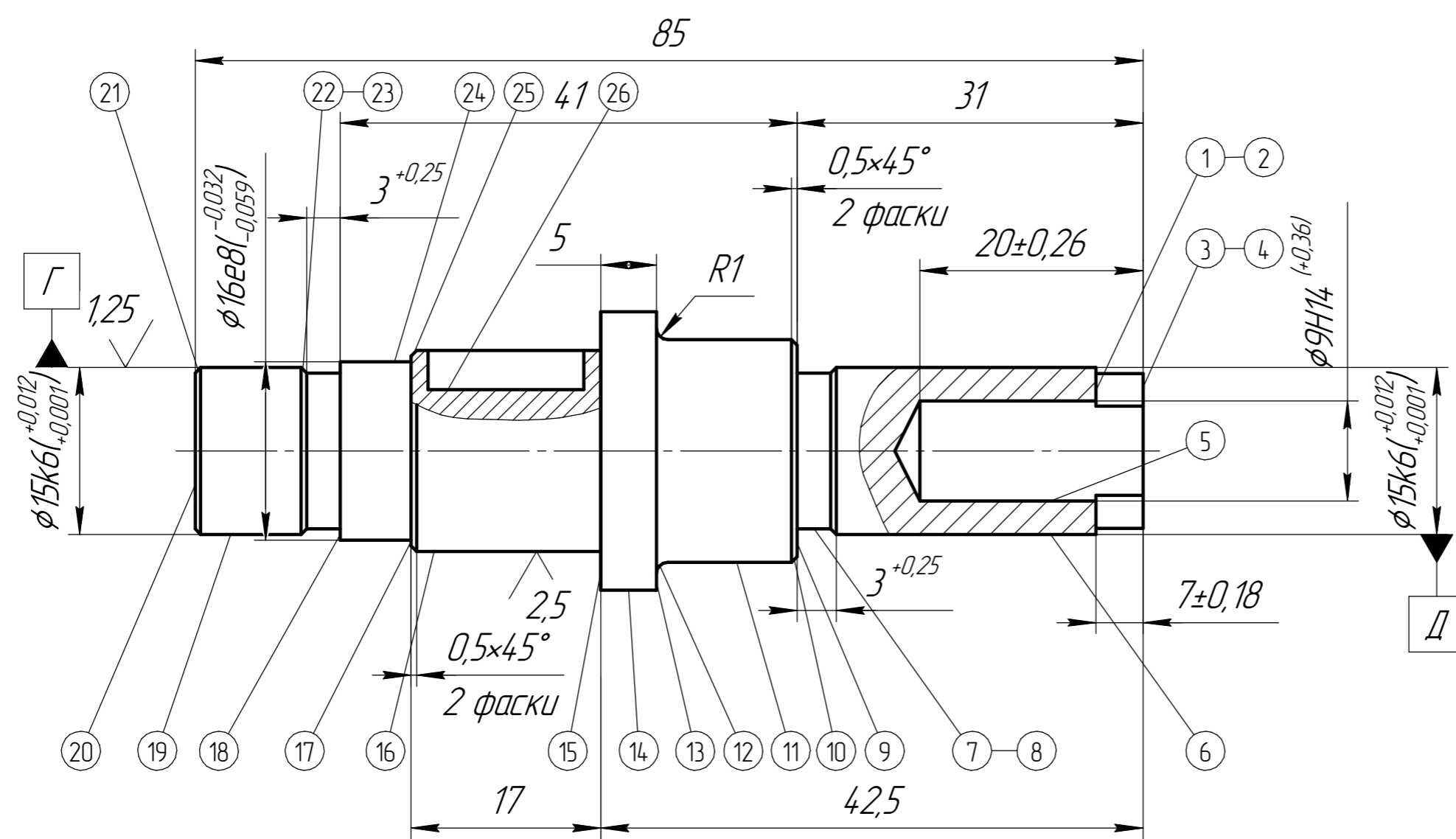
--	--

Дубл.															
Взам.															
Оригінал															
										Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	
										<i>KM2134AΦ1-39-01</i>					2
Розроб.									<i>Вал</i>						
Перевір.															
Затверд.															
Р		П	D або B	L	t	i	S	n	V	Tд	To				
Р			мм	мм	мм		мм (мм/хв.)	1/хв.	м/хв.	хв.	хв.				
01															
002	<i>5.Покласти деталь в тару</i>														
T03	<i>Тара технологічна I-533.</i>														
04															
05															
06															
07															
08															
09															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
OK													5		

Дубл.														
Взам.														
Оригінал										Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата
											1	1		
Розроб.	Верещук			ІФНТУНГ	КМ2134АФ1-39-01									
Перевір.	Роп'як													
Затверд.	Панчук													
Н.Контр.	Роп'як			Вал								П		
Номер і назва операції			Матеріал		Твердість	ОВ	МД	Профіль і розміри			МЗ	КООД		
050.Контрольна.			Сталь45 ГОСТ1050-88		НВ241	кз	0,25	Ø28,2×88,4			0,28	1		
Номер переходу	Зміст переходу			Пристрій (код, назва)		Вимірювальний інструмент (код, назва)		% контролю	Особливі вказівки					
1 01	Контролювати лінійні розміри													
02	6P9					Нутромір НИ-10		20						
03						ГОСТ 868-82								
04	14H15 ^(+0,7)					Штангенциркуль		10						
05	1,5±0,1					ШЦ-I-160-0,05		10						
2 06						ГОСТ 166-89								
07														
08														
09														
10														
11														
12														
13														
14														
КТК	020 Контрольна											7		

БР.ПМ-29.00.000 Д

6,3 $\sqrt{(\checkmark)}$



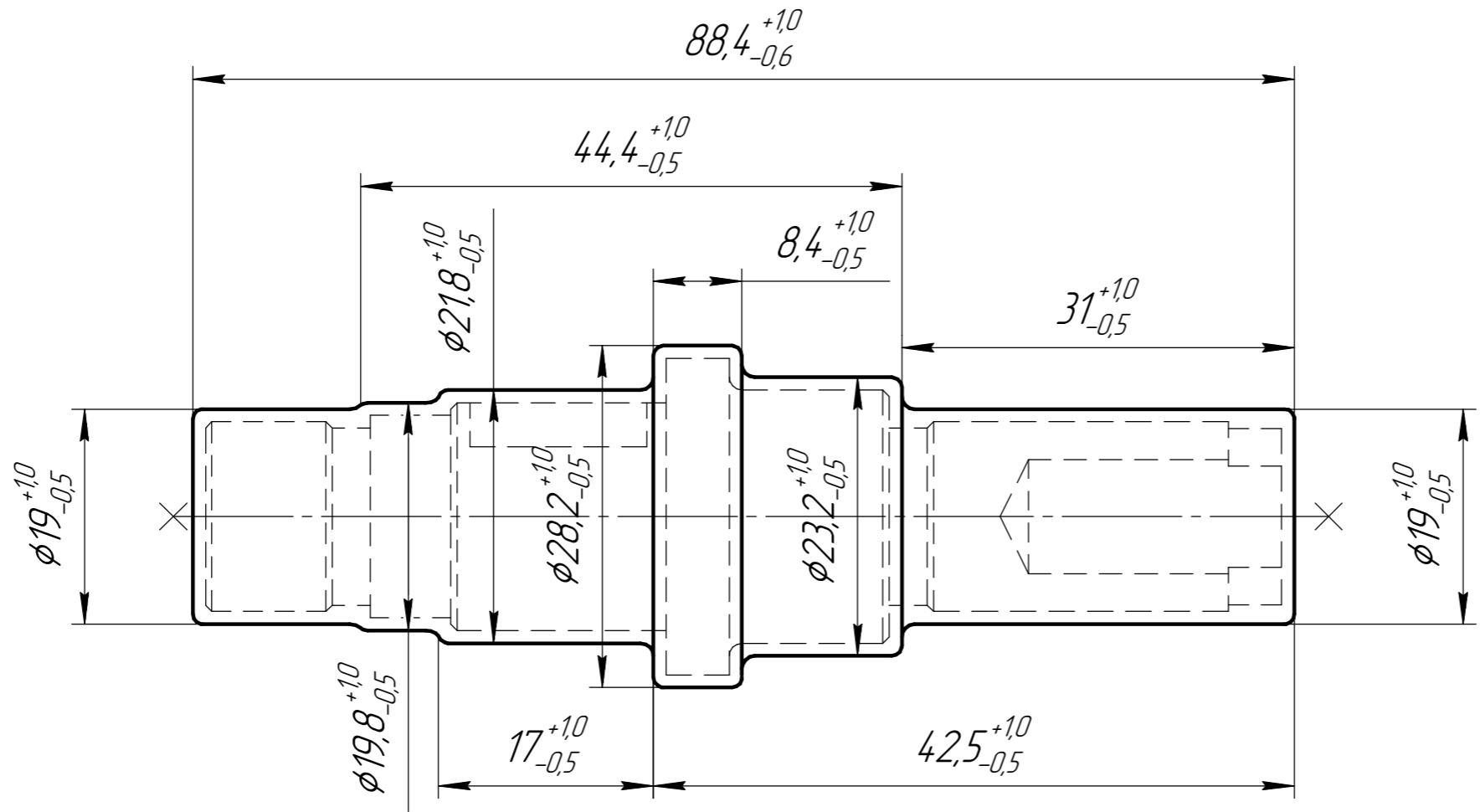
1. * Розмір для довідок.
 2. Невказані граничні відхилення розмірів: валів - по $h14$, отворів - по $H14$, решту - $\pm \frac{IT14}{2}$.

Перв. примен.
 Справ. №
 Подп. и дата
 Инв. № дщл.
 Взам. инв. №
 Подп. и дата
 Инв. № подл.

				БР.ПМ-29.00.000 Д			
				Вал			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Верещук Я.О.			A	0,2	1:1
Проб.		Роп'як Л.Я.					
Т.контр.		Роп'як Л.Я.					
Реценз.					Лист	Листов	1
Н.контр.		Роп'як Л.Я.			Сталь 45 ГОСТ1050-74		
Утв.		Панчук В.Г.			ІФНТУНГ ПМ-19-1		
				Копировал		Формат А3	

✓ ✓

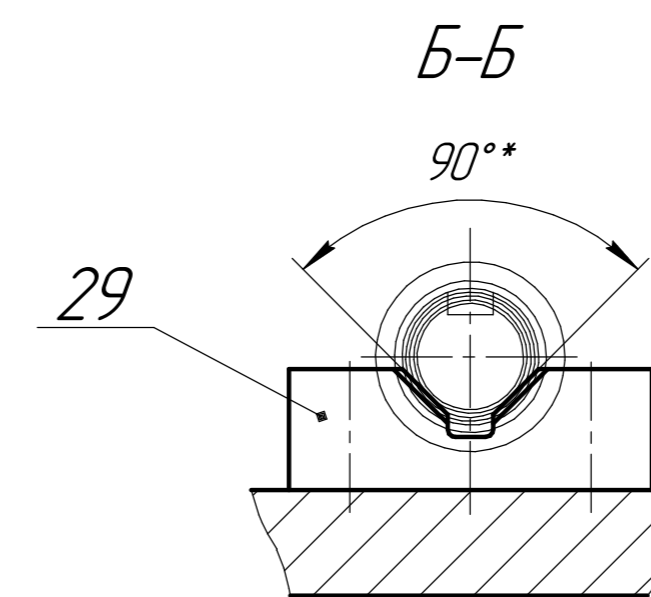
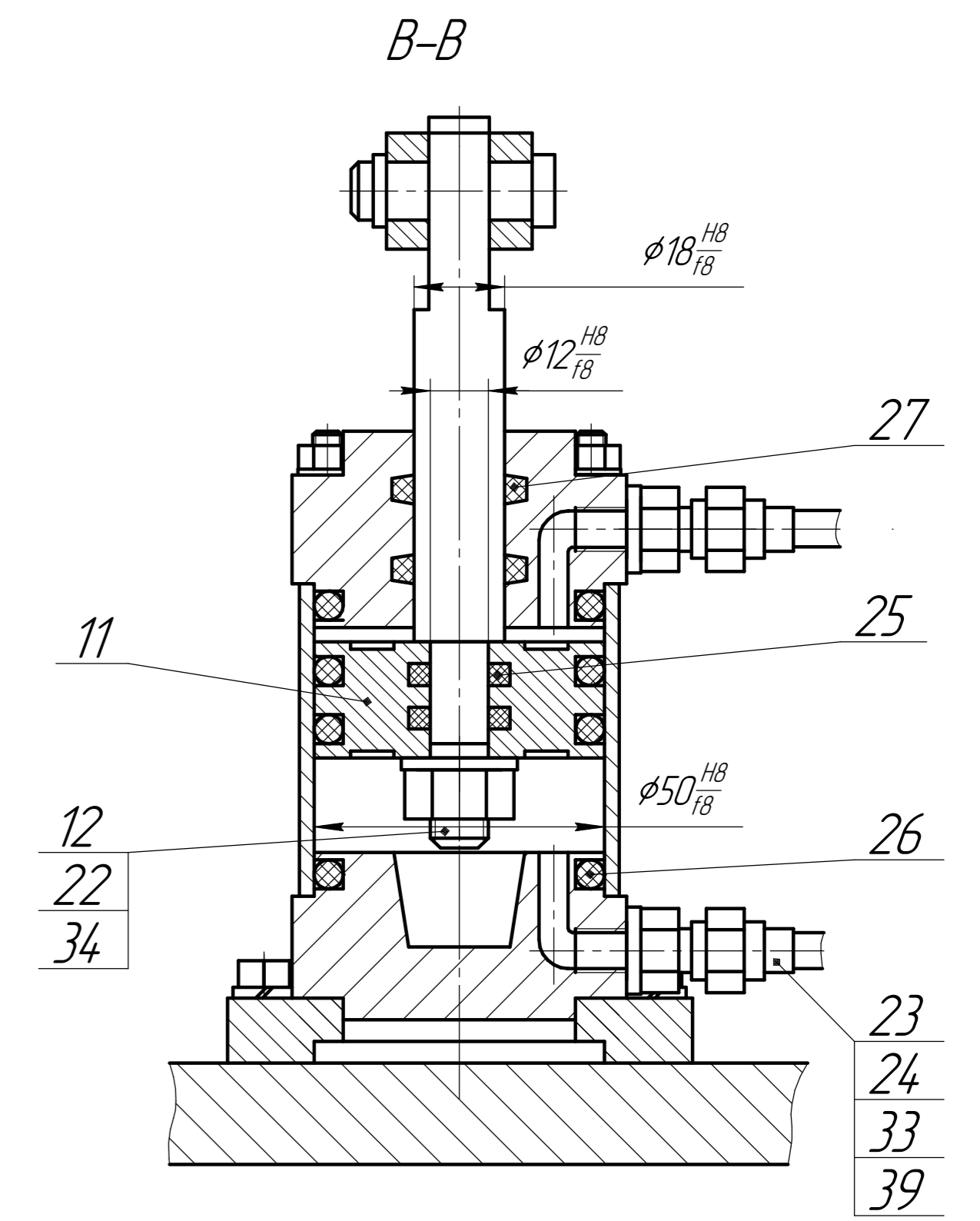
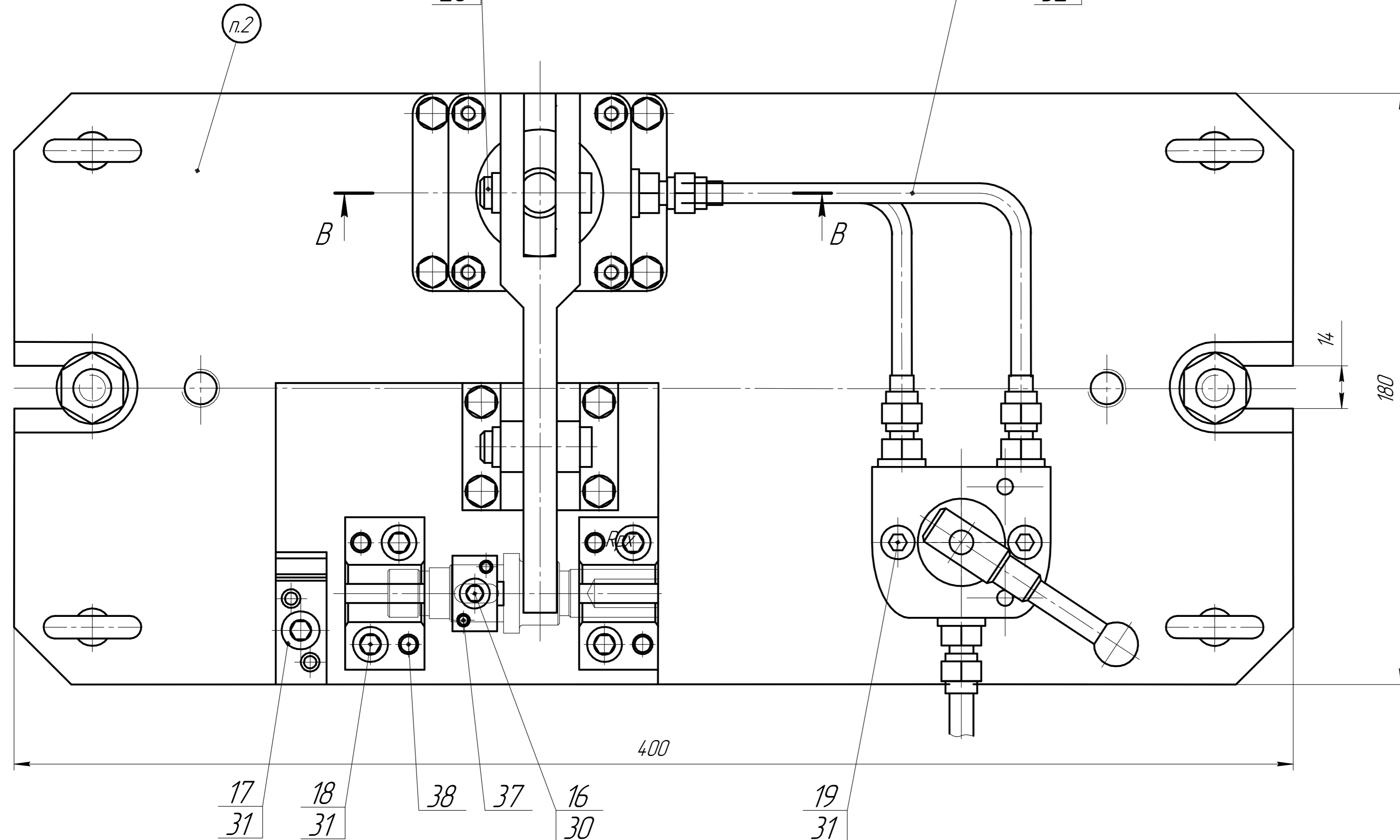
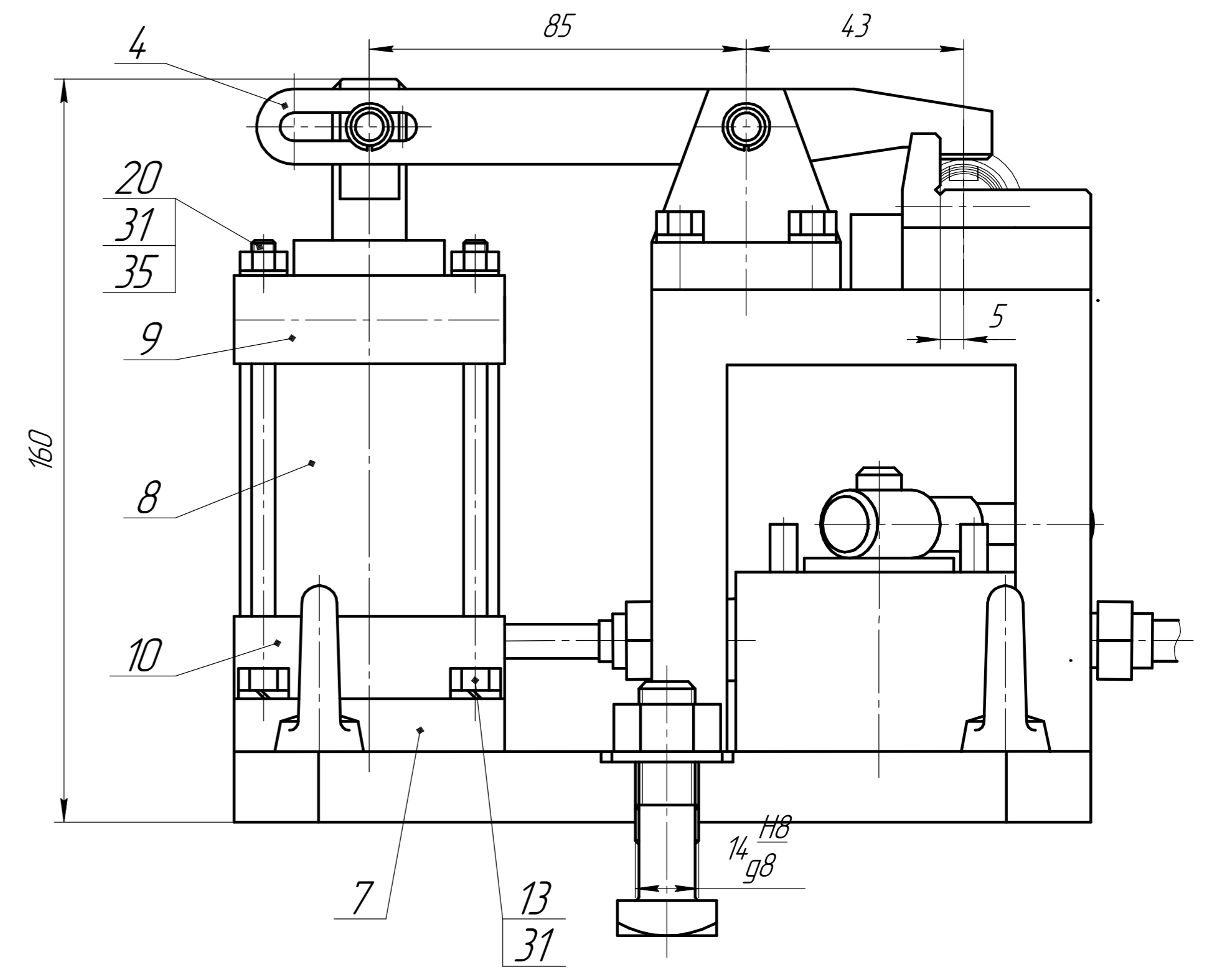
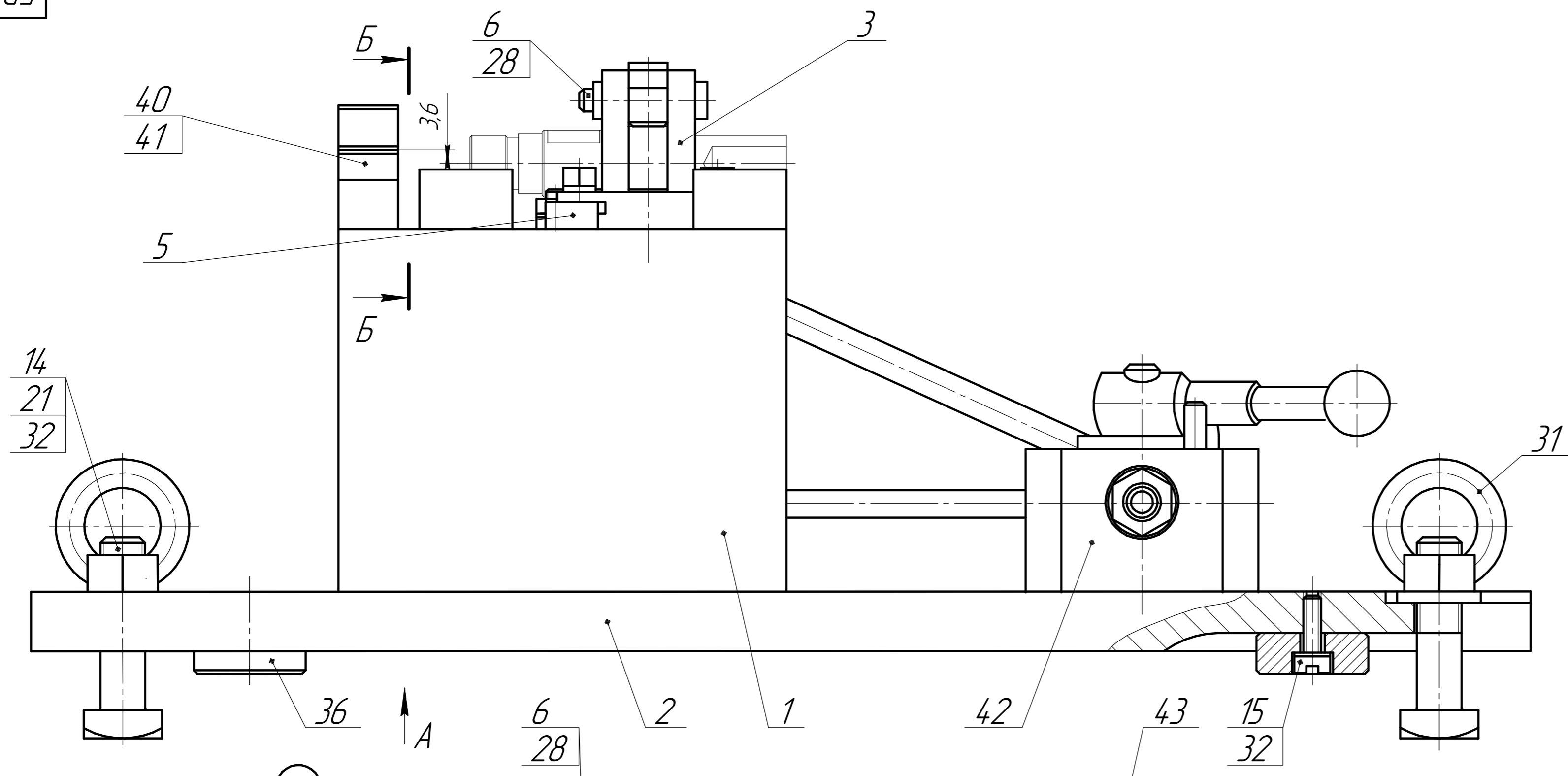
БР.ПМ-29.00.000 3



Радіуси заокруглень: зовнішні R16, внутрішні R2.
Штамповочні уклони: зовнішні 3°, внутрішні 5°.
Зміщення штампів 1мм.

Перв. примен.	Справ. №	Подп. и дата	Инв. № дщл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.
---------------	----------	--------------	-------------	--------------	--------------	--------------

				БР.ПМ-29.00.000 3				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Заготовка вала	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Верещук Я.О.						0,28	2:1
Пров.	Роп'як Л.Я.					Лист	Листов	1
Т.контр.	Роп'як Л.Я.							
Реценз.								
Н.контр.	Роп'як Л.Я.							
Утв.	Панчук В.Г.							
Сталь 45 ГОСТ 1050-88						ІФНТУНГ ПМ-19-1		

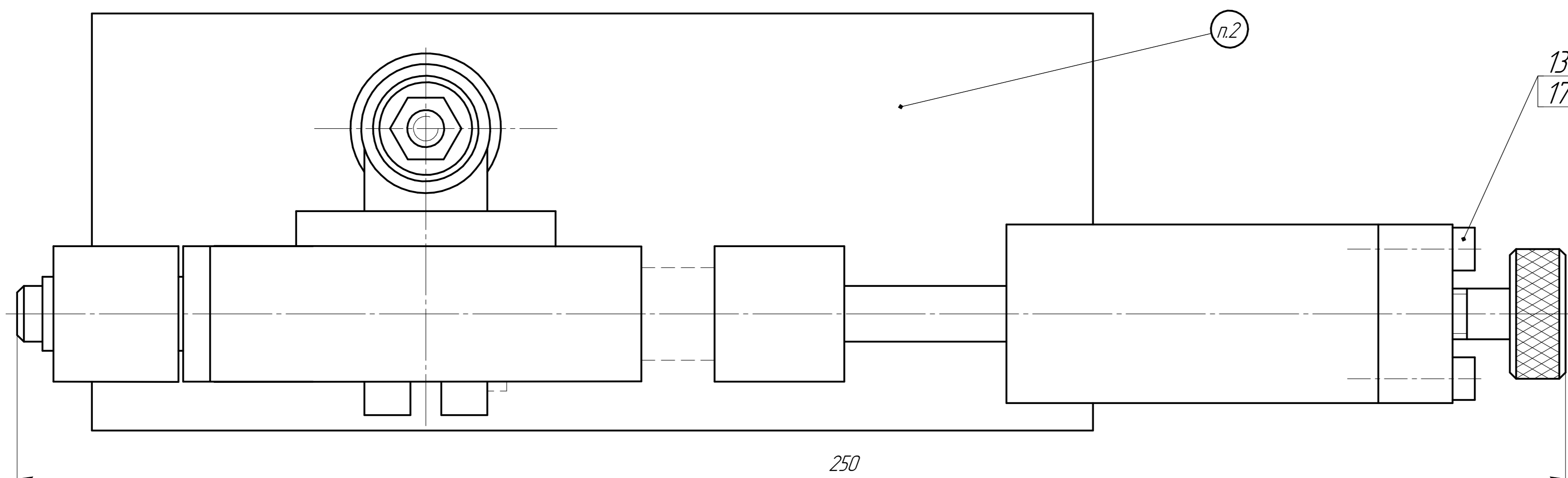
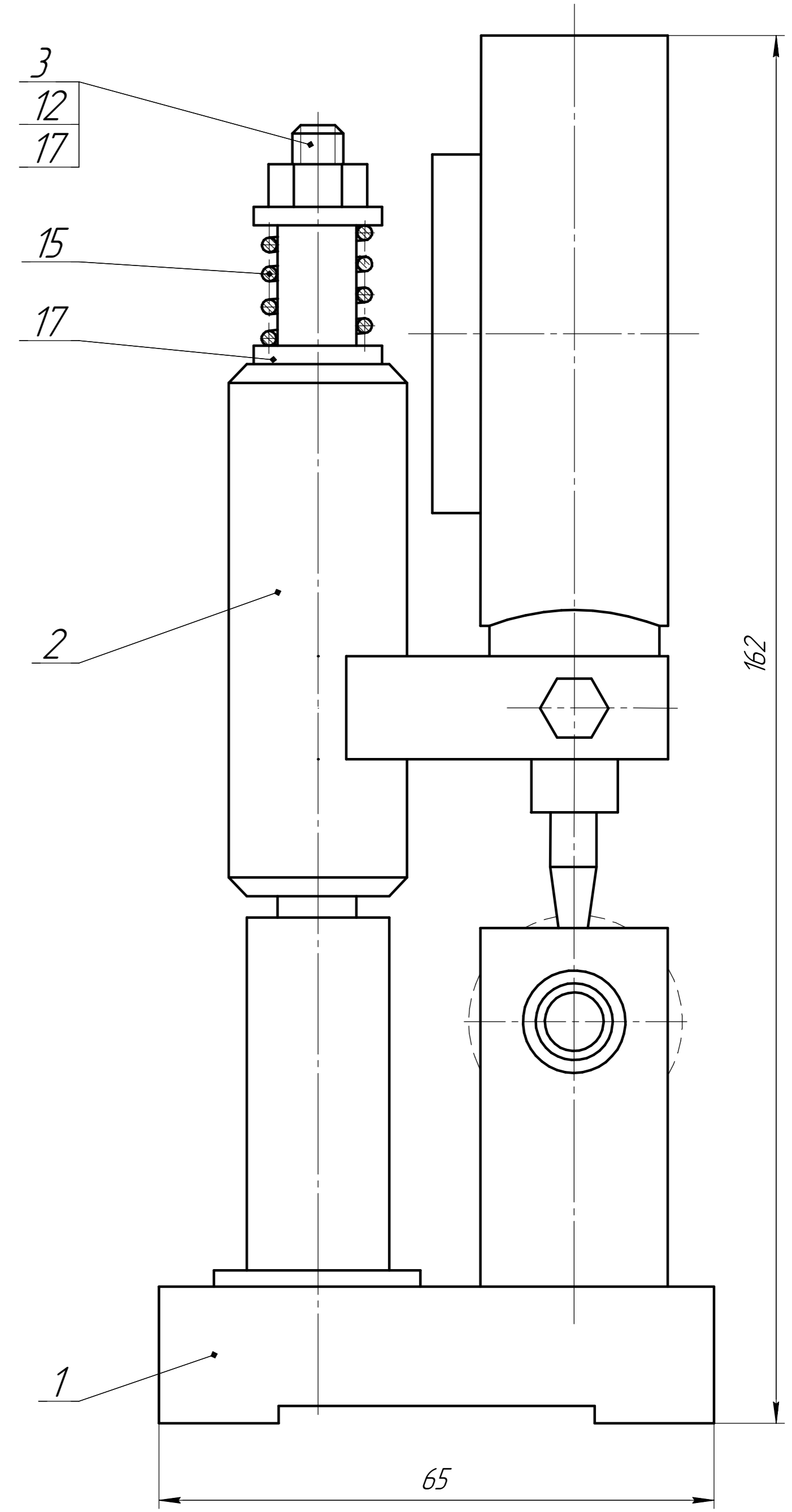
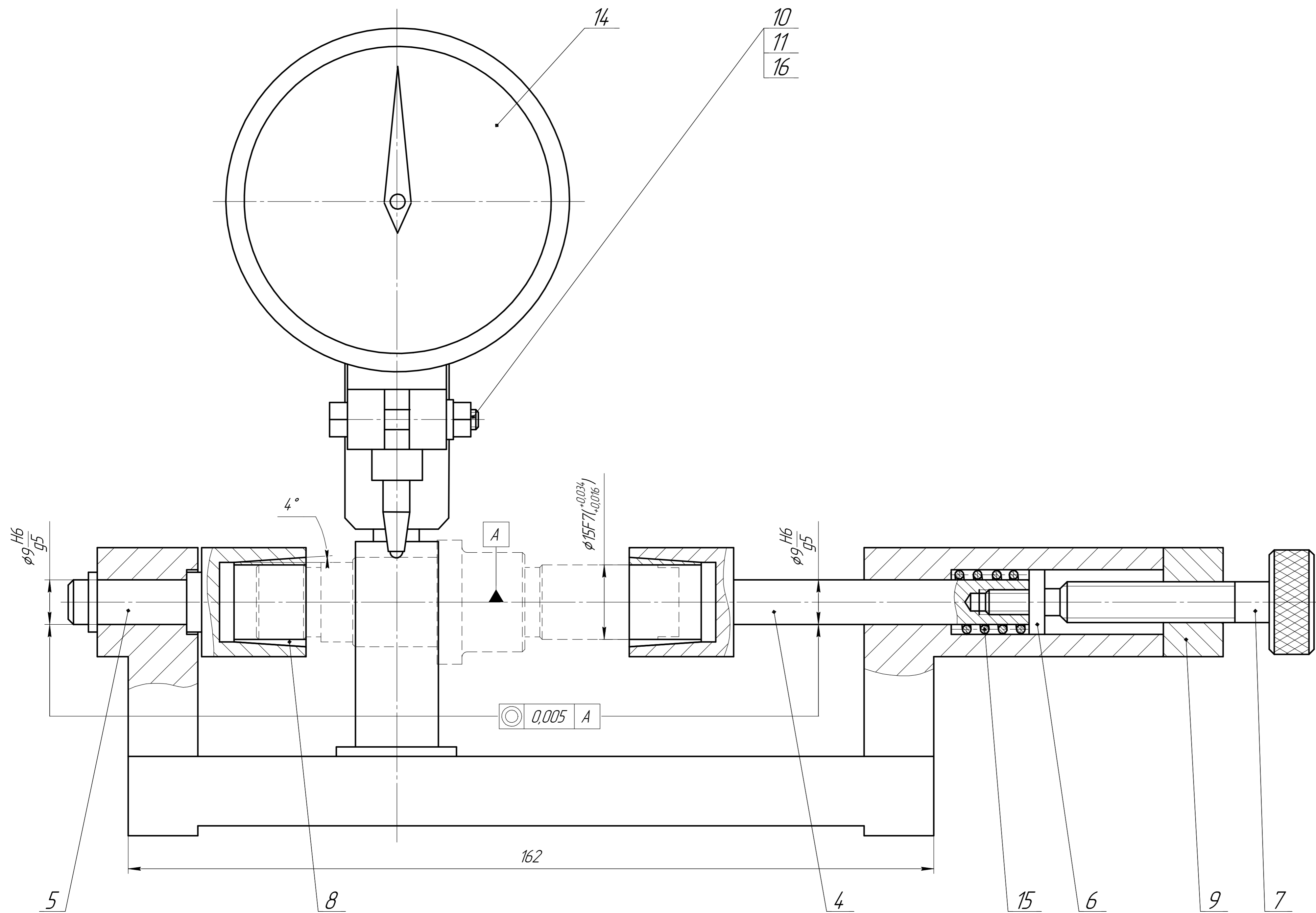


Технічна характеристика

1. Пристрій призначений для встановлення і закріплення вала КМ2134.АФ1-39-401 при фрезеруванні паза БР9 на верстаті 692М.
2. Тип приводу - пневматичний.
3. Сила затиску пристрою (при $p=0,4$ МПа) $W=2199,5$ Н.
4. Тиск в пневмережі $p=0,4$ МПа.
5. Довжина робочого ходу поршня - 40 мм.

1. *Разміри для довідок.
2. Маркувати.
3. Випробування провести при тиску 1,5 Рроб.
4. Пристрій повинен працювати плавно, без ривків і заїдань.

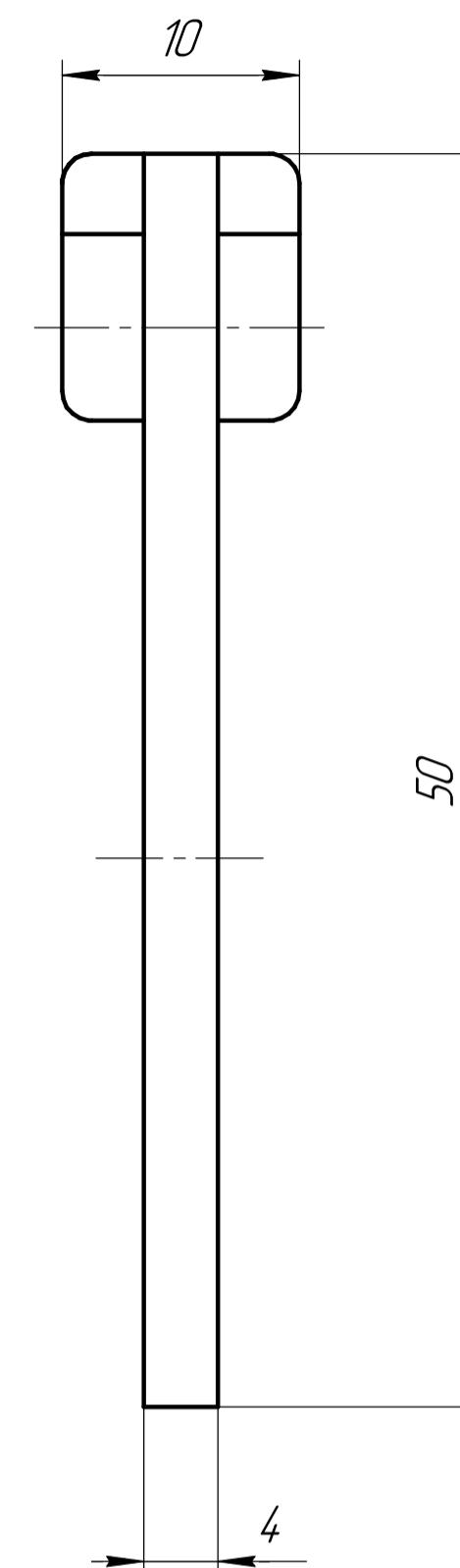
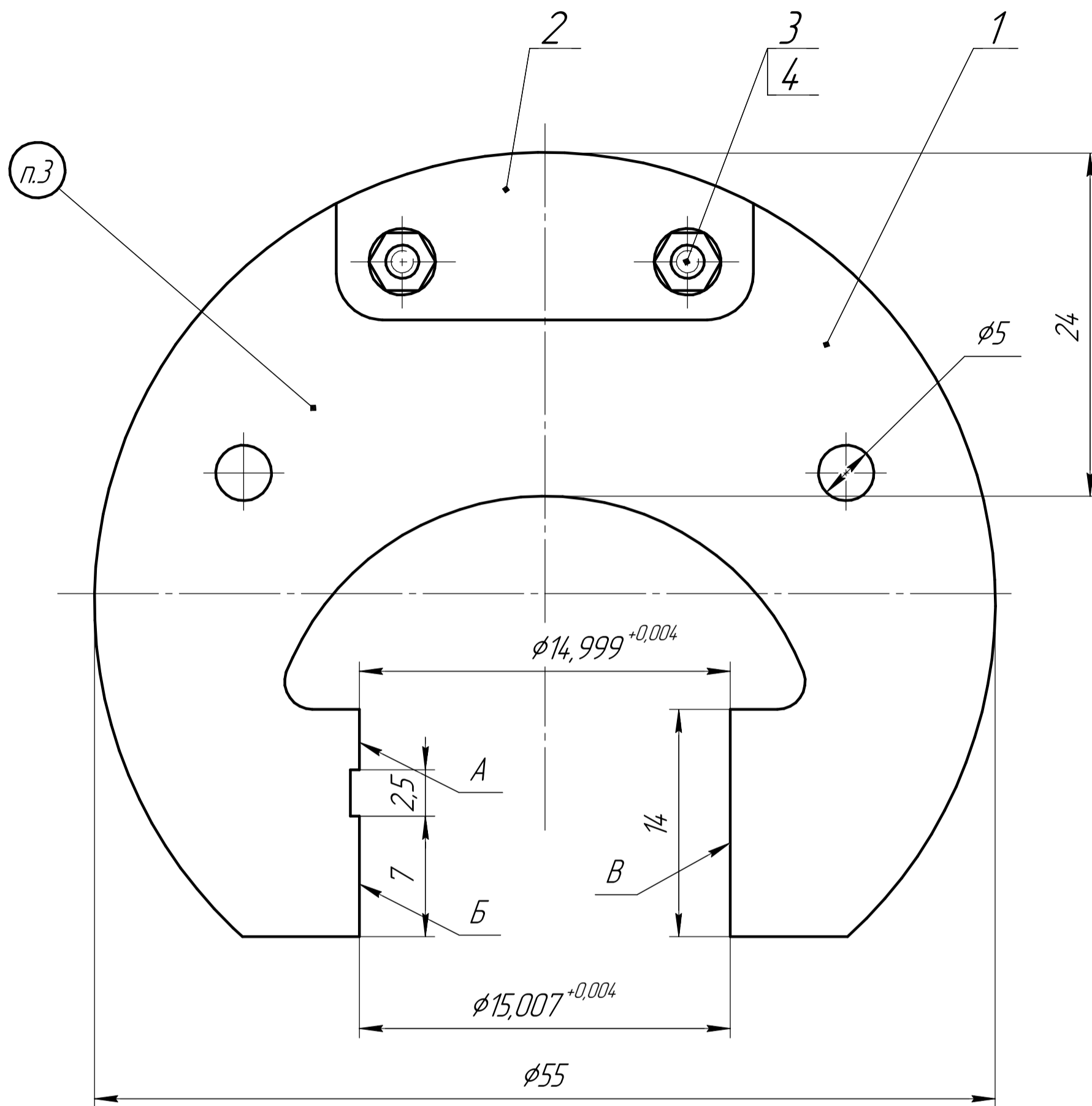
БР.ПМ-29.02.000 СК				Лист	Масса	Масштаб	
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			
Разраб.	Верещик	Я.О.				1:1	
Проб.	Роп'як	Л.Я.					
Т.контр.	Роп'як	Л.Я.					
Реценз.							
Н.контр.	Роп'як	Л.Я.					
Утв.	Панчук	В.Г.					
Пристрій фрезерний для верстата моделі 692М				Лист	1	Листов	1
				ІФНТУНГ		ПМ-19-1	
Копіював				Формат А1			



Пристрій призначений для контролю радіального біття 0,025 мм між поверхні φ18k7 відносно поверхонь φ15k6 вала КМ2134АФ1-39-01. Похибка мікрометра 0,0018 мм. Похибка вимірювання пристрою 0,013 мм.

1. *Разміри для довідок.
2. Маркувати.

				БР.ПМ-29.03.000 СК			
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Верещук Я.О.						1:1
Проб.	Роп'як Л.Я.						
Т.контр.	Роп'як Л.Я.						
Реценз.							
Н.контр.	Роп'як Л.Я.						
Утв.	Панчик В.Г.						
					Лист		Листов 1
					ІФНТУНГ		
					ПМ-19-1		
					Формат А1		



1. H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$.
2. 2. Поверхні А, Б, В цементувати h 0,8..1,2 мм, HRC 30..35.
3. Маркувати.

Склад №

Інв. № дробл. Підп. і дата

БР.ПМ-29.04.000 СК				Лист	Маса	Масштаб
Ізм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	0,11	4:1
Разр.	Верещук Я.О.					
Проб.	Роп'як Л.Я.				Лист	Листів 1
Т.контр.	Роп'як Л.Я.					
Реценз.					ІФНТУНГ	
Н.контр.	Роп'як Л.Я.				ПМ-19-1	
Утв.	Панчик В.Г.				Сталь 20Х ГОСТ 4354-81	