

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

Інститут інженерної механіки  
Кафедра технології машинобудування

Рожнів Андрій Ярославович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.27  
(індекс)

**БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА**

Технологія виготовлення деталі “Вал шестерня РЦ 001.07.05

циліндричного редуктора приводу конвеєра “  
(назва роботи)

Бакалавр

(назва освітньої програми)

131 – Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

А. Я. Рожнів

(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 – 2022 рік

## РЕФЕРАТ

кваліфікаційної бакалаврської роботи на тему:  
«ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ  
«ВАЛ ШЕСТЕРНЯ РЦ 001.07.05 ЦИЛІНДРИЧНОГО РЕДУКТОРА  
ПРИВОДУ КОНВЕЄРА»

Розрахунково-пояснювальна записка: 61 сторінок, 18 рисунків, 20 таблиць, 20 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 «Вал шестерня РЦ 001.07.05  
циліндричного редуктора приводу конвеєра».

Мета роботи – розробити технологічний процес механічної обробки вал шестерні РЦ 001.07.05 циліндричного редуктора приводу конвеєра, який дозволить виготовити деталь в умовах середньосерійного виробництва з мінімальними затратами, а також розробити конструкції спеціальних верстатних пристроїв та пристрою для контрольної операції.

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

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

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

Студент Рожнів А. Я.

## **ABSTRACT**

of the qualifying bachelor's thesis on the topic:  
“TECHNOLOGY OF MAKING A DETAIL "GEAR SHAFT PIQ 001.07.05  
CYLINDRICAL REDUCER OF CONVEYOR DRIVE”

Calculation and explanatory note: 61 pages, 18 figures, 20 tables, 20 references, 13 sheets of A4 appendices.

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 machining.

The subject of research is the part "Gear shaft RC 001.07.05 of the cylindrical reducer of the conveyor drive".

The purpose of the work is to develop the technological process of machining the gear shaft PIQ 001.07.05 of the cylindrical reducer of the conveyor drive, which will allow to produce a part in medium production with minimal costs, as well as to develop special machine tools and devices 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 machining the gear shaft. Based on the results of the analysis and the recommendations of the literature, a rational route of machining of the gear shaft for the conditions of a given type of production has been developed. The method of obtaining the workpiece is substantiated, allowances are calculated, cutting and rationing modes of operations are calculated. A machine-driven device with a pneumatic drive for milling a keyway and a device for controlling radial beating have been designed to install and fasten the gear shaft during machining operations. A special measuring tool for controlling the outer diameter has also been designed. The appendices contain a set of technological documentation.

The results of the work can be used in the engineering industry and in repair plants.

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

Student

Rozhniv A. Ya.

**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

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**ЗАВДАННЯ  
НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ**

Рожнів Андрій Ярославович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологія виготовлення деталі “Вал шестерня РЦ 001.07.05  
циліндричного редуктора приводу конвеєра

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 “ 18 ” 05 2022\_\_ року № 130/7

2. Термін подання студентом роботи 15.06 2022 р. \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до проекту (роботи):

3.1. Креслення деталі.

3.2. Тип виробництва – середьосерійний.

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

4.0. Вступ.

4.1. Конструкторсько-технологічний аналіз.

4.2. Проектування технології виготовлення деталі.

4.3. Проектування технологічного оснащення.

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

4.5. Науково-дослідна частина.

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

5.1. Креслення деталі та заготовки.

5.2. Карти технологічного налагодження.

5.3. Складальне креслення пристрою.

5.4. Креслення технологічного оснащення.

5.5. Керуюча програма для верстату з ЧПК.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1 – 5	Роп'як Л.Я., д.т.н., проф.		

7. Дата видачі завдання 12 березня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Конструкторсько-технологічний аналіз	27.03.2022	
2	Проектування технології виготовлення деталі	21.04.2022	
3	Проектування технологічного оснащення	21.05.2022	
4	Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК	02.06.2022	
5	Науково-дослідна частина	26.03.2022	
6	Пояснювальна записка	14.06.2022	
7	Графічна частина	15.06.2022	

Студент \_\_\_\_\_ Рожнів А.Я.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Роп'як Л.Я.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## Зміст

<b>Вступ .....</b>	<b>5</b>
<b>1 Конструкторсько-технологічний аналіз.....</b>	<b>6-15</b>
1.1. Аналіз призначення і конструкції деталі .....	6-8
1.2. Аналіз технологічності деталі .....	9-10
1.3. Визначення організаційних умов виробництва .....	11-13
1.4. Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі .....	14-15
<b>2 Проектування технології виготовлення деталі .....</b>	<b>16-43</b>
2.1. Вибір заготовки .....	16-18
2.2. Вибір маршруту і операцій обробки деталі .....	19-24
2.3. Вибір засобів технологічного оснащення .....	25-28
2.4. Визначення міжопераційних припусків і розмірів обробки .....	29-34
2.5. Визначення режимів різання .....	35-38
2.6. Нормування технологічної операції .....	39-42
2.7. Аналіз техніко-економічних показників .....	43
<b>3 Проектування технологічної оснастки .....</b>	<b>44-53</b>
3.1. Пристрій для механічної обробки .....	44-48
3.2. Перевірка працездатності інструментів .....	49-50
3.3. Конструювання спеціального вимірного інструменту або контрольного пристрою.....	51-53
<b>4 Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК .....</b>	<b>54-57</b>
<b>5 Науково-дослідна частина .....</b>	<b>58-59</b>
<b>Перелік літературних джерел .....</b>	<b>60-61</b>

					БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Рожнів				ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Літ.	Аркуш	Акрушів
Перевір.	Роп'як					4	61	
Реценз.						ІФНТУНГ гр. ПМ-18-1		
Н. Контр.	Роп'як							
Затверд.								

## Вступ

Машинобудування – це комплекс галузей промисловості, які виготовляють знаряддя виробництва, транспортні засоби, а також предмети споживання та іншу промислову продукцію. Машинобудування відображає технічний прогрес країни і має велике значення для розвитку її продуктивних сил, підвищення економічної могутності держави та добробуту народу.

Машинобудування справедливо називають серцевиною індустрії.

Кожна машина має своє чітке призначення, тому її будують з такого матеріалу і так, щоб вона добре й довго працювала, була надійною та безпечною в роботі. Все це обумовлює кваліфікацію спеціаліста, який бере безпосередню участь не тільки у її виготовленні, а й у виборі матеріалів, що найкраще відповідають поставленим до машини вимогам.

Мета науки і техніки – розвивання економічних і соціальних завдань, сприяння переходу економіки на шлях інтенсивного розвитку.

Для цього необхідно:

- освоїти серійне виробництво нових машин, обладнання, засобів автоматизації і приладів, які сприятимуть впровадженню в широких масштабах високопродуктивної технології;
- збільшити виробництво систем машин і обладнання, автоматичних маніпуляторів з числовим програмним керуванням.

Всі назви програмних продуктів є зареєстрованими товарними марками відповідних фірм.

Сучасні тенденції розвитку машинобудівного виробництва, яке орієнтоване на підвищення якості машинобудівної продукції, на широке застосування прогресивних конструкційних і інструментальних матеріалів, на комплексну автоматизацію на основі застосування верстатів з ЧПК і САПР, вимагають підготовки кваліфікованих спеціалістів, які володіють не тільки глибокими теоретичними знаннями, але і здатних практично їх використовувати в своїй виробничій діяльності.

В зв'язку з тим інженери-механіки спеціальності “Технологія машинобудування” повинні володіти методами оцінки якості виробів, розрахунку і аналізу технологічних розмірних ланцюгів, розмірного аналізу технологічних процесів, вибору раціональних схем базування заготовок, розрахунку похибок, які впливають на точність механічної обробки, розрахунку припусків, оптимальних режимів різання, норм часу і технологічної собівартості. Вони повинні володіти також практичними навиками по проектуванню технологічних процесів складання, механічної обробки, в тому числі з використанням верстатів з ЧПК.

					БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1. Конструкторсько-технологічний аналіз.

## 1.1. Аналіз призначення і конструкції деталі.

Деталь вал-шестерня РЦ 001.07.05 входить в редуктор механізму приводу конвеєра ливарної автоматичної лінії РЦ 001, яка виготовлялася на ПАТ “Автолившаш”. Служить для передачі крутного моменту з приводу через муфту на ведені вали редуктора.

Деталь являє собою вал-шестерню з шийками різних діаметрів, які збільшуються від кінців до середини за винятком поверхні 25  $\varnothing 41h14$ , яка з двох сторін обмежена поверхнями 11 і 12  $\varnothing 66h8$ . В конструкції деталі присутні циліндричні прямозубі зубчаті поверхні  $m=3$ ,  $z=20$  на  $\varnothing 66h8$ , шпоночний паз 8N9 відкритий з сторони торця, канавки 7, 36-37, центровий отвір FM6 ГОСТ 14034-74.

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	Зовнішня циліндрична поверхня.	Допоміжна база. Призначена для встановлення муфти приводу.	$\varnothing 28js6$ ( $\pm 0,0065$ )	-	Ra1,6
2	Фаска між торцем 3 і ззовнішньою циліндричною поверхнею 1.	Вільна поверхня.	$2 \times 45^\circ$	-	Rz40
3	Торець.	Вільна поверхня.	$285_{-1}$	-	Rz40
4	Внутрішня конічна поверхня центрального отвору по ГОСТ 14034-74.	Технологічна поверхня. Призначена для встановлення деталі в центрі.	$< 60^\circ$ ; $\varnothing 10^{+0,16}$	-	Ra3,2
5	Внутрішня циліндрична поверхня центрального отвору по ГОСТ 14034-74.	Вільна поверхня.	$\varnothing 7H14^{(+0,36)}$	-	Rz40
6	Внутрішня циліндрична різьбова поверхня центрального отвору по ГОСТ 14034-74.	Технологічна поверхня. Призначена для встановлення деталі в центрі.	M6-7H	-	Ra3,2
7	Канавка на зовнішні циліндричні поверхні.	Технологічна поверхня. Призначена для виходу інструменту під час обробки поверхні 1.	$3^{+0,3}$ $\varnothing 27,5_{-0,4}$	-	Rz40
8	Зовнішня циліндрична поверхня.	Допоміжна база. Призначена для встановлення фланця з ущільненням.	$\varnothing 34h8(-0,039)$	0,2	Ra1,6

										Арк.
										6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ					

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6
9, 20	Зовнішня циліндрична поверхня.	Основна база. Призначена для встановлення деталі на підшипники в корпусі редуктора.	Ø35Js6 (±0,008)	0,2	Ra1,6
10, 19	Зовнішня циліндрична поверхня.	Вільна поверхня.	Ø38 <sub>-1</sub>	-	Rz40
11, 12	Зовнішня циліндрична зубчаста поверхня прямозубої форми.	Виконавця поверхня. Призначена для передачі крутного моменту на зубчате колесо веденого вала.	Ø66h8 <sub>(-0,048)</sub>	0,04	Rz20
13-16	Фаски між торцями і ззовнішніми циліндричними поверхнями.	Вільні поверхні.	2×45°	-	Rz40
17-18	Плоскі поверхні кільцеподібної форми, обмежені зовнішніми циліндричними поверхнями 10-12, 19.	Вільні поверхні.	32 <sub>-0,4</sub>	-	Rz40
21	Фаска між торцем 22 і зовнішньою циліндричною поверхнею 20.	Вільна поверхня.	2×45°	-	Rz40
22	Торець.	Вільна поверхня.	285 <sub>-1</sub>	-	Rz40
23-24	Плоскі поверхні кільцеподібної форми, обмежені зовнішніми циліндричними поверхнями 9, 20, 10, 19.	Основні бази. Призначені для встановлення деталі на підшипники.	179h11 <sub>(-0,25)</sub>	-	Rz40
25	Зовнішня циліндрична поверхня.	Вільна поверхня.	Ø40 <sub>-0,6</sub>	-	Rz40
26, 27	Галтелі між поверхнею 25 і торцями.	Вільні поверхні.	R1	-	Rz40
28, 29	Плоскі поверхні кільцеподібної форми, обмежені зовнішніми циліндричними поверхнями 11, 12, 25.	Вільні поверхні.	84±0,3	-	Rz40
30	Фаска між зовнішніми поверхнями 8 і 9.	Вільна поверхня.	2×45°	-	Rz40
31	Плоска поверхня кільцеподібної форми, обмежена канавкою 7 і зовнішньою циліндричною поверхнею 8.	Вільна поверхня.	38±0,3	-	Rz20

					БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			7

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6
32	Площина, дно паза.	Допоміжна база. Призначена для встановлення шпонки.	4 <sup>-0,16</sup>	-	Rz40
33	Півкругла поверхня між стінками паза.	Вільна поверхня.	R4	-	Rz40
34, 35	Площини, стінки паза.	Допоміжні бази. Призначені для встановлення шпонки.	8N9 <sub>(-0,036)</sub>	0,03 0,1	Rz40
36, 37	Канавки на зовнішніх циліндричних поверхнях.	Технологічні поверхні. Призначені для виходу інструменту при обробці поверхні 9 і 20.	3 <sup>+0,3</sup> Ø34,5 <sup>-0,4</sup>	-	Rz40

Основними і найточнішими поверхнями деталі є: поверхні 9 і 20 задані розміром  $\varnothing 35_{js6}(\pm 0,008)$ , шорсткість Ra1,6, поверхня 1 задана розміром  $\varnothing 28_{js6}(\pm 0,0065)$ , шорсткість Ra1,6, поверхня 8 задана розміром  $\varnothing 34_{h8}(-0,039)$ , шорсткість Ra1,6, поверхні 11 і 12 задані розміром  $\varnothing 66_{h8}(-0,046)$ , шорсткість Rz20.

Взаємне розташування поверхонь 9, 20 і 11, 12 задане допуском радіального биття 0,04 мм. Взаємне розташування поверхонь 8 і 9, 20 задане допуском радіального биття 0,2 мм. Взаємне розташування поверхні 1 і 34, 35 задане допуском симетричності 0,1 мм і допуском паралельності 0,03 мм. Шорсткість поверхонь 1, 9, 19 Ra1,6 необхідна для забезпечення точності встановлення вала-шестерні в редукторі.

В процесі роботи на деталь діє крутний момент, радіальна і осьова сили на зубах, тому матеріалом для даної деталі служить сталь 40X ГОСТ4543-71, яка задовільняє дані вимоги до механічних властивостей деталі. Деталь піддається об'ємному гартуванню.

Хімічний склад і механічні властивості матеріалу Сталь 40X ГОСТ4543-71 наведені в таблицях 1.2 і 1.3.

Таблиця 1.2 – Хімічний склад Сталі 40X ГОСТ4543-71, %

C	Si	Mn	Cr	S	P	Cu	Ni	As
0,42-0,5	0,17-0,37	0,5-0,8	1	0,04	0,035	0,25	0,25	0,08

Таблиця 1.3 – Механічні властивості Сталі 40X ГОСТ4543-71

σT	σB	Δs.%	Ψ.%	ан, Дж/см <sup>2</sup>	НВ (не більше)	
					гарячештампована	відпалена
786	980	10	6	6	241	179

Згідно ISO-513:2012 за оброблюваністю даний матеріал відноситься до групи P (низьколегована сталь з вмістом хрому не більше 12%, зміцнена до НВ≤400).

					БР.ПМ-18-019.00.00.000 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, 9, 20	1) Чорнове точіння; різець токарний прохідний упорний. 2) Чистове точіння; різець токарний прохідний упорний.	h14, Ra12,5  h11, Ra6,3	Токарно-гвинторізний верстат. Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон. Центр обертовий.
2, 13-16, 21	3) Чорнове шліфування; круг шліфувальний плоский прямий. 4) Чистове шліфування; круг шліфувальний плоский прямий. Точіння; різець токарний прохідний відігнутий.	h8, Ra2,5  k6, Ra1,6  it14, Rz40	Круглошліфувальний верстат. Центри. Поводковий патрон. Токарно-гвинторізний верстат. Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон. Центр обертовий.
10, 19 17-18, 25-29, 36-37	Точіння; різець токарний прохідний упорний.	h15, Rz40 h13, Rz40 h14, Rz40 H14, Rz40	Токарно-гвинторізний верстат. Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон. Центр обертовий.
3, 22	Точіння; різець токарний прохідний відігнутий.	h13, Rz40	Токарно-гвинторізний верстат. Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон.
4, 5	1) Зенкування; свердло центровочне <60°.	H12, Ra3,2 Rz40	
6	1) Свердління. свердло спіральне з циліндричним хвостовиком.	7H, Ra3,2 h14, Rz40	
7	2) Нарізання різьби. мітчик машинний для метричної різьби. Точіння; різець для зовнішніх канавок.	h13, Rz40	Токарно-гвинторізний верстат.
8, 11-12	1) Чорнове точіння. різець токарний прохідний відігнутий 2) Чистове точіння. різець токарний прохідний відігнутий 3) Однократне шліфування.	Ra12,5  Ra6,3  Rz20	Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон. Центр обертовий. Круглошліфувальний верстат. Центри.
31	1) Чорнове точіння; різець токарний прохідний упорний. 2) Чистове точіння; різець токарний прохідний упорний.	it14, Rz40  it14, Rz20	Токарно-гвинторізний верстат. Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон. Центр обертовий.

					БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Матеріал деталі – сталь 40Х ГОСТ4543-71.

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.

За здатністю обробки тиском даний матеріал належить до групи М2- вміст вуглецю 0,35...0,65% і легуючих елементів до 2%, яка серед трьох груп задовільно обробляється тиском.

Оброблюваність різанням оцінюють з допомогою коефіцієнта оброблюваності різцями відносно еталонного матеріалу (сталь45 з  $G_b=650\text{МПа}$ ; 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 [9]с.29-34  $V_{60}=103,5\text{м/хв}$ ;  $V_{e60}=115\text{м/хв}$ ;  $K_v=103,5/115=0,9$ ;

отримане значення свідчить про задовільну оброблюваність різанням сталі 40Х за рахунок більшої твердості і міцності порівняно з сталь45.

Аналіз технологічності вал-шестерні проводимо згідно методики [2].с.13:

1) На прохід можлива обробка тільки торців 3 і 22, точіння і нарізання зубів на поверхнях 11 і 12.

2) Діаметральні розміри шийок вал-шестерні зменшуються до кінця.

3) Діаметри поверхонь 11 і 12  $\varnothing 66h8$  неможливо зменшити через їх конструкторське призначення.

4) Обробка шпоночного паза 8N9 дисковою фрезою приведе до пошкодження ущільнюючої поверхні 8  $\varnothing 34h8$ , тому можливо застосовувати тільки кінцеву або шпоночку фрезу.

5) Всі канавки вал-шестерні можна обробити на токарному верстаті з ЧПК.

6) Співвідношення довжини вала до діаметра  $L/d=285/28=10,18 < 12$ , отже жорсткість вала достатня для отримання точності поверхонь 6...8 квалітету.

7) Вал-шестерня має ступінчасту форму з зростанням з країв до середини і шийкою між двома поверхнями з більшим діаметром, по одній з крайніх шийок деталь кріпиться в патроні, тому обробку з одного установа виконати неможливо.

8) принцип постійності баз можливий при обробці груп зовнішніх циліндричних і торцьових поверхонь, які обробляються з одного установа, при нарізанні зубів  $m=3$ ,  $z=20$  на поверхнях 11 і 12.

По вимогах з врахуванням можливостей обробки деталі на верстатах з ЧПК:

1) Поверхні, які утворені обертанням заготовки відносно осі, відкриті з одного боку, за винятком шийки 25, торців 28, 29 і канавок 7, 36-37.

2) В конструкції деталі відсутні виступи, які утворюються при обертанні, тому нема необхідності застосовувати спеціальний інструмент з великим вильотом.

3) Місця спряження циліндричних поверхонь з торцями мають один радіус.

4) Канавки 7, 36-37 мають однакову форму і розміри  $3^{+0,3}$  і R1, що забезпечує можливість їх формування одним різцем.

					БР.ПМ-18-019.00.00.000 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 3,46 кг;

Таблиця 1.5 – Трудомісткість операцій обробки деталі

№ операції	Назва операції			T <sub>о</sub> , хв	Φφ <sub>к</sub>	T <sub>ш-к</sub> (T <sub>шт</sub> ), хв
№№ переходів	Розрахунок основного часу	i	t <sub>о</sub> , хв			
1	2	3	4	5	6	7
005.	Фрезерно-відрізна			1,07	1,84	1,97
1	$T_{005}=0,19D^2=0,19\cdot 75^2$	1	1,07			
010.	Термічна			-	-	-
015.	Токарно-гвинторізна			0,56	2,14	1,2
1	$0,037(D^2-d^2)=0,037\cdot 75^2$	1	0,2			
2	$0,037(D^2-d^2)=0,037\cdot 75^2$	1	0,2			
3	$0,52dl=0,52\cdot 5\cdot 10$	1	0,026			
4	$0,52dl=0,52\cdot 5\cdot 10$	1	0,026			
5	$0,52dl=0,52\cdot 5\cdot 23$	1	0,058			
6	$0,4dl=0,4\cdot 6\cdot 12$	1	0,05			
020.	Токарно-гвинторізна			13,1	2,14	28,04
1	$0,17dl=0,17\cdot 75\cdot 38\cdot 5$	5	2,4			
2	$0,17dl=0,17\cdot 75\cdot 25\cdot 5$	5	1,57			
3	$0,17dl=0,17\cdot 75\cdot 21\cdot 4$	4	0,94			
4	$0,17dl=0,17\cdot 75\cdot 16\cdot 4$	4	0,7			
5	$0,17dl=0,17\cdot 75\cdot 32$	1	0,35			
6	$0,17dl=0,17\cdot 75\cdot 32$	1	0,35			
7	$0,17dl=0,17\cdot 75\cdot 84\cdot 4$	4	2,28			
8	$0,17dl=0,17\cdot 75\cdot 84\cdot 4$	4	2,28			
9	$0,037(D^2-d^2)=0,037(75^2-31^2)$	1	0,23			
10	$0,037(D^2-d^2)=0,037(75^2-38^2)$	1	0,2			
11	$0,037(D^2-d^2)=0,037(75^2-38^2)$	1	0,2			
12	$0,037(D^2-d^2)=0,037(75^2-41^2)$	1	0,17			
13	$0,037(D^2-d^2)=0,037(75^2-41^2)$	1	0,17			

Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4	5	6	7			
14	$0,1dl=0,1\cdot31\cdot38$	1	0,11						
15	$0,1dl=0,1\cdot37\cdot23$	1	0,1						
16	$0,1dl=0,1\cdot38\cdot21$	1	0,1						
17	$0,1dl=0,1\cdot69\cdot32$	1	0,22						
18	$0,1dl=0,1\cdot69\cdot32$	1	0,22						
19	$0,1dl=0,1\cdot28,5\cdot2$	1	0,005						
20	$0,1dl=0,1\cdot35,5\cdot2$	1	0,004						
21	$0,1dl=0,1\cdot66,5\cdot2\cdot3$	3	0,004						
22	$0,052(D^2-d^2)=0,052(34,5^2-28,5^2)$	1	0,009						
23	$0,052(D^2-d^2)=0,052(38^2-35,5^2)$	1	0,012						
24	$0,052(D^2-d^2)=0,052(66,5^2-38^2)\cdot3$	3	0,246						
025.	Токарно-гвинторізна						3,8	2,14	8,13
1	$0,17dl=0,17\cdot75\cdot22\cdot4$	4	1,12						
2	$0,17dl=0,17\cdot75\cdot15\cdot4$	4	0,76						
3	$0,037(D^2-d^2)=0,037(75^2-37^2)$	1	0,51						
4	$0,037(D^2-d^2)=0,037(75^2-38^2)$	1	0,49						
5	$0,1dl=0,1\cdot37\cdot22$	1	0,08						
6	$0,1dl=0,1\cdot37\cdot2$	1	0,007						
7	$0,1dl=0,1\cdot69\cdot2$	1	0,013						
8	$0,052(D^2-d^2)=0,052(38^2-35,5^2)$	1	0,42						
9	$0,052(D^2-d^2)=0,052(35,5^2-34,5^2)$	1	0,4						
030.	Вертикально-фрезерна						0,22	1,84	0,41
1	$7l=7\cdot32$	1	0,22						
035.	Зубофрезерна						9,3	1,84	17,11
1	$2,2Db=2,2\cdot66\cdot32\cdot2$	2	9,3						
040.	Круглошліфувальна			1,02	2,1	2,14			
1	$0,1dl=0,1\cdot29\cdot38$	1	0,11						
2	$0,1dl=0,1\cdot34,5\cdot25$	1	0,08						
3	$0,1dl=0,1\cdot36\cdot21$	1	0,07						
4	$0,1dl=0,1\cdot66,5\cdot32\cdot2$	2	0,43						
5	$0,1dl=0,15\cdot28,5\cdot38$	1	0,17						
6	$0,15dl=0,15\cdot35,5\cdot21$	1	0,08						
7	$0,15dl=0,15\cdot35,5\cdot21$	1	0,08						
045.	Круглошліфувальна			0,24	2,1	0,5			
1	$0,1dl=0,1\cdot36\cdot22$	1	0,123						
2	$0,15dl=0,15\cdot35,5\cdot22$	1	0,117						

$\sum T_{шт} = 59,49$  хв;

					БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			12

Штучний час:

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

де:  $T_o$  – основний технологічний час, хв.;

$\varphi_k$  – коефіцієнт, який залежить від типу виробництва і виду верстата.

Основні технологічні часи  $T_o$  і  $\varphi_k$  для всіх операцій визначаємо 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.;

$\varphi_k$  – коефіцієнт, який залежить від типу виробництва і виду верстата.

Основні технологічні часи  $T_o$  і  $\varphi_k$  для всіх операцій згідно [2] с.146 додаток 1.

### 1.3.2. Розрахунок програми випуску і партії деталей:

Число операцій обробки:  $n=12$ ;

Сумарний штучний час:

$$\sum T_{шт.} = 59,49 \text{ хв};$$

Середній штучний час:

$$T_{шт.сер.} = \sum T_{шт.} / n = 59,49 / 12 = 6,61 \text{ хв}; \quad (5)$$

Такт випуску деталей:

$$t_b = K_3 \cdot T_{шт.сер.} = 15 \cdot 6,61 = 99,15 \text{ хв}; \quad (6)$$

Річна програма випуску деталей:

– розрахункова:

$$N = F_d \cdot 60 / t_b = 4029 \cdot 60 / 99,15 = 2436,16 \text{ шт}; \quad (7)$$

– прийнята  $N=2436$  шт;

Розрахункова кількість деталей в партії:

$$n_d = N \cdot a / F = 2436 \cdot 12 / 253 = 116,16 \text{ шт}; \quad (8)$$

Розрахункове число змін на обробку партії деталей:

$$C = T_{шт.сер.} \cdot n_d / 480 \cdot 0,8 = 6,61 \cdot 116 / 480 \cdot 0,8 = 1,98; \quad (9)$$

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

Прийнятий обсяг партії деталей:

$$n_{пр.} = C_{пр.} \cdot 480 \cdot 0,8 / T_{шт.сер.} = 2 \cdot 480 \cdot 0,8 / 6,61 = 116 \text{ шт}; \quad (10)$$

					БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

#### 1.4. Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі.

На базовому підприємстві ПАТ “Автолившаш” вал-шестерня РЦ 001.07.05 виготовляється в умовах дрібносерійного виробництва.

Інформацію про базовий технологічний процес та його аналіз заносимо в таблицю 1.6.

Таблиця 1.6 – Опис базового технологічного процесу виготовлення вал-шестерні РЦ 001.07.05

№ операції	Назва операції		Верстат (потужність); пристрій, оснастка
	№№ переходів	Основні технологічні переходи; інструменти	
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 Ø75 мм в розмір L=291 мм; пила кругла.	3; 22	
010	Термічна.		
015	Токарно-гвинторізна.		Токарно-гвинторізний верстат 1М63 (N=15 КВт); Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон Ø315 мм.
1	Підрізати торці; різець токарний прохідний відігнутий.	3; 22	
2	Обробити центрові отвори Ø10 мм; Свердло центровочне <60°.		
020	Токарно-гвинторізна.		Токарно-гвинторізний верстат 16К20 (N=10 КВт); Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон Ø250 мм. Центр обертовий.
1	Точити поверхні начорно; різець токарний прохідний упорний.	1; 7; 9; 10; 25-29; 31; 36; 37	
2	Точити поверхню; різець токарний прохідний відігнутий.	2; 3; 8; 11; 13-15; 30	
3	Точити поверхні начорно; різець токарний прохідний упорний.	1; 9; 31	
4	Точити поверхню; різець токарний прохідний відігнутий.	2; 3; 8; 11; 30	

					БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			14

продовження таблиці 1.6

1	2	3	4
025	Токарно-гвинторізна.		Токарно-гвинторізний верстат 16К20 (N=10 кВт); Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон Ø250 мм. Центр обертовий.
1	Точити поверхні начорно; різець токарний прохідний відігнутий.	12; 16; 17; 21; 22	
2	Точити поверхні начорно; різець токарний прохідний упорний.	19; 20; 23	
3	Точити поверхні начорно; різець токарний прохідний відігнутий.	12	
4	Точити поверхні начорно; різець токарний прохідний упорний.	20; 23	
030	Вертикально-фрезерна.		Вертикально-фрезерний верстат 6Р12 (N=10 кВт); Призми і прихвати з гвинтовим затиском.
1	Фрезерувати паз 8N9; фреза шпоночна Ø8мм з швидкорізальної сталі.	32-35	
035	Зубофрезерна.		Зубофрезерний верстат 53А50 (N=4,2 кВт); Пристрій в комплекті верстата.
1	Фрезерувати зуби m=3 z=20 прямозубої циліндричної передачі; Фреза черв'ячна.	11; 12	
040	Круглошліфувальна.		Круглошліфувальний верстат 3М151 (N=10 кВт); Центри верстата.
1	Шліфувати поверхню; круг шліфувальний плоский прямий.	8; 11-12	
2	Шліфувати поверхню начорно; круг шліфувальний плоский прямий.	1; 9	
3	Шліфувати поверхню начисто; круг шліфувальний плоский прямий.	1; 9	
045	Круглошліфувальна.		Круглошліфувальний верстат 3М151 (N=10 кВт); Центри верстата.
1	Шліфувати поверхню начорно; круг шліфувальний плоский прямий.	20	
2	Шліфувати поверхню начисто; круг шліфувальний плоский прямий.	20	
050	Слюсарна.		Стіл слюсарний.
055	Контрольна.		Стіл контрольний.

						БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			15

## 2. Проектування технології виготовлення деталі.

### 2.1. Вибір заготовки.

Розрахунок маси заготовки і визначення коефіцієнта використання матеріалу.

Початкові дані:

- маса деталі  $m_d=3,46$  кг;
- тип виробництва-середньосерійний;
- матеріал деталі-Сталь 40Х ГОСТ 4543-71;
- $\rho=7815$  кг/м<sup>3</sup>.

Для вибору методу отримання заготовки в проектному технологічному процесі проводим порівняння базового і альтернативного варіанта.

Базова заготовка – гарячекатаний прокат круглого профілю.

Згідно базових даних розміри заготовки  $\varnothing 75$ мм,  $L=290$ мм.

Об'єм заготовки:

$$V=\pi \cdot D^2/4 \cdot L=3,14 \cdot 75^2/4 \cdot 290=1280531 \text{ мм}^3; \quad (11)$$

Де  $D$  – діаметр заготовки, мм;

$L$  – довжина заготовки, мм;

$$\text{Маса заготовки: } m=V \cdot \rho=1280531 \cdot 10^{-9} \cdot 7815=10,01 \text{ кг}; \quad (12)$$

Коефіцієнт використання матеріалу  $K_{вм}=M_d/M_z=3,46/10,01=0,345$ ;

Вартість заготовки з прокату згідно [2.с.30]

$$S_{заг}=M+\Sigma C_{о.з}. \quad (13)$$

Де  $M$  – витрати на матеріал заготовки;

$\Sigma C_{о.з}$ . – технологічна собівартість операцій правки, калібрування і розрізання прутків на штучні заготовки;

$$\text{Згідно [2.с.30]: } C_{о.з.}=C_{п.з.} \cdot T_{шт}/60 \quad (14)$$

Де  $C_{п.з.}$  - приведені витрати на робочому місці, грн./год;

$T_{шт}$ . – штучний час виконання операції;

Згідно даних відділу праці і зарплати ПАТ “Автолившмаш” затрати на годину роботи на робочому місці становить:

різання заготовок на відрізних верстатах дисковими пилами  $C_{п.з.}=16,5$  грн/год;

Штучний час для відрізання круга  $\varnothing 75$ мм довжиною  $L=290$ мм на верстаті

8Г662 при подачі 25 мм/хв. становить:  $T_{шт}=1,5 \cdot T_{о}=1,5 \cdot (75+8)/25=5$ хв;

$C_{о.з.}=16,5 \cdot 5/60=1,38$  грн.;

Витрати на матеріал згідно [2.с.30]:

$$M=Q \cdot S-(Q-q) \cdot S_{відх}/1000 \quad (15)$$

Де  $Q$ - маса заготовки;  $q$ - маса деталі;  $S$ - ціна 1 кг матеріалу заготовки;

$S_{відх}$  – ціна 1 т відходів;

Згідно базових даних для круглого прокату  $\varnothing 75$ мм з Сталі 40Х ГОСТ 4543-71

$S=14$  грн.;  $S_{відх}=1100$  грн./т;

$M=10,01 \cdot 14-(10,01-3,46) \cdot 1100/1000=132,94$  грн.;

$S_{заг}=132,94+1,38=134,32$  грн.;

Альтернативним методом отримання заготовки для даної деталі є заготовка, отримана гарячим об'ємним штампуванням на кривошипному гаряче штампувальному пресі.

Група сталі згідно [8.с.243.] – М1-містить до 0,45% вуглецю.

					БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Степінь складності штамповки:  $C=C_{п}/C_{ф}$

Де  $C_{п}$ -маса(об'єм) заготовки;

$C_{ф}$ -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:

$$C_{п}=V_1+V_2+V_3+V_4+V_5+V_6+V_7+V_8+V_9 \quad (16)$$

$$V_1=\pi \cdot d^2 \cdot L/4=3,14 \cdot 35^2 \cdot 22/4=21155,75\text{мм}^3;$$

$$V_2=\pi \cdot d^2 \cdot L/4=3,14 \cdot 38^2 \cdot 15/4=17003,1\text{мм}^3;$$

$$V_3=\pi \cdot d^2 \cdot L/4=3,14 \cdot 66^2 \cdot 32/4=109422,72\text{мм}^3;$$

$$V_4=\pi \cdot d^2 \cdot L/4=3,14 \cdot 41^2 \cdot 84/4=110845,14\text{мм}^3;$$

$$V_5=\pi \cdot d^2 \cdot L/4=3,14 \cdot 66^2 \cdot 32/4=109422,72\text{мм}^3;$$

$$V_6=\pi \cdot d^2 \cdot L/4=3,14 \cdot 38^2 \cdot 16/4=18136,64\text{мм}^3;$$

$$V_7=\pi \cdot d^2 \cdot L/4=3,14 \cdot 35^2 \cdot 21/4=20194,12\text{мм}^3;$$

$$V_8=\pi \cdot d^2 \cdot L/4=3,14 \cdot 34^2 \cdot 25/4=22685,5\text{мм}^3;$$

$$V_9=\pi \cdot d^2 \cdot L/4=3,14 \cdot 28^2 \cdot 38/4=23386,72\text{мм}^3;$$

$$C_{п}=21155,75+17003,1+109422,72+110845,14+109422,72+18136,64+20194,12+22685,5+23386,72=452252,41\text{мм}^3;$$

$$C_{ф}=3,14 \cdot 66^2 \cdot 285=974546,1\text{мм}^3;$$

$$C=452252,41/974546,1=0,464;$$

Приблизна маса заготовки:

$$Mз=C_{ф} \cdot \rho, \quad (17)$$

Де  $\rho$  – густина матеріалу заготовки,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$$Mз=974546,1 \cdot 10^{-9} \cdot 7815=7,62\text{кг};$$

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 ГОСТ7505-89,Табл.3, назначаем припуски на поверхні деталі:

поверхня 1:  $t=2\text{мм}$ ; поверхня 8:  $t=1,8\text{мм}$ ; поверхні 9-20:  $t=2\text{мм}$ ; поверхні 10, 19:

$t=1,8\text{мм}$ ; поверхні 11, 12:  $t=2,3\text{мм}$ ; поверхня 25:  $t=1,8\text{мм}$ ; поверхні 3, 22:

$t=2,5\text{мм}$ ; поверхня 31:  $t=1,7\text{мм}$ ; поверхня 30:  $t=1,7\text{мм}$ ; поверхні 23, 24:  $t=2,3\text{мм}$ ;

поверхні 17, 18, 28, 29:  $t=1,8\text{мм}$ .

При гарячій об'ємній штамповці заготовка піддається нагріву, тому з врахуванням окалини 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 ГОСТ7505-89,Табл.8, внаслідок чого отримуем розміри

заготовки:  $\text{Ø}33,6^{+1,4}_{-0,8}$ ;  $\text{Ø}39,4^{+1,4}_{-0,8}$ ;  $\text{Ø}40,6^{+1,6}_{-0,9}$ ;  $\text{Ø}40,6^{+1,6}_{-0,9}$ ;  $\text{Ø}43,2^{+1,6}_{-0,9}$ ;  $\text{Ø}43,2^{+1,6}_{-0,9}$ ;  $\text{Ø}72,2^{+1,8}_{-1}$ ;

$\text{Ø}72,2^{+1,8}_{-1}$ ;  $\text{Ø}45,2^{+1,6}_{-0,9}$ ;  $291,6^{+2,4}_{-1,2}$ ;  $38,8^{+0,8}_{-1,4}$ ;  $25^{+0,8}_{-1,4}$ ;  $84,2^{+1}_{-1,8}$ ;  $16,5^{+0,8}_{-1,4}$ ;  $37,4^{+1,4}_{-0,8}$ ;  $78,8^{+1}_{-1,8}$ ;

$37,4^{+1,4}_{-0,8}$ ;  $185,2^{+2}_{-1,1}$ .

Штамповочні наклони згідно [4.с.148]:  $3^\circ$ .

Радіуси заокруглень згідно [4.с.145]: зовнішні  $2\text{мм}$ ; внутрішні  $5\text{мм}$ ;

Об'єм заготовки:

					БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

$$V_1+V_2+V_3+V_4+V_5 +V_6+V_7+V_8+V_9 \quad (18)$$

$$V_1=\pi \cdot d^2 \cdot L/4=3,14 \cdot 40,6^2 \cdot 22,5/4=29114\text{мм}^3;$$

$$V_2=\pi \cdot d^2 \cdot L/4=3,14 \cdot 43,2^2 \cdot 15,5/4=22707\text{мм}^3;$$

$$V_3=\pi \cdot d^2 \cdot L/4=3,14 \cdot 72,2^2 \cdot 37,4/4=153043,8\text{мм}^3;$$

$$V_4=\pi \cdot d^2 \cdot L/4=3,14 \cdot 45,2^2 \cdot 78,8/4=129378,4\text{мм}^3;$$

$$V_5=\pi \cdot d^2 \cdot L/4=3,14 \cdot 66^2 \cdot 32/4=153043,8\text{мм}^3;$$

$$V_6=\pi \cdot d^2 \cdot L/4=3,14 \cdot 43,2^2 \cdot 16,5/4=24172,5\text{мм}^3;$$

$$V_7=\pi \cdot d^2 \cdot L/4=3,14 \cdot 40,6^2 \cdot 21/4=27173,2\text{мм}^3;$$

$$V_8=\pi \cdot d^2 \cdot L/4=3,14 \cdot 39,4^2 \cdot 25/4=30465\text{мм}^3;$$

$$V_9=\pi \cdot d^2 \cdot L/4=3,14 \cdot 28^2 \cdot 38/4=23386,7\text{мм}^3;$$

$$V=29114+22707+153043,8+129378,4+153043,8+24172,5+27173,2+30465+23386,7=837043,2\text{мм}^3;$$

Маса заготовки:  $m_z=837043,2 \cdot 10^{-9} \cdot 7815=6,54\text{кг};$

Коефіцієнт використання матеріалу  $K_{\text{вм}}=3,46/6,54=0,529;$

Вартість штапованої заготовки згідно [2.с.31]:

$$S_{\text{заг}}=(C/1000 \cdot Q \cdot K_{\text{т}} \cdot K_{\text{с}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{м}} \cdot K_{\text{п}})-(Q-q) \cdot S_{\text{відх}}/1000$$

Де С-базова вартість однієї тони заготовок;

$K_{\text{т}}, K_{\text{с}}, K_{\text{в}}, K_{\text{м}}, K_{\text{п}}$ -коефіцієнти, які залежать від класу точності, групи складності, маси, марки матеріалу і об'єму виробництва заготовок; згідно базових даних  $C=17800\text{грн};$

Згідно [2.с.37-38]:  $K_{\text{т}}=1; K_{\text{м}}=1; K_{\text{с}}=0,84; K_{\text{в}}=1,85; K_{\text{п}}=1;$

$$S_{\text{заг}}=(17800/1000 \cdot 6,54 \cdot 1 \cdot 0,84 \cdot 1,85 \cdot 1 \cdot 1)-(6,54-3,46) \cdot 1800/1000=175,36\text{грн};$$

Основні техніко-економічні показники варіантів отримання заготовки заносимо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 - Техніко-економічні показники методів отримання заготовки для деталі вал-шестерня РЦ 001.07.05

Основні техніко-економічні показники	Варіанти отримання заготовки	
	Прокат круглого профілю	Штапована на кривошипному гаряче штапувальному пресі
Маса заготовки, кг	10,01	6,54
Коефіцієнт використання металу	0,345	0,529
Собівартість заготовки для однієї деталі, грн	134,32	175,36

При порівнянні техніко-економічних показників визначено, що використання заготовки з гарячекатаного прокату круглого профілю призводить до великих розходів матеріалу і низького коефіцієнта використання матеріалу.

В середньо серійному виробництві більш доцільно використовувати штаповану заготовку, форма якої більш наближена до форми готової деталі. Використання такої заготовки зменшує час і затрати на механічну обробку заготовки, тому для проектного маршруту виготовлення деталі приймаємо заготовку отриману гарячою об'ємною штаповкою на кривошипному гарячештапувальному пресі.

									Арк.
									18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ				

## 2.2. Вибір маршруту і операцій обробки деталі.

На базовому підприємстві ПАТ “Автолившаш” вал-шестерня РЦ 001.07.05 виготовляється в умовах дрібносерійного виробництва.

Таблиця 2.2 – Опис проектної технології обробки вал-шестерні РЦ 001.07.05.

№ 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	Термічна.		
015	Токарна з ЧПК.		Рис. 1
	Токарно-гвинторізний верстат з ЧПК мод. 16K20Ф3С18 (N=10 кВт); Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон Ø250 мм; центр обертовий.		
1	Точити поверхні начорно; різець токарний прохідний упорний.	12; 17; 19; 20; 23	
2	Точити поверхні начорно; різець токарний прохідний відігнутий.	22	
3	Центрувати отвір А6 на торці; свердло центровочне <60°.		
020	Токарна з ЧПК.		Рис. 2
	Токарно-гвинторізний верстат з ЧПК мод. 16K20Ф3С18 (N=10 кВт); Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон Ø250 мм; центр обертовий.		
1	Точити поверхні начорно; різець токарний прохідний упорний.	1; 8-10; 18; 24; 25-29; 31	
2	Точити поверхні начорно; різець токарний прохідний відігнутий.	3; 11	
3	Центрувати отвір А6 на торці; свердло центровочне <60°.	4	
4	Свердлити отвір; свердло спіральне з циліндричним хвостовиком.	6	
5	Нарізати різьбу М6; Мітчик машинний для метричної різьби.	6	

					БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			19

продовження таблиці 2.2

1	2	3	4
025	Токарна з ЧПК.		Рис. 3
	Токарно-гвинторізний верстат з ЧПК мод. 16К20Ф3С18 (N=10 кВт); Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон Ø250 мм; центр обертовий.		
1	Точити поверхні начисто; різець токарний прохідний упорний.	20; 23; 36	Рис. 4
2	Точити поверхні начисто; різець токарний прохідний відігнутий.	21	
030	Токарна з ЧПК.		Рис. 4
	Токарно-гвинторізний верстат з ЧПК мод. 16К20Ф3С18 (N=10 кВт); Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон Ø250 мм; центр обертовий.		
1	Точити поверхні начисто; різець токарний прохідний упорний.	1; 7-9; 24; 30; 31; 37	Рис. 5
2	Точити поверхні начисто; різець токарний прохідний відігнутий.	2; 11; 13-16	
035	Вертикально-фрезерна.		Рис. 5
	Вертикально-фрезерний верстат мод. 6P12 (N=7,5 кВт); Пристрій фрезерний.		
1	Фрезерувати паз 8N9; фреза шпоночка з циліндричним хвостовиком.	32-35	Рис. 6
040	Зубофрезерна.		
	Зубофрезерний верстат 53A50 (N=1,4 кВт); Призми і прихвати з гвинтовим затиском.		
1	Фрезерувати зуби m=3; z=20 прямозубої циліндричної передачі; фреза черв'ячна.	11-12	Рис. 7
045	Круглошліфувальна.		
	Круглошліфу-вальний верстат 3M151 (N=10 кВт); центри верстата. Поводок.		
1	Шліфувати поверхню начорно; круг шліфувальний плоский прямий.	1	

продовження таблиці 2.2

1	2	3	4
050	Круглошліфувальна.		Рис. 8
	Круглошліфу-вальний верстат 3М151 (N=10 кВт); центри верстата. Поводок.		
1	Шліфувати поверхню; круг шліфувальний плоский прямий.	8; 11; 12	
2	Шліфувати поверхню начорно; круг шліфувальний плоский прямий.	9; 20	
055	Круглошліфувальна.		Рис. 9
	Круглошліфу-вальний верстат 3М151 (N=10 кВт); центри верстата. Поводок.		
1	Шліфувати поверхню начисто; круг шліфувальний плоский прямий.	1	
060	Круглошліфувальна.		Рис. 10
	Круглошліфу-вальний верстат 3М151 (N=10 кВт); центри верстата. Поводок.		
1	Шліфувати поверхню начисто; круг шліфувальний плоский прямий.	9; 20	
065	Слюсарна.		
	Стіл слюсарний.		
070	Контрольна.		
	Стіл контрольний слюсарний.		

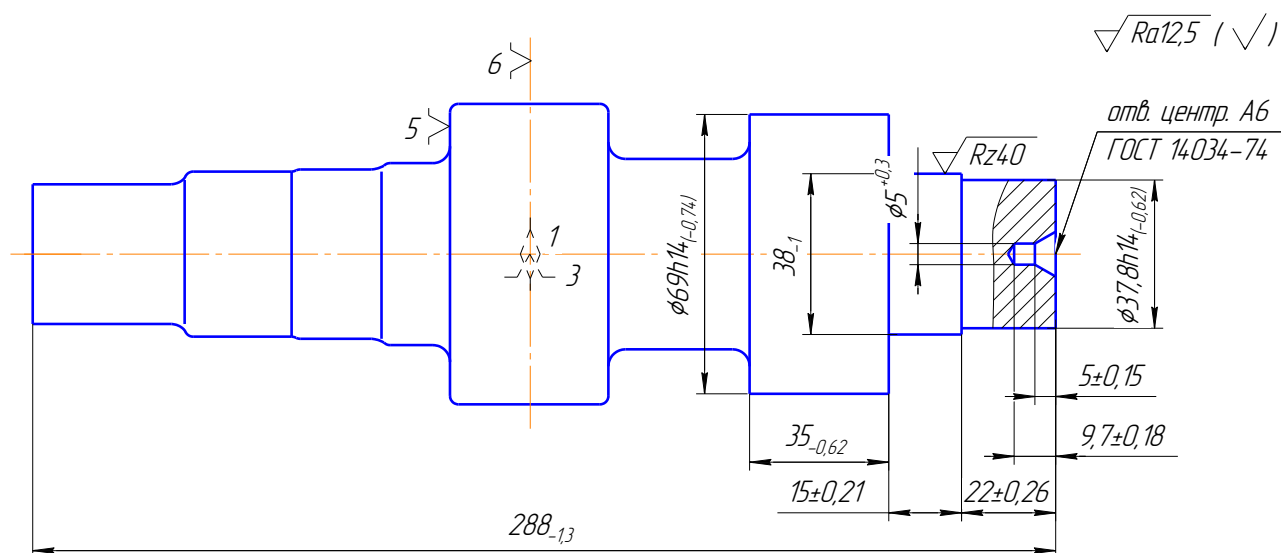


Рис.1 – Ескіз обробки деталі на операції 015

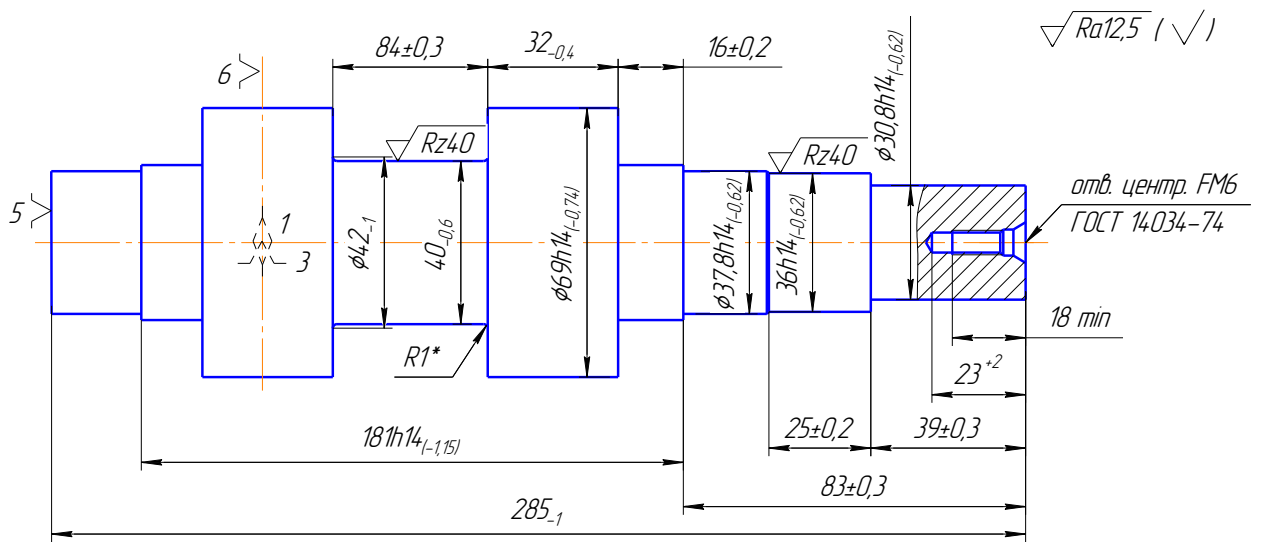


Рис.2 – Ескіз обробки деталі на операції 020

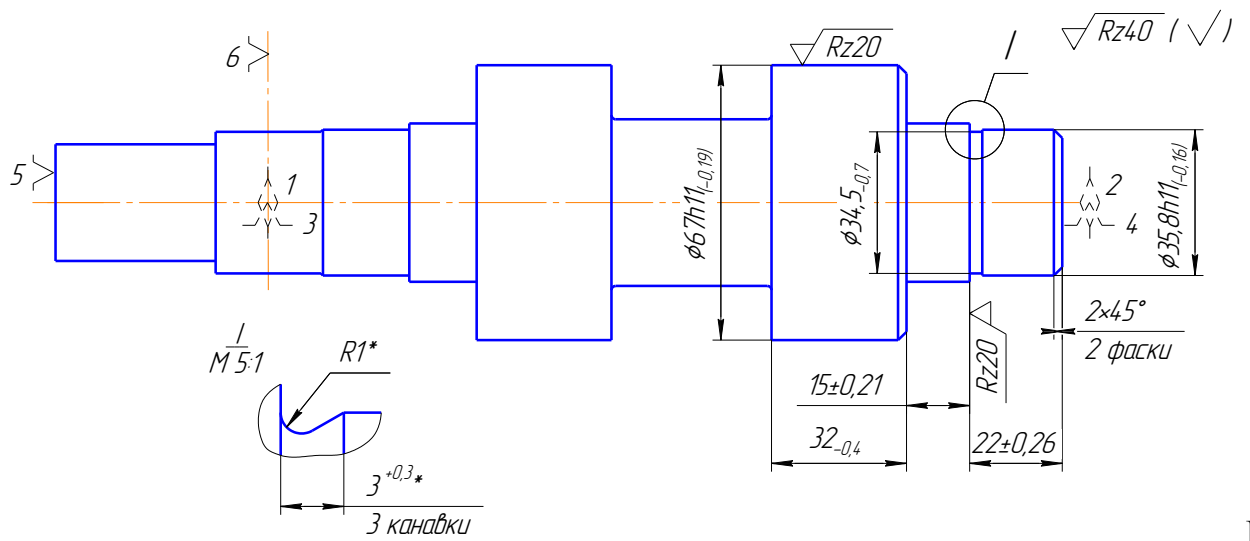


рис.3 – Ескіз обробки деталі на операції 025

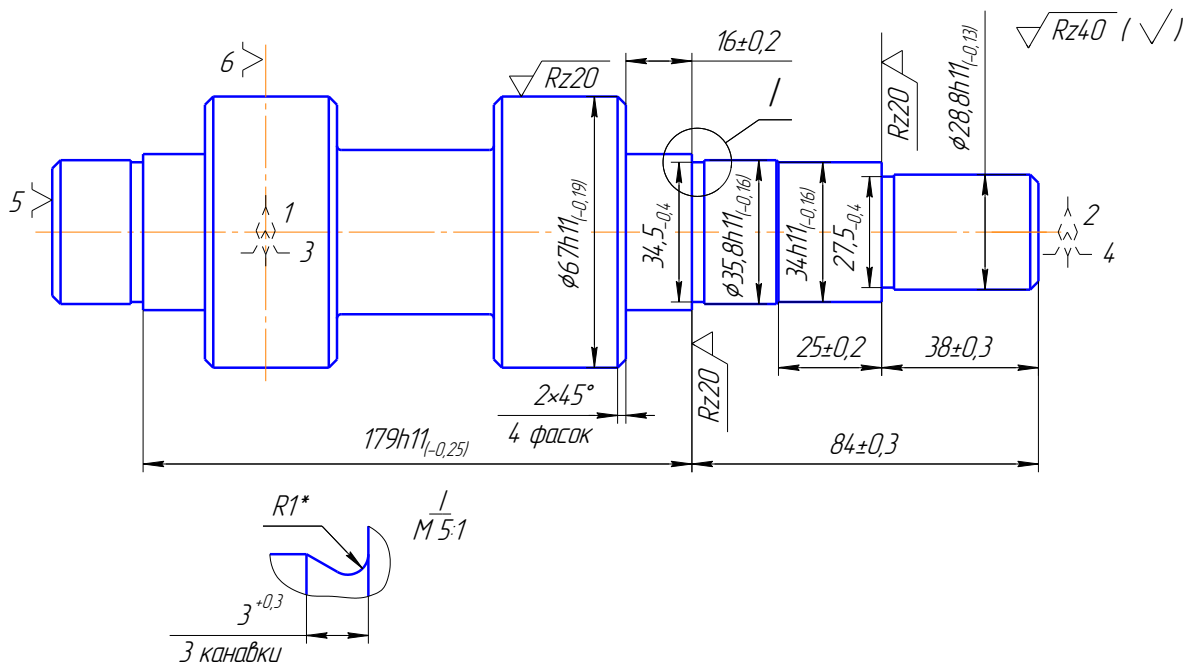


Рис.4 – Ескіз обробки деталі на операції 030

					БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			22

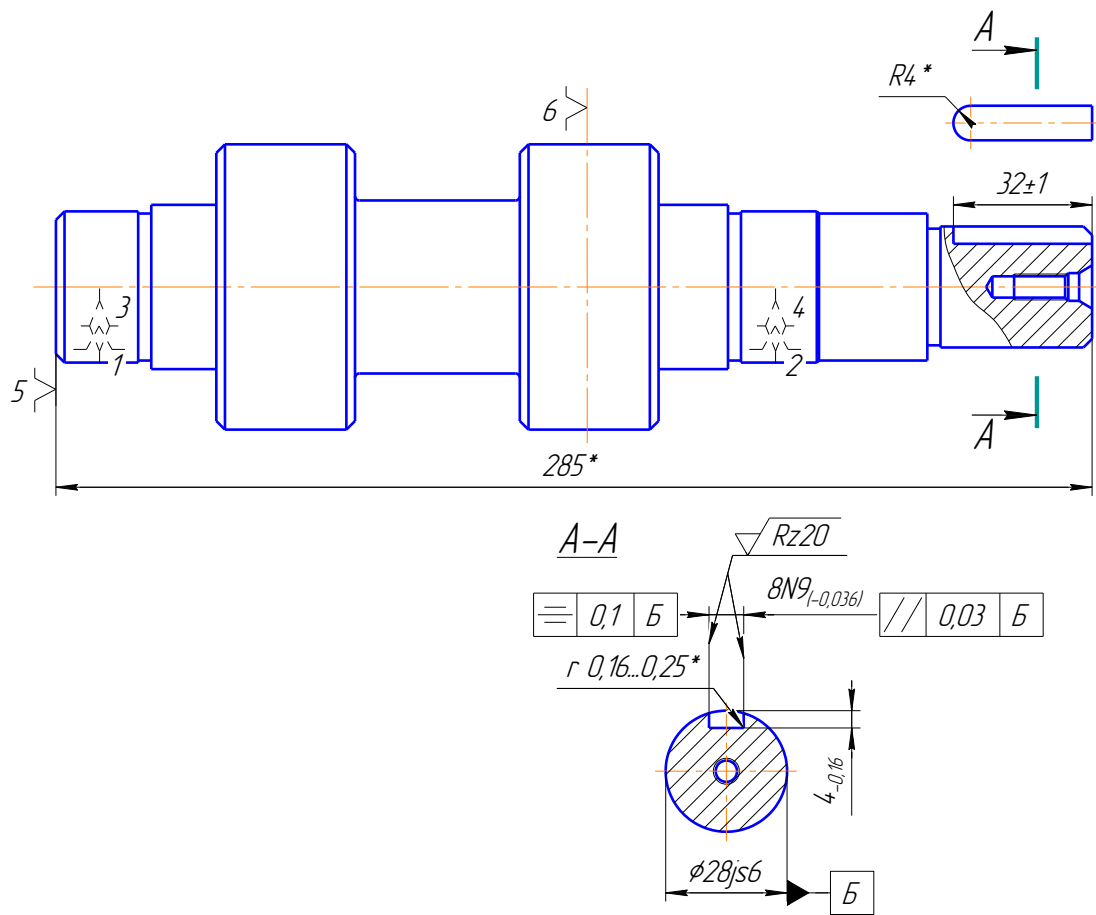


Рис.5 – Ескіз обробки деталі на операції 035

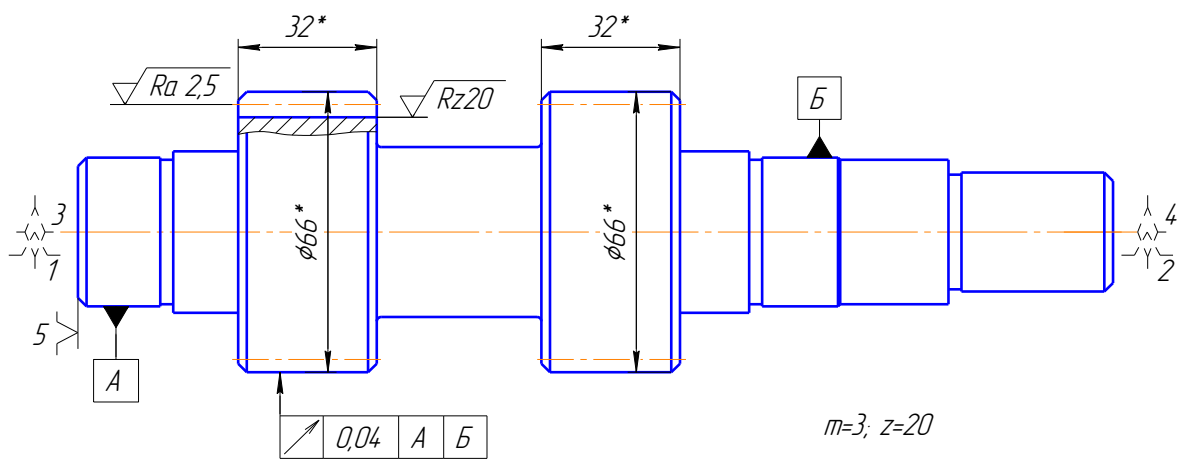


Рис.6 – Ескіз обробки деталі на операції 040

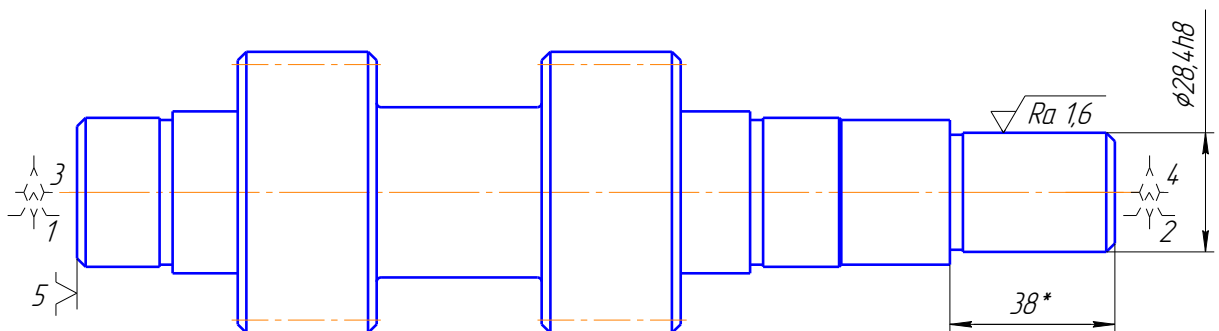


Рис.7 – Ескіз обробки деталі на операції 045

					БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

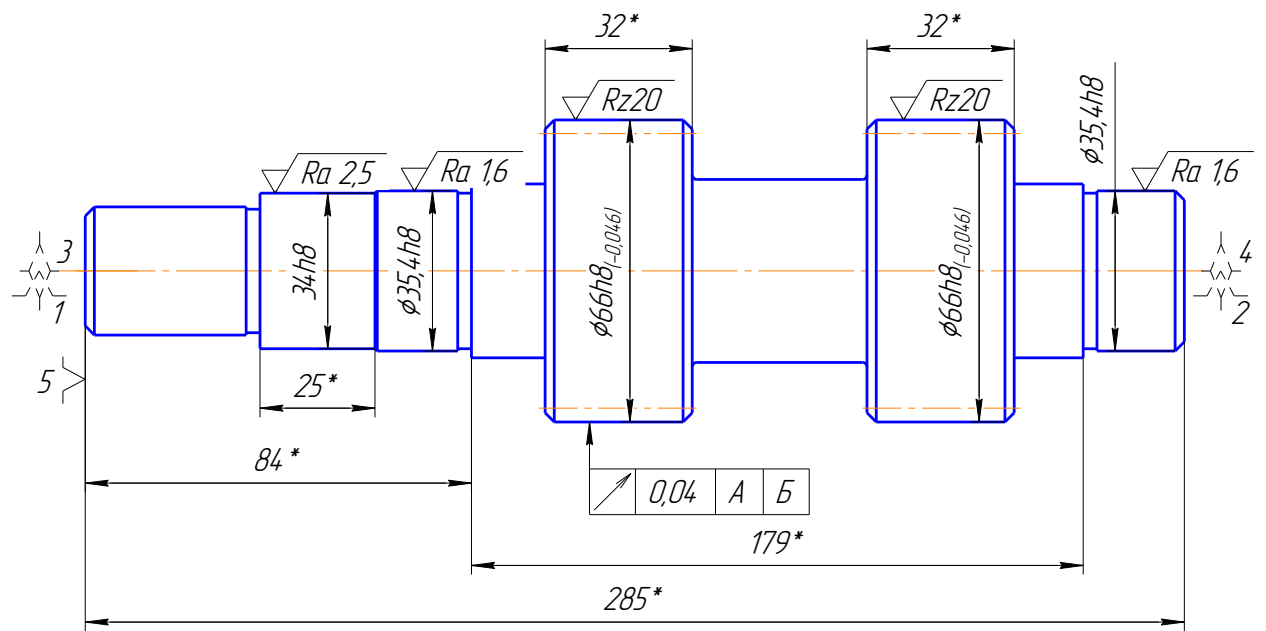


Рис.8 – Ескіз обробки деталі на операції 050

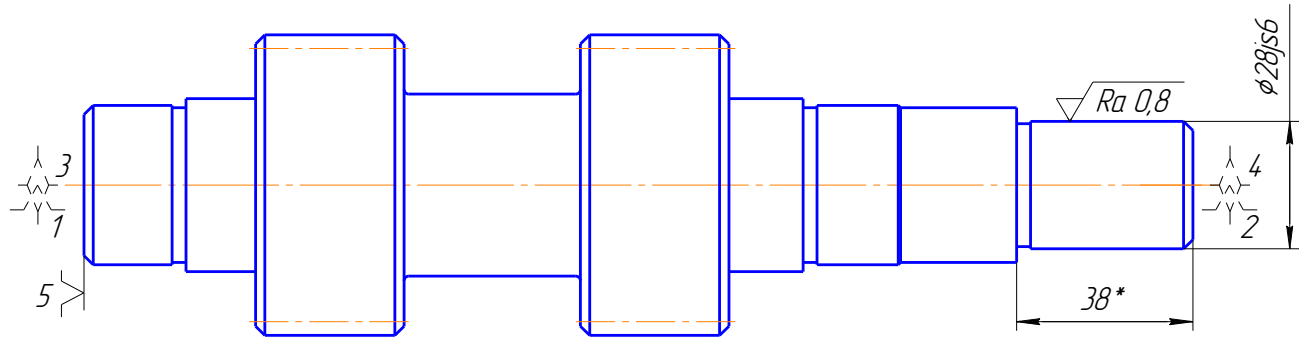


Рис.9 – Ескіз обробки деталі на операції 050

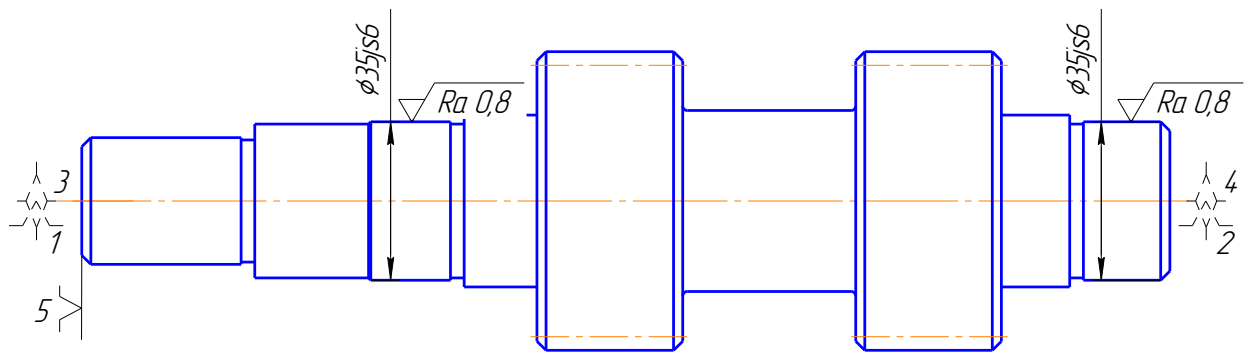


Рис.10 – Ескіз обробки деталі на операції 050

					БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			24

### 2.3. Вибір засобів технологічного оснащення.

Таблиця 2.3 – Опис різальних інструментів виготовлення вал-шестерні  
РЦ 001.07.05

№ операції	Назва операції	
№ переходу	Зміст переходу	Різальний інструмент
1	2	3
005.	Заготівельна	
010.	Термічна	
015.	Токарна з ЧПК.	
1.	Точити поверхні 12; 17; 19; 20; 23 начорно.	Різець токарний для контурного точіння, оснащений пластиною з твердого сплаву Т5К10; $\varphi=93^\circ$ ; $\varphi_1=45^\circ$ ; $\alpha=15^\circ$ ; $b \times h=25 \times 25$ мм; $r=1$ мм; $L=150$ мм: Різець 2103-0704 Т5К10 ГОСТ 20871-80.
2	Точити поверхні 22 начорно.	Різець токарний для контурного точіння, оснащений пластиною з твердого сплаву Т5К10; $\varphi=45^\circ$ ; $\varphi_1=45^\circ$ ; $\alpha=15^\circ$ ; $b \times h=25 \times 25$ мм; $r=1$ мм; $L=150$ мм: Різець 2101-0711 Т5К10 ГОСТ 20872-80.
3	Центрувати отвір А6 на торці.	Свердло центровочне $<60^\circ$ ; $d=5$ мм; $D=12,5$ мм; $L=63$ мм: Свердло 2317-0004 ГОСТ 14952-68.
020.	Токарна з ЧПК.	
1.	Точити поверхні 1; 8-10; 18; 24; 25-29; 31 начорно.	Різець токарний для контурного точіння, оснащений пластиною з твердого сплаву Т5К10; $\varphi=93^\circ$ ; $\varphi_1=45^\circ$ ; $\alpha=15^\circ$ ; $b \times h=25 \times 25$ мм; $r=1$ мм; $L=150$ мм: Різець 2103-0704 Т5К10 ГОСТ 20871-80.
2.	Точити поверхні 3; 11 начорно.	Різець токарний для контурного точіння, оснащений пластиною з твердого сплаву Т5К10; $\varphi=45^\circ$ ; $\varphi_1=45^\circ$ ; $\alpha=15^\circ$ ; $b \times h=25 \times 25$ мм; $r=1$ мм; $L=150$ мм: Різець 2101-0711 Т5К10 ГОСТ 20872-80.
3.	Центрувати отвір А6 на торці.	Свердло центровочне $<60^\circ$ ; $d=5$ мм; $D=12,5$ мм; $L=63$ мм: Свердло 2317-0004 ГОСТ 14952-68.
4.	Свердлити отвір 6.	Свердло спіральне з циліндричним хвостовиком з швидкорізальної сталі Р6М5; $d=5$ мм; $l=52$ мм; $L=85$ : Свердло 2300-0303 Р6М5 ГОСТ 10902-73.
5.	Нарізати різьбу М6 в отворі 6.	Мітчик машинний для метричної різьби М6: Мітчик 2620-1154 Р6М5 ГОСТ 3266-71.

					БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			25



## Продовження таблиці 2.3

1	2	3
050.	Круглошліфувальна.	
1	Шліфувати поверхні 8;11; 12.	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 25А С-63-5К ГОСТ 4785-81.
2	Шліфувати поверхні 9; 20 начорно.	
055.	Круглошліфувальна.	
1	Шліфувати поверхню 1 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 25А С-40-5К ГОСТ 4785-81.
060.	Круглошліфувальна.	
1	Шліфувати поверхні 9; 20 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 25А С-40-5К ГОСТ 4785-81.

					БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27



## 2.4. Визначення міжопераційних припусків і розмірів обробки.

Розраховуємо припуски на механічну обробку аналітичним методом на поверхні 1 –  $\text{Ø}28\text{js}6(\pm 0,0065)$ .

Початкові дані:

Заготовка – шмаповка на кривошипному гаряче штампувальному пресі.

Маса деталі – 3,46кг;

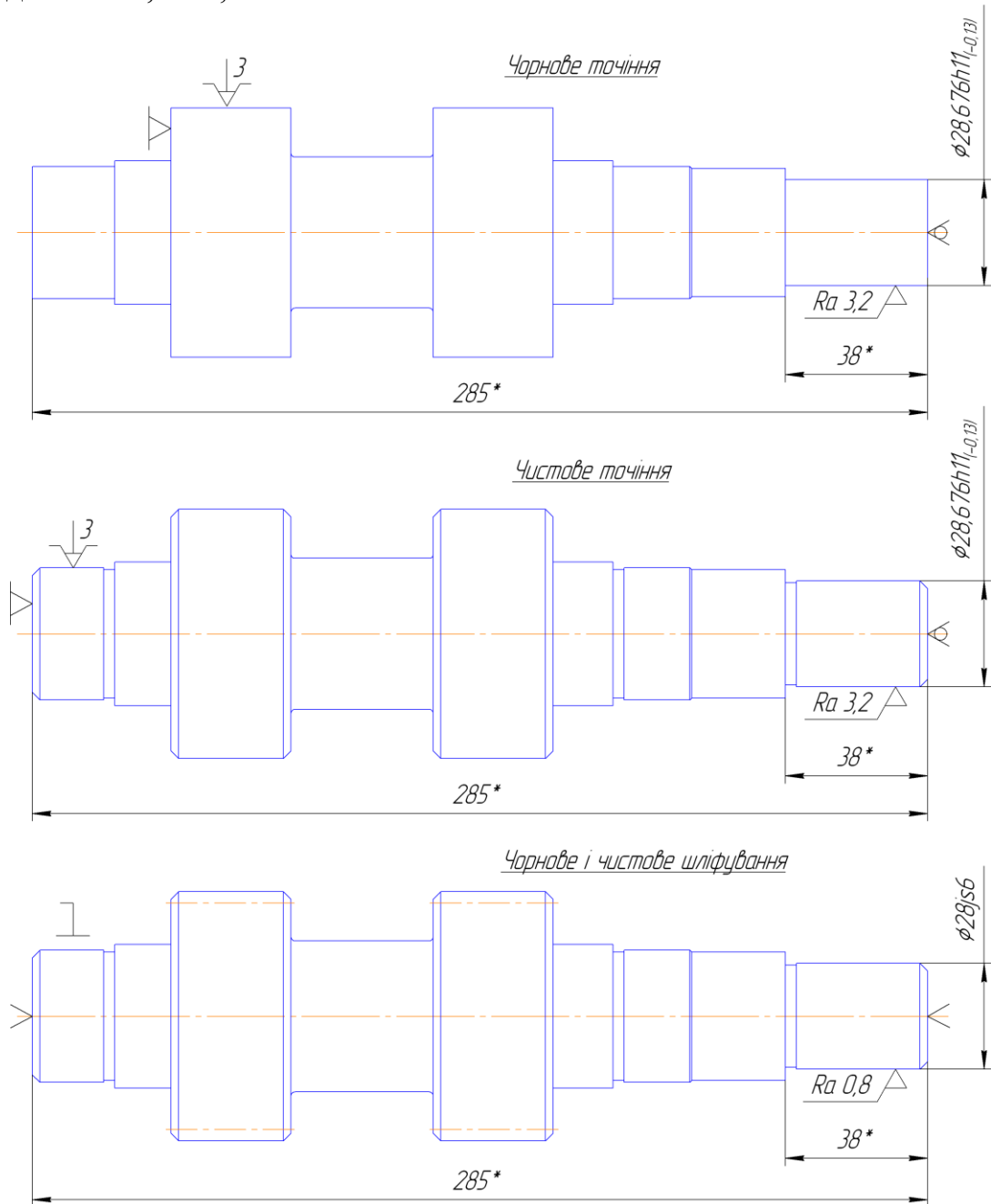


Рис.11 – Ескіз на обробку поверхні 1  $\text{Ø}28\text{js}6(\pm 0,0065)$  вал-шестерні

2)Послідовність обробки:

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

					БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

При чорновому точінні деталь встановлюється в трикулачковий патрон по поверхні 12 і поверхні 17.

При чистовому точінні деталь встановлюється в трикулачковий патрон по поверхні 12 і поверхні 17, по центровому отворі на торці 3 підтискається заднім центром.

При шліфуванні деталь встановлюється в центрах.

3) Мінімальні значення припусків для зовнішньої циліндричної поверхні:

$$2z_{\min} = 2(R_{Z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{Y_i}^2}) \quad (19)$$

де R-висота нерівностей, мкм;

t-глибина дефектного шару, мкм;

p-просторові відхилення, мкм;

ε-похибка установки заготовки, мкм;

Для штампованих заготовок при масі 6,54кг (2,5...25 кг) згідно

[2] с.63. табл.4.3 сумарне значення: Rz=150мкм; T=250мкм;

Після чорнового точіння Rz=50мкм; T=50мкм;

Після чистового точіння Rz=30мкм; T=30мкм;

Після чорнового шліфування Rz=10мкм; T=20мкм;

Після чистового шліфування Rz=5мкм; T=15мкм; [2] с.64. табл.4.5;

Сумарне значення просторових відхилень для даної схеми базування згідно [2]с.67.табл.4.7:

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

$\rho_{zm}=0,9\text{мм}$  [7].с.184 табл.12;

$\rho_{кор}=\Delta_k \cdot l$ ;

$\Delta_k=0,5$  мкм; [2]с.71.табл.4.8;

$\rho_{кор}=0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 285=0,1425\text{мм}$ ;

$$\rho_{ц} = 0,25 \cdot \sqrt{T^2 + 1^2}; \quad (21)$$

де T – допуск на діаметр поверхні, при якій базується заготовка при зацентровці, мм;

Для  $\text{Ø}69\text{h}14_{(-0,74)}$  T=0,74мм;

$$\rho_z = \sqrt{0,9^2 + 0,1425^2 + 0,311^2} = 0,963\text{мм};$$

Похибка установки заготовки згідно [2]с.73:

$$E_y = \sqrt{E_{\sigma}^2 + E_z^2 + E_{np}^2} \quad (22)$$

де E<sub>б</sub>-похибка базування, мкм;

E<sub>з</sub>-похибка закріплення заготовки в пристрої, мкм;

E<sub>р</sub>-похибка виготовлення і зносу опорних елементів пристрою, мкм;

Похибка базування в самоцентруючому пристрої E<sub>б</sub>=0;

Похибка закріплення згідно [2].с.82.Табл.4.13 E<sub>з</sub>=60мкм;

Похибка виготовлення і зносу опорних елементів пристрою згідно [2].с.74

E<sub>р</sub>=50мкм;

$$E_y = \sqrt{0^2 + 60^2 + 50^2} = 74\text{мкм} = 0,074\text{мм}$$

Проміжні значення просторових відхилень згідно [2].с.73:

$\rho_{ост}=K_y \cdot \rho_z$ ,

де K<sub>y</sub>-коефіцієнт уточнення форми;

					БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30



-для чистового шліфування:

$$2z_{\min \text{пр}_1} = 28,221 - 27,9935 = 0,2274 \text{ мм};$$

$$2z_{\max \text{пр}_1} = 28,254 - 28,0065 = 0,2475 \text{ мм};$$

-для чорнового шліфування:

$$2z_{\min \text{пр}_2} = 28,546 - 28,221 = 0,325 \text{ мм};$$

$$2z_{\max \text{пр}_2} = 28,676 - 28,254 = 0,422 \text{ мм};$$

-для чистового точіння:

$$2z_{\min \text{пр}_2} = 28,869 - 28,546 = 0,323 \text{ мм};$$

$$2z_{\max \text{пр}_2} = 29,389 - 28,676 = 0,713 \text{ мм};$$

-для чорнового точіння:

$$2z_{\min \text{пр}_3} = 31,743 - 28,869 = 2,874 \text{ мм};$$

$$2z_{\max \text{пр}_3} = 33,943 - 29,389 = 4,554 \text{ мм};$$

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

$$2z_{\min} = 0,2274 + 0,325 + 0,323 + 2,874 = 3,75 \text{ мм};$$

$$2z_{\max} = 0,2475 + 0,422 + 0,713 + 4,554 = 5,936 \text{ мм};$$

Загальний номінальний припуск:

$$2z_{\text{оном}} = 2z_{\min} + Hd_3 - Hd_d, \quad (26)$$

де  $Hd_3$  і  $Hd_d$  – нижні відхилення по розмірах на заготовку і готову поверхню;

$$2z_{\text{оном}} = 3,75 + 0,8 - 0,0065 = 4,543 \text{ мм};$$

$$d_{\text{оном}} = d_{\text{дном}} + 2z_{\text{оном}} = 28 + 4,543 = 32,543 \text{ мм};$$

Перевірка правильності виконаних розрахунків:

$$2z_{\max \text{пр}_1} - 2z_{\min \text{пр}_1} = 0,2475 - 0,2274 = 0,02; \quad T_2 - T_1 = 0,033 - 0,013 = 0,02;$$

$$2z_{\max \text{пр}_2} - 2z_{\min \text{пр}_2} = 0,422 - 0,325 = 0,097; \quad T_3 - T_2 = 0,13 - 0,033 = 0,097;$$

$$2z_{\max \text{пр}_3} - 2z_{\min \text{пр}_3} = 0,713 - 0,323 = 0,39; \quad T_4 - T_3 = 0,52 - 0,13 = 0,39;$$

$$2z_{\max \text{пр}_4} - 2z_{\min \text{пр}_4} = 4,554 - 2,874 = 1,68; \quad T_6 - T_4 = 2,2 - 0,52 = 1,68;$$

Результати розрахунку припусків і допусків на поверхню  $\text{Ø}28j_s6(\pm 0,0065)$  заносимо в таблицю.

На основі даних розрахунків будемо схему графічного розташування припусків і допусків на обробку поверхні  $\text{Ø}28j_s6(\pm 0,0065)$ , (дивись рис. 12).

Таблиця 2.5 – Розрахунок припусків на механічну обробку поверхні  $\text{Ø}28j_s6(\pm 0,0065)$

Технологічні переходи обробки поверхні	Елементи припуску, мкм				$2Z_{\min}$ , мм	$d_p$ , мм	$T$ , мм	Граничні розміри, мм		Граничні припуски, мм	
	Rz	T	$\rho$	E				$d_{\min}$	$D_{\max}$	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
Заготовка	150	250	963			31,743	2,2	31,743	33,943		
Точіння:											
-чорнове	50	50	57,78	74	2·1,439	28,869	0,52	28,869	29,389	2·1,439	2·2,277
-чистове	30	30	38,52	3,7	2·0,1615	28,546	0,13	28,546	28,676	2·0,1615	2·0,356
Шліфування:											
-чорнове	10	20	25,68	64	2·0,1625	28,221	0,033	28,221	28,254	2·0,1625	2·0,211
-чистове	5	15	0	58	2·0,1137	27,9935	0,013	27,9935	28,0065	2·0,1137	2·0,124
БР.ПІМ-18-019.00.00.000 ПЗ											Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							32

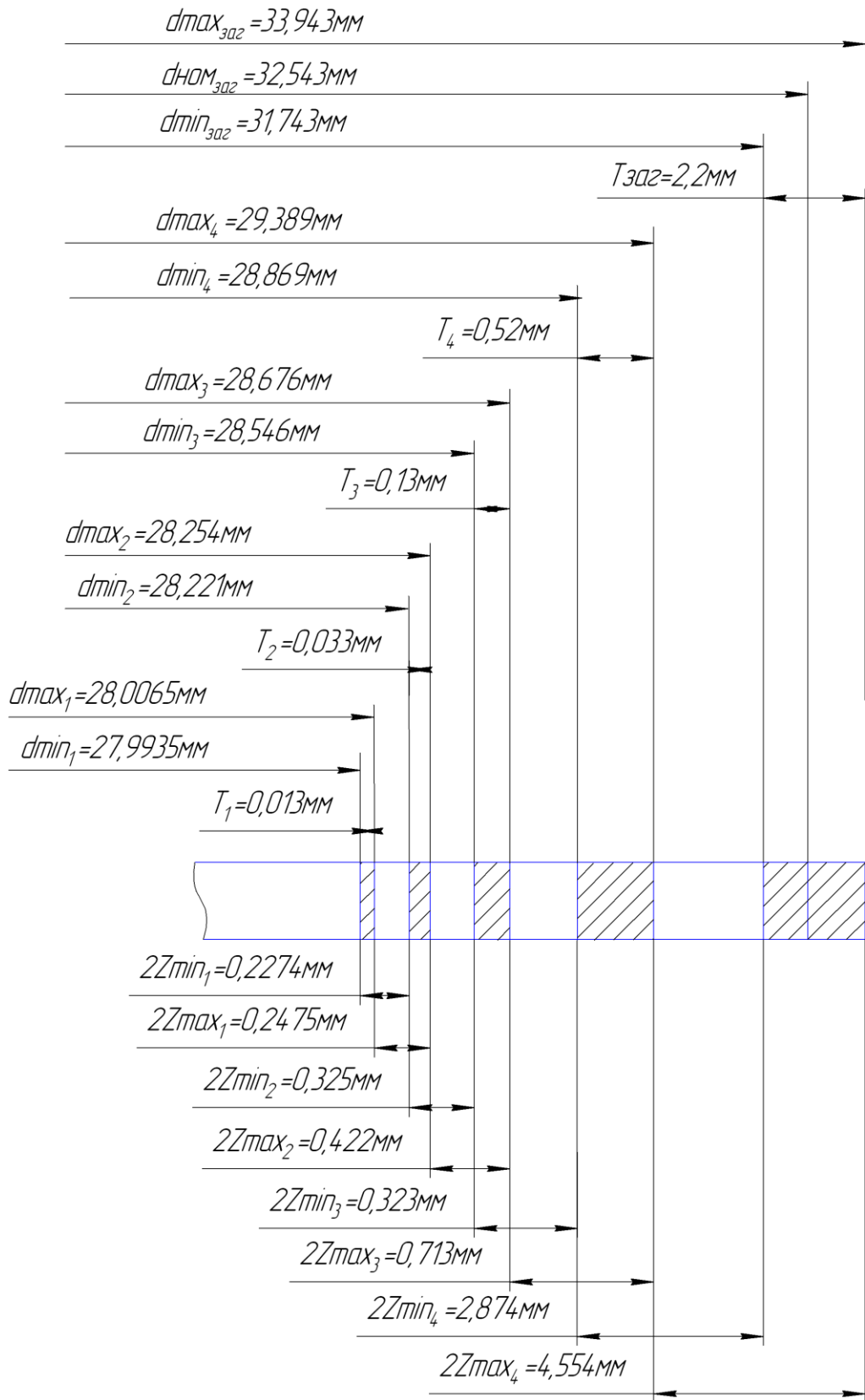


Рис.12 – Схема розміщення допусків і припусків на обробку поверхні  $\text{Ø}28\text{js}6(\pm 0,0065)$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ

Арк.

33

На решту поверхонь припуски і допуски назначаємо по довідниках [8] с.248.Табл.49.

Таблиця 2.6 – Табличні припуски на розміри вал-шестерні РЦ 001.07.05

№пов.	Розмір, мм	Припуск, мм	Допуск, мм
1	2	3	4
1	Ø28js6( $\pm 0,0065$ )	2·2,27	0,013
2, 13-16, 21	2×45°	2·2	0,25
3, 22	285 <sub>-1</sub>	3,3	1
4	Ø10H14( $^{+0,36}$ )	2·5	0,36
5	Ø6,4H14( $^{+0,36}$ )	2·3,2	0,36
6	M6	2·3	0,1
7	3 $^{+0,3}$ ; Ø27,5 $_{-0,4}$	2·0,25	0,4
8	Ø34h8( $_{-0,039}$ )	2·4,7	0,039
9, 20	Ø35js6( $\pm 0,008$ )	2·2,8	0,016
10, 19	Ø38 <sub>-1</sub>	2·2,6	1
11, 12	Ø66h8( $_{-0,046}$ )	2·3,1	0,046
17, 18	32 $_{-0,4}$	2,7	0,4
23, 24	179h11( $_{-0,25}$ )	3,1	0,25
25	Ø40 $_{-0,6}$	2·2,6	0,6
26, 27	R1	1	0,1
28, 29	84±0,3	3,4	0,6
30	1×45°	2·1	0,1
31	38±0,3	2·2,5	0,6
32	4 $_{-0,16}$	4	0,03
33	R4	8	0,16
34-35	8N9( $_{-0,036}$ )	8	0,036
36-37	3 $^{+0,3}$ ; Ø34,5 $_{-0,7}$	2·0,25	0,7

## 2.5. Визначення режимів різання

Проводимо розрахунок режимів різання розрахунково – аналітичним методом на точіння поверхні 19 (Ø38<sub>-1</sub>).

Операція 015. Токарна з ЧПК, перехід №3: точіння поверхні 19 – Ø38<sub>-1</sub>:

Початкові дані:

-обладнання: токарно-гвинторізний верстат з ЧПК 16К20Ф3С18;

-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;

матеріал деталі Сталь 40Х ГОСТ 4543-71; НВ 241;  $\sigma_B=980$  МПа;  $\sigma_T=786$  МПа;

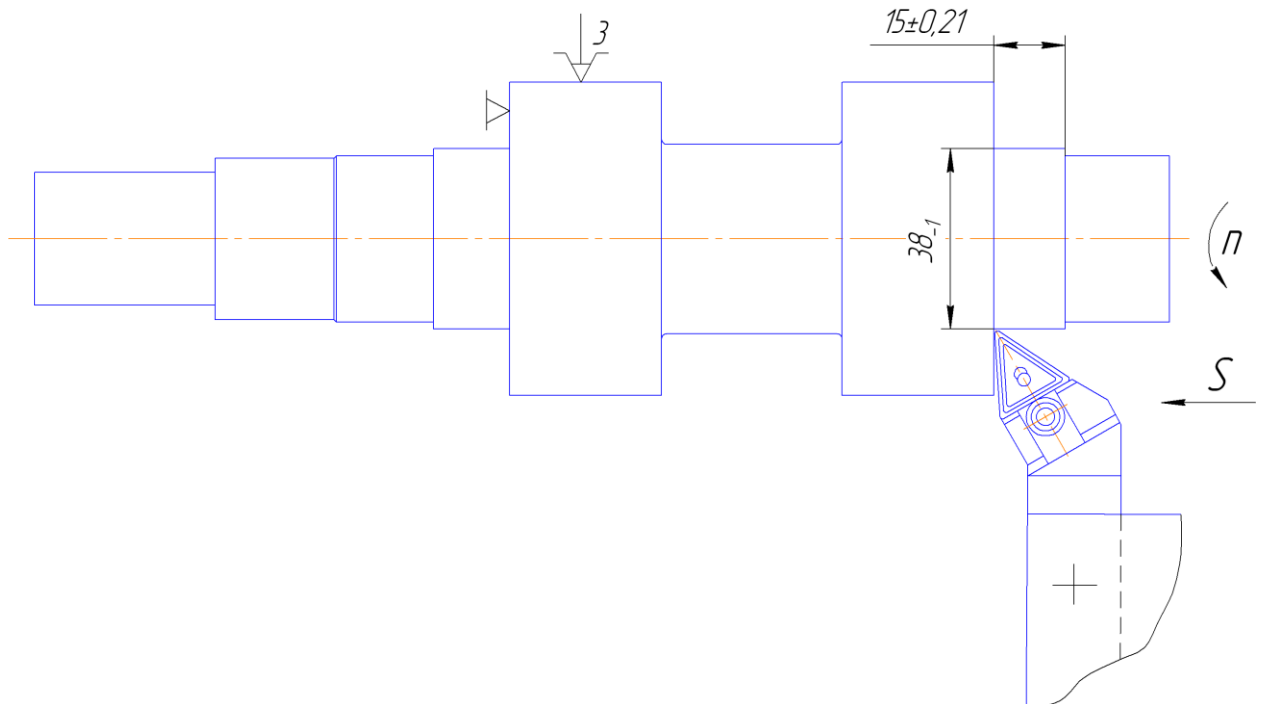


Рис.13 – Ескіз на обробку поверхні 19 –Ø38<sub>-1</sub> вал-шестерні

- 1) Довжина обробки  $l=15$  мм;
- 2) Глибина різання  $t=h=2,6$  мм;
- 3) Вибираєм подачу: згідно [5], с.266, табл.11  $S=0,4$  мм/об;  
Поправочний коефіцієнт  $K=0,8$   
 $S=0,4 \cdot 0,8=0,32$  мм/об;
- 4) Період стійкості різця:  $T=60$  хв; [5], с. 268;
- 5) Швидкість різання при точінні:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (27)$$

- де:  $C_v = 350$  ([5], с. 269, табл. 17) – показник степеня;  
 $m = 0,2$  ([5], с. 269, табл. 17) – показник степеня;  
 $x = 0,15$  ([5], ст. 269, табл. 17) – показник степеня;  
 $y = 0,35$  ([5], ст. 269, табл. 17) – показник степеня;

					БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

$K_v$  - поправочний коефіцієнт на швидкість різання;

$$K_v = K_M \cdot K_n \cdot K_r \cdot K_i \cdot K_f \cdot K_\phi \cdot K_{\phi 1} \quad (28)$$

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;  
 $K_\phi$  – коефіцієнт, який враховує головний кут в плані;  
 $K_r = n_v = 1$  – показник степеня;

$$K_M = K_r \cdot \left(\frac{750}{G\sigma}\right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{980}\right)^1 = 0,765;$$

$\sigma_B = 980$  МПа – фактичні параметри, що характеризують оброблюваний матеріал.

$K_n = 1$  ([5], с.263, табл.5);  
 $K_i = 1$  ([5], с.263, табл.6);  
 $K_r = 0,94$ ,  $K_\phi = 1$ ,  $K_{\phi 1} = 0,97$  ([5], с.271, табл.18);  
 $K_v = 0,765 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 0,97 = 0,697$ ;

$$V = \frac{350 \cdot 0,697}{60^{0,2} \cdot 2,6^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} = 128,46 \text{ м/хв};$$

Частота обертів шпінделя, яка відповідає знайденій швидкості різання:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ хв}^{-1}; \quad (30)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 128,46}{3,14 \cdot 38} = 1076,6 \text{ хв}^{-1};$$

коректуємо частоту обертання згідно паспортних даних верстата  $n=1000$  хв<sup>-1</sup>;

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

$$S_{хв} = 0,32 \cdot 1000 = 320 \text{ мм/хв.};$$

Дійсна швидкість різання:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \text{ м/хв}; \quad (31)$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 38 \cdot 1000}{1000} = 119,32 \text{ м/хв};$$

Згідно паспортних данх верстата при безступінчатому регулюванні подач

дійсна подача становить:  $S_o = 0,32$  мм/об.;  $S_{хв} = 320$  мм/хв.;

Сила різання:

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

де:  $C_p = 300$  ([5], с. 273, табл. 22) – коефіцієнт;  
 $x = 1$  ([5], с. 274, табл. 22) – показник степеня;  
 $y = 0,75$  ([5], с. 274, табл. 22) – показник степеня;  
 $n = -0,15$  ([5], с. 274, табл. 22) – показник степеня

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\tau p}, \quad (32)$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{980}{750}\right)^{0,75} = 1,22; \quad (33)$$

де:  $n = 0,75$  ([5], ст. 264, табл. 9) – показник степеня;

$$K_{\phi p} = 1 \text{ ([5], с. 275, табл. 23);}$$

$$K_{\gamma p} = 1,1 \text{ ([5], с. 275, табл. 23);}$$

					БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36



поправочний коефіцієнт на швидкість різання;

$$K_v = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (38)$$

де:  $K_1$  – коефіцієнт, який враховує оброблюваний матеріал;

$K_2$  – коефіцієнт, який враховує інструментальний матеріал;

$K_3$  – коефіцієнт, який враховує довжину отвору.

Для сталі HB285  $K_1 = 0,65$  [10], с.118;  $K_2 = 1,25$  [10], с.119;

$K_3 = 1$  [10], с.119;

$K_v = 0,65 \cdot 1,25 \cdot 1 = 0,8125$ ;

$V = 32 \cdot 0,8125 = 26 \text{ м/хв.}$ ;

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

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 26}{3,14 \cdot 5} = 1656 \text{ об}^{-1}.$$

Згідно паспортних даних верстата приймаємо  $n = 1600 \text{ об}^{-1}$ ;

7) Дійсна швидкість різання  $V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 5 \cdot 1600}{1000} = 25,12 \text{ м/хв}$  (39)

8) Хвилинна подача:  $S_{\text{хв}} = S_o \cdot n = 0,06 \cdot 1600 = 96 \text{ мм/хв.}$ ; (40)

Згідно паспортних даних верстата при безступінчатому регулюванні подачі приймаємо  $S_{\text{хв}} = 96 \text{ мм/хв.}$ ;

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

$$N_p = N_{\text{табл}} \cdot K_N \cdot \frac{n}{1000} \quad (41)$$

$N_{\text{табл}} = 0,13 \text{ кВт}$  [9], с.127;

$$N_p = 0,13 \cdot 1,25 \cdot \frac{1600}{1000} = 0,26 \text{ кВт}$$

$K_N = 1,25$  [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;

$\eta$  – ККД верстата;

згідно паспортних даних верстата 16K20Ф3С18  $N = 10 \text{ кВт}$ ;  $\eta = 0,75$ ;

$N_{\text{шп}} = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}$ ;

в даному випадку  $N_{\text{різ}} < N_{\text{шп}}$  ( $0,26 < 7,5$ ), отже потужність даного верстата достатня для механічної обробки на даних режимах.

Основний (машинний) час: (42)

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

Де  $L$  – довжина робочого ходу, мм;

$i = 1$  – кількість проходів;

$S$  – хвилинна подача, мм/хв

$$T_o = \frac{25 \cdot 1}{96} = 0,26 \text{ хв.}$$

Результати розрахунку режимів різання заносимо в таблицю 2.7.

					БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.6. Нормування технологічної операції.

Операція 015. Токарна з ЧПК.

Початкові дані:

-обладнання: токарно-гвинторізний верстат з ЧПК мод.16K20Ф3С18;

Найбільші розміри встановлюваної деталі:

Діаметр:

- над станиною: 400 мм;

- над супортом: 250 мм;

Довжина: 1000 мм.

1) Основний час  $T_o=0,08+0,21+0,08+0,01+0,06+0,14+0,18=0,76$ хв ;

2) Підготовчо-заключний час для верстатів з ЧПК згідно [5].с.604:

$$T_{п.з.} = T_{п.з.1} + T_{п.з.2} + T_{п.з.3}, \text{ хв.}; \quad (43)$$

Де

$T_{п.з.1}$  – час на отримання наряду, креслення, технологічної документації і здачі її в кінці роботи, на встановлення і налагодження програми, хв.;

$T_{п.з.2}$  – час на додаткові прийоми (встановлення інструментів, пристрою), хв.;

$T_{п.з.3}$  – час на пробну обробку деталі, хв.;

згідно [5].с.604  $T_{п.з.1} = 12$  хв.; згідно [5].с.606, табл.. 12  $T_{п.з.2} = 5 + 1 \cdot 3 = 8$  хв.;

згідно [5].с.611, табл.. 13 при кількості інструментів в налазці 3 штуки і вимірюванні діаметральних розмірів в кількості 4 поверхонь  $T_{п.з.3} = 7$  хв.;

$T_{п.з.} = 12 + 8 + 7 = 27$  хв.;

3) Допоміжний час:

$$T_d = T_{д.у} + T_{м.д}, \text{ хв.}; \quad (44)$$

$T_{д.у}$  – час на встановлення і зняття заготовки, хв.;

$T_{м.д}$  – час на допоміжні прийоми, хв.;

згідно [5].с.605, табл.. 12:

$T_{м.д} = 0,03 + 0,1 + 0,04 = 0,17$  хв.;

При установці в токарний пристрій з гвинтовим затиском деталі масою 3,46кг

$T_{д.у} = 0,27$ хв [3].с.192. табл.5.1;

$T_d = 0,27 + 0,17 = 0,44$  хв.;

4) Оперативний час, рівний часу роботи верстата на програмному керуванні:

$$T_{оп} = T_{п.к} = T_{осн} + T_{доп}, \text{ хв.}; \quad (45)$$

$T_{оп} = 0,76 + 0,44 = 1,2$ хв;

5) Час на обслуговування робочого місця  $T_{обс.}$ , хв.;

6) Час на відпочинок і особисті потребивання  $T_{відп.}$ , хв.;

згідно [5].с.605, табл. 12  $T_{обс.} + T_{відп.} = 0,1 \cdot T_{оп} = 0,1 \cdot 1,2 = 0,12$ хв;

7) Штучний час:

$$T_{шт} = T_o + T_d + T_{обс} + T_{відп}, \text{ хв.}; \quad (46)$$

$T_{шт} = 0,76 + 0,44 + 0,12 = 1,32$ хв.;

12) Штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт.к.} = \frac{T_{шт}}{n} + T_{шт.к.}, \text{ хв.}; \quad (47)$$

$$T_{шт.к.} = \frac{27}{116} + 1,32 = 1,55 \text{хв.};$$

Норми часу і режими різання заносимо в таблицю 2.7.

											Арк.
											39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

Таблиця 2.7 – Зведена таблиця режимів різання і норм часу на технологічний процес механічної обробки вал-шестерні РЦ 001.07.05

Номер, назва і зміст операції, переходу	Розміри поверхні		Режими різання						Норми часу				
	D/B	L	t	So	V <sub>H</sub>	V	n	N	To	T <sub>д</sub>	T <sub>шт</sub>	T <sub>пз</sub>	
	мм		мм/об		м/хв		хв <sup>-1</sup>	кВт	хв				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
005. Заготівельна.													
010. Термічна.													
015. Токарна з ЧПК. 1)Підрізати торець 22. 2)Точити поверхню 12 начорно. 3)Точити поверхні 20, 23, 19, 17. 4) Центрувати отвір А6 на торці 22.	39,4 72,2 39,4 43,2 43,2 72,2 10	19,7 37,4 22 1,3 15 14,5 11	3,3 2,2 1,9 1,3 2,6 2,7 5	0,4 0,6 0,6 0,6 0,32 0,4 0,08	84 77 77 77 128,4 84 32	77,94 71,41 61,86 67,82 119,32 71,41 31,4	630 315 500 500 1000 315 1000	3,1 2,1 2,9 2,3 3,16 2,1 0,3	0,08 0,21 0,08 0,01 0,06 0,14 0,18		0,44	1,32	<u>27</u> 116
020. Токарна зЧПК. 1)Підрізати торець 3. 2)Точити поверхню 11 начорно. 3)Точити поверхні 1, 31, 8, 9, 24, 10, 18, 25, 27, 29 начорно. 4)Точити поверхні 25, 26, 28 начорно. 5) Центрувати отвір А6 на торці 3. 6) Свердлити отвір 6. 7) Нарізати різьбу М6 в отворі 6.	33,6 72,2 33,6 39,4 39,4 40,6 43,2 43,2 72,2 45,2 72,2 45,2 72,2 10 5 6	16,8 37,4 38 3 25 21 1,3 16,5 14,5 44 16,1 40 16,1 11 23 18	3,3 2,2 2,27 1,2 1,9 1,85 1,3 2,6 2,7 2,6 0,4 2,6 2,6 5 2,5 0,5	0,4 0,6 0,6 0,6 0,6 0,6 0,6 0,32 0,4 0,4 0,4 0,4 0,4 0,08 0,06 1	84 77 77 77 77 77 77 128,4 84 84 84 84 84 32 32 9	74,9 71,41 52,75 61,86 61,86 63,74 67,82 119,3 71,41 70,96 71,41 70,96 71,41 31,4 25,12 5,93	710 315 710 500 500 500 500 1000 315 500 315 500 315 1000 1600 315	3,1 2,1 2,9 2,1 2,8 2,9 2,3 3,16 2,1 2,5 2,1 2,5 2,1 0,3 0,26 0,06	0,07 0,21 0,13 0,02 0,09 0,08 0,01 0,07 0,14 0,24 0,15 0,02 0,15 0,18 0,26 0,13		0,67	2,83	<u>41,4</u> 116

## Продовження таблиці 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
025. Токарна зЧПК. 1) Точити поверхні 20, 36, 23 начисто. 2) Точити фаску 21.	36,9 36,9 38 36,9	21 3 0,55 2,15	0,55 0,8 1 2,4	0,3 0,3 0,3 0,3	162,7 162,7 162,7 162,7	143 143 147,2 143	1250 1250 1250 1250	1,4 1,8 1,9 2,1	0,06 0,02 0,01 0,02	0,41	0,53	<u>21,1</u> 116
030. Токарна зЧПК. 1) Точити поверхні 1, 7, 31, 8, 30, 9, 37, 24 начисто. 2) Точити поверхні 2, 11, 12, 16, 15, 14 13 начисто.	29,39 29,39 35,6 35,6 36,9 36,9 36,9 38 28,67 67,75 67,75 67,75 67,75 67,75 67,75	38 3 3 25 0,5 21 3 0,55 2,33 32 32 2,25 2,25 2,25	0,36 0,8 1 0,55 1,05 0,55 0,8 1 2,33 0,6 0,6 2,25 2,25 2,25	0,3 0,3 0,3 0,3 0,3 0,3 0,3 0,3 0,3 0,3 0,3 0,3 0,3 0,3	162,7 162,7 170,9 162,7 162,7 162,7 162,7 162,7 146,4 162,5 162,5 146,7 146,4 146,4	147,6 147,6 139,7 139,7 143 143 143 147,2 144 151 151 134 134 134	1600 1600 1250 1250 1250 1250 1250 1250 1600 710 710 630 630 630	1,1 1,3 1,4 1,4 1,9 1,4 1,8 1,9 2,4 1,4 1,4 2,1 2,1 2,1	0,09 0,01 0,01 0,1 0,01 0,06 0,01 0,01 0,01 0,16 0,16 0,03 0,03 0,03	0,61	1,47	<u>28,1</u> 116
035. Вертикально- фрезерна. Фрезерувати паз 8N9 поверхні 32-35.	8	32	4	0,04	9,41	7,91	315	0,05	2,8	0,32	3,4	<u>18</u> 116
040. Зубофрезерна. 1) Фрезерувати зуби m=3; z=20 на поверхні 11. 2) Фрезерувати зуби m=3; z=20 на поверхні 12.	112 112	32 32	6,5 6,5	1,6 1,6	60 60	56,29 56,29	160 160	2,4 2,4	5,82 5,82	0,43	13,8	<u>33</u> 116
045. Кругло- шліфувальна. 1) Шліфувати поверхню 1 начорно;	28,6 7	38	0,21	<u>3,2</u> 0,56	50 м/с	49,71 м/с	1900	2,4	0,32	1,1	1,63	<u>30</u> 116

## Продовження таблиці 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
050. Кругло-шліфувальна. 1) Шліфувати поверхню 20 начорно. 2) Шліфувати поверхню 11. 3) Шліфувати поверхню 12. 4) Шліфувати поверхню 8. 5) Шліфувати поверхню 9 начорно.	35,8	22	0,25	$\frac{3,2}{0,84}$	50 м/с	49,71 м/с	1900	2,7	0,39			
	66,55	32	0,25	$\frac{3,2}{0,84}$	50 м/с	49,71 м/с	1900	2,9	0,68			
	66,55	32	0,25	$\frac{3,2}{0,84}$	50 м/с	49,71 м/с	1900	2,9	0,68	1,7	4,86	$\frac{31}{116}$
	34,5	25	0,25	$\frac{3,2}{0,84}$	50 м/с	49,71 м/с	1900	2,7	0,39			
	35,8	21	0,25	$\frac{3,2}{0,84}$	50 м/с	49,71 м/с	1900	2,7	0,39			
055. Кругло-шліфувальна. 1) Шліфувати поверхню 1 начисто.	28,25	38	0,12	$\frac{1,6}{0,42}$	50 м/с	49,7 м/с	1900	1,5	0,42	1,1	1,74	$\frac{30}{116}$
060. Кругло-шліфувальна. 1) Шліфувати поверхню 20 начисто. 2) Шліфувати поверхню 9 начисто.	35,3	22	0,15	$\frac{1,97}{0,52}$	50 м/с	96,37 м/с	1900	1,8	0,38			$\frac{31}{116}$
	35,3	21	0,15	$\frac{1,97}{0,52}$	50 м/с	49,71 м/с	1900	1,8	0,38	1,6	2,71	$\frac{31}{116}$

2.7. Техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу.

1) Коефіцієнт використання матеріалу заготовки:

$$K_{\text{мбаз}}=0,345; \quad K_{\text{мпр}}=0,529;$$

2) Планова річна економія основного матеріалу:

$$E_{\text{м}}=M_{\text{д}} \cdot N \cdot (K_{\text{мпр}}^{-1} - K_{\text{мбаз}}^{-1}), \text{ кг}; \quad (48)$$

$$E_{\text{м}}=3,46 \cdot 2436 \cdot (0,529 - 0,345)=1550,85 \text{ кг};$$

3) Трудомісткість процесу за штучним часом:

$$\sum T_{\text{шт.баз.}}=59,49 \text{ хв}; \quad \sum T_{\text{шт.пр.}}=35,3 \text{ хв};$$

4) Планова річна економія часу:

$$E_{\text{т}}=(\sum T_{\text{шт.баз.}} - \sum T_{\text{шт.пр.}}) \cdot N, \text{ хв.}; \quad (49)$$

$$E_{\text{т}}=(59,49 - 35,3) \cdot 2436=58926,84 \text{ хв.}; \quad E_{\text{т}}=982,1 \text{ год.};$$

5) Коефіцієнт використання верстатів за основним часом:

$$K_{\text{о}} = \frac{\sum T_{\text{о}}}{\sum T_{\text{шт}}} \quad (50)$$

$$K_{\text{обаз}} = \frac{28,31}{59,49} = 0,476;$$

$$K_{\text{опр}} = \frac{21,95}{35,3} = 0,622;$$

6) Коефіцієнт використання верстатів за потужністю:

$$K_{\text{н}} = \frac{\sum N_{\text{р}}}{\sum N_{\text{в}}} \quad (51)$$

$$K_{\text{нбаз}} = \frac{2,4 + 3,1 + 3,1 + 3,1 + 0,05 + 2,1 + 2,4 + 1,5}{7,5 + 15 + 10 + 10 + 7,5 + 10 + 10 + 10} = 0,239;$$

$$K_{\text{нпр}} = \frac{3,16 + 3,16 + 2,1 + 2,4 + 0,05 + 2,4 + 2,4 + 2,9 + 1,5 + 1,8}{10 + 10 + 10 + 10 + 7,5 + 8,5 + 10 + 10 + 10 + 10} = 0,242;$$

Таблиця 2.8 – Порівняння варіантів технологічного процесу механічної обробки вал-шестерні РЦ 001.07.05

Найменування показників	базовий варіант	проектний варіант
1) Коефіцієнт використання матеріалу $K_{\text{в.м.}}$	0,345	0,529
2) Планова річна економія основного матеріалу $E_{\text{м}}$ , кг	-	1550,85
3) Трудомісткість процесу за штучним часом $\sum T_{\text{шт}}$	59,49	35,3
4) Планова річна економія часу $E_{\text{т}}$ , год	-	982,1
5) Коефіцієнт використання верстатів за основним часом $K_{\text{о}}$	0,476	0,622
6) Коефіцієнт використання верстатів за потужністю $K_{\text{н}}$	0,239	0,242

### 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 8N9<sub>(-0,036)</sub> глибиною 4<sub>-0,16</sub> на довжину 32±1 на вал-шестерні.

Верстат: вертикально-фрезерний моделі 6P12.

Інструмент: фреза шпоночна з швидкорізальної сталі Р6М5:

Фреза 2235-0007 Р6М5 ГОСТ 9140-78;

Схему встановлення заготовки показано на рис.14

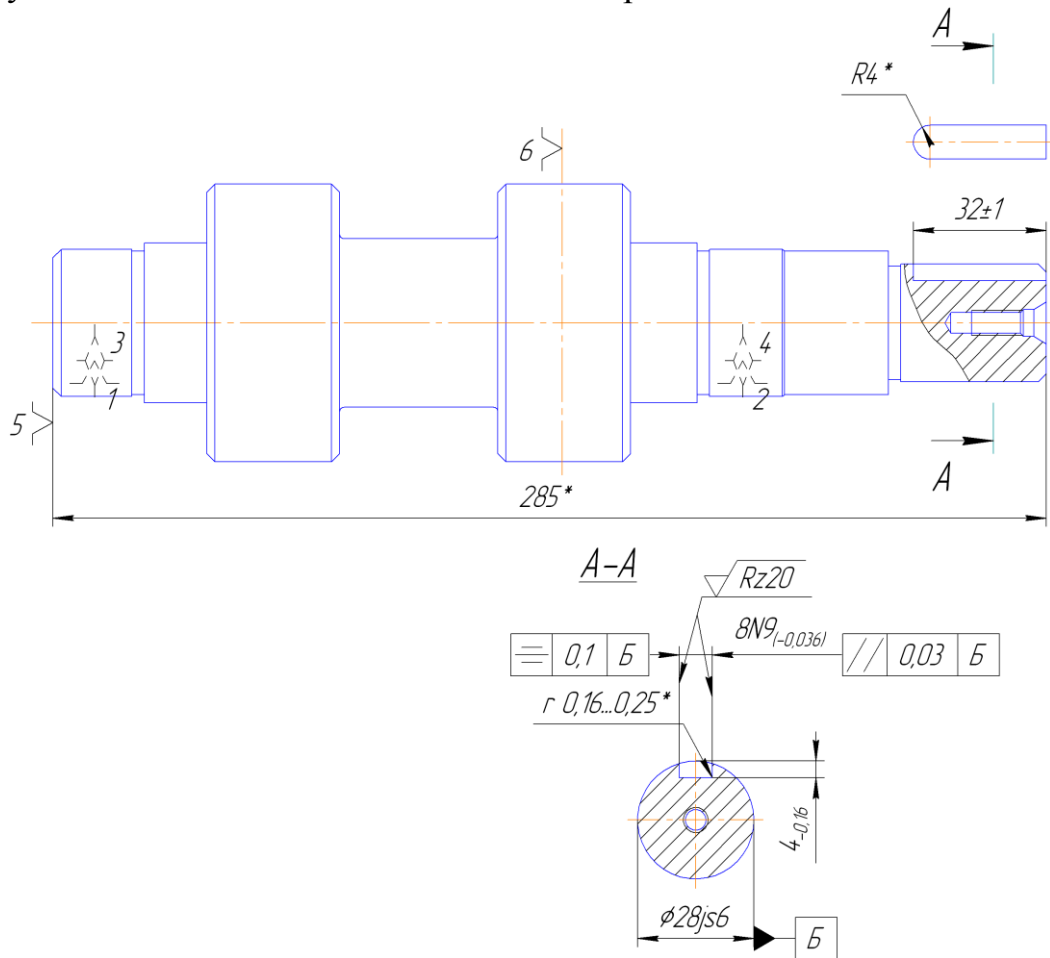


Рис.14 – Ескіз на фрезерування паза 8N9<sub>(-0,036)</sub> вал-шестерні

Пристрій призначений для установки і закріплення вал-шестерні при фрезеруванні паза 8N9<sub>(-0,036)</sub> на вертикально-фрезерному верстаті моделі 6P12.

На столі верстата пристрій встановлюється плитою 1. Положення пристрою фіксується напрямними шпонками 38, які встановлені в пази плити 1 і стола верстата з посадкою  $18 \frac{H8}{g8}$ , і кріпляться до плити гвинтами 17 з шайбами 31. Плита кріпиться до стола верстата болтами 16, гайками 22 і шайбами 34.

					БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

На плиті встановлений корпус 2, який кріпиться до плити гвинтами 20 з шайбами 33 і штифтами 40. Пневмоциліндр кріпиться через фланець 9 болтами 15 і шайбами 33. Розподільчий кран 30 кріпиться гвинтами 18 і шайбами 32.

На корпусі 2 встановлені призми 3, які кріпляться гвинтами 20 з шайбами 33 і штифтами 40. Упор 4 кріпиться до корпусу гвинтами 17 з шайбою 31 і штифтами 39. Кронштейн 5 кріпиться до корпусу гвинтами 19 з шайбами 33.

Установ 42 кріпиться гвинтами 17 з шайбами 31 і штифтами 39. Через вісь 8 з кільцем 26 на кронштейні встановлений прихват 6, який з'єднаний з штоком пневмоциліндра віссю 7 з кільцем 26.

Пневмоциліндр складається з корпусу 10, кришок передньої 11 і задньої 12, фланця 9, які з'єднані шпильками 37 з гайками 21 і шайбами 33. Поршень 13 з штоком 14 з'єднані по поверхні  $\varnothing 18 \frac{H8}{f8}$  гайкою 23 з шайбою 36. Для ущільнення поршня і штока в канавках штока встановлені ущільнюючі кільця 27. Між поршнем і корпусом, кришками і корпусом передбачені ущільнюючі кільця 28, які встановлені в канавках кришок і поршня. Між кришкою передньою і штоком в канавки отвора кришки встановлені ущільнюючі кільця 29. Для подачі стисненого повітря передбачені з'єднання (гайка 24, втулка 25, шайба 35 і штуцер 41), які з'єднані з рукавами 44 і вкручені в отвори пневмоциліндра і розподільчого крана.

Пристрій працює таким чином:

Деталь встановлюється на призми до упора торцем  $\varnothing 28$  мм в упор 4. При повороті рукоятки розподільчого крана за годинниковою стрілкою, стиснуте повітря подається в поршневу порожнину пневмоциліндра. При цьому поршень з штоком рухається вгору, повертаючи прихват 6 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:

$$K_{\text{пр}} = (\sum_{\text{заг}} - \sum_{\text{о}}) / \sum_{\text{заг}} \cdot 100, \% \quad (52)$$

Де  $\sum_{\text{заг}}$  – загальна кількість назв типорозмірів складових частин пристрою;  
 $\sum_{\text{о}}$  – кількість назв типорозмірів оригінальних деталей та вузлів;

$\sum_{\text{заг}} = 45$  шт;  $\sum_{\text{о}} = 14$  шт;

$$K_{\text{пр}} = [(45 - 14) / 45] \cdot 100\% = 68,89\%$$

					БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

### 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 15.

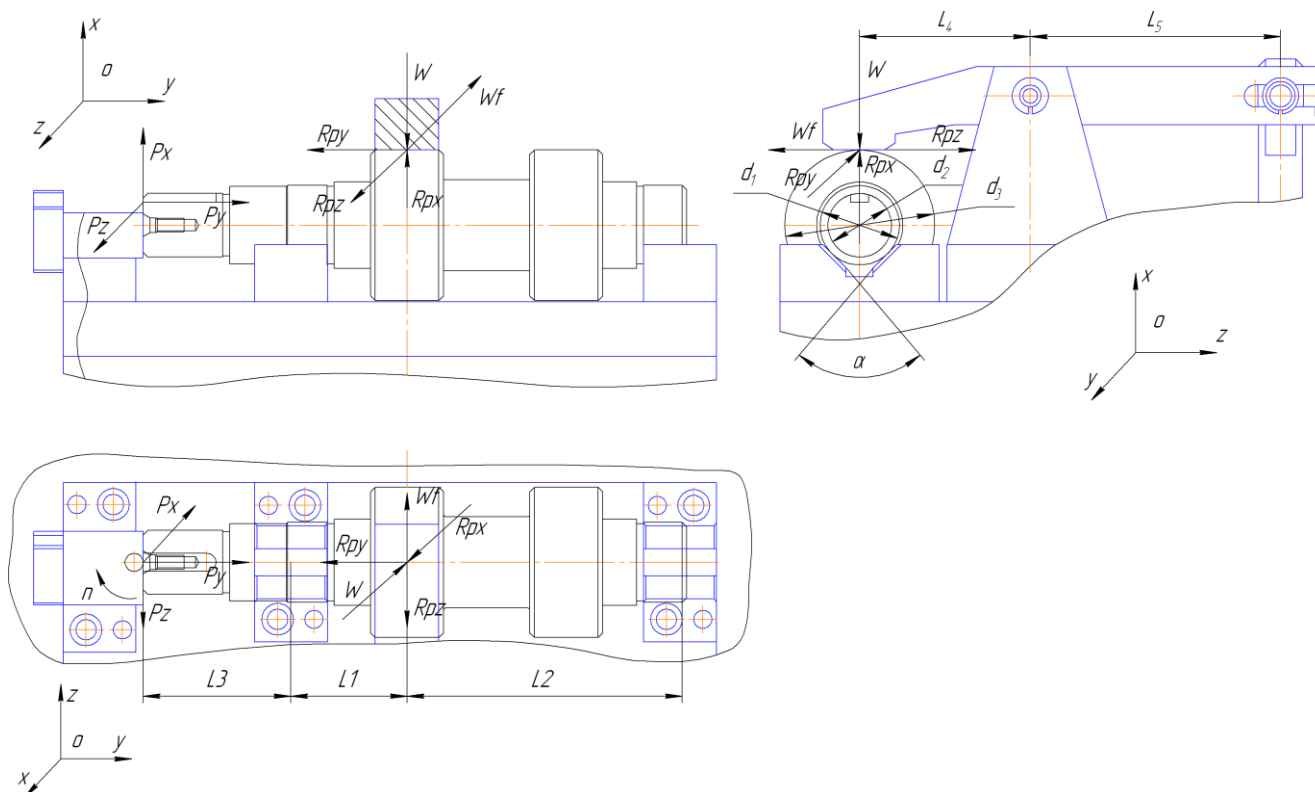


Рис. 15 – Розрахункова схема дії сил на деталь при фрезеруванні пазів b=8N9

$d_1=28,8\text{мм}$   $d_2=35,8\text{мм}$ ;  $d_3=67\text{мм}$ ;  $L_1=44\text{мм}$ ;  $L_2=112\text{мм}$ ;  $L_3=72\text{мм}$

1) Рівняння рівноваги даної системи сил:

$$W - \left[ P_x \cdot \left( \frac{L_1 + L_2 + L_3}{L_2} \right) \right]^2 + \left( \frac{P_y}{f_1 + f_2 \cdot \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}}} \right)^2 + \left[ \frac{2M_{кр}}{f_1 \cdot \frac{d_3}{2} + f_2 \cdot \frac{d_2}{2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}}} \right]^2 = 0; \quad (53)$$

де  $M_{кр}$ -крутний момент, Н·м;

$d_1$ -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;

$R_{px}$ -реакція осьової складової сили різання, Н;

$R_{py}$ -реакція радіальної складової сили різання, Н;

$\alpha$ -кут нахилу робочих поверхонь призми, °;

$$M = P_z \cdot \frac{d_1}{2} \quad (54)$$

					БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

$$M = 423,3 \cdot \frac{28,8 \cdot 10^{-3}}{2} = 6,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Згідно[5]с.292. Табл.42:

$$P_x = 0,3 \cdot P_z \cdot \text{tg} \omega = 0,3 \cdot 423,3 \cdot \text{tg} 50^\circ = 151,34 \text{ Н};$$

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

$$P_y = 0,5 \cdot P_z = 0,5 \cdot 423,3 = 211,65 \text{ Н};$$

де:  $P_z$  - колова сила різання, Н;

$$R_{px} = P_x \cdot \left( \frac{L_1 + L_2 + L_3}{L_1 + L_2} \right) \quad (55)$$

$$R_{py} = P_y = 211,65 \text{ Н}$$

З врахуванням коефіцієнта запасу необхідна сила затиску:

$$W = k \sqrt{\left[ P_x \cdot \left( \frac{L_1 + L_2 + L_3}{L_2} \right) \right]^2 + \left( \frac{P_y}{f_1 + f_2 \cdot \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}}} \right)^2 + \left[ \frac{2Mkp}{f_1 \cdot \frac{d_3}{2} + f_2 \cdot \frac{d_2}{\left( 2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \right)}} \right]^2} \quad (56)$$

$$k = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6$$

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 закріплення 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;

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

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

Приймаєм  $k = 2,5$ ;

$$W = 2,5 \sqrt{\left[ 151,34 \cdot \left( \frac{0,06 + 0,033 + 0,053}{0,06 + 0,033} \right) \right]^2 + \left( \frac{211,65}{0,16 + 0,16 \cdot \frac{1}{\sin \frac{90^\circ}{2}}} \right)^2 + \left[ \frac{2 \cdot 6,1}{0,16 \cdot \frac{0,067}{2} + 0,16 \cdot \frac{0,0358}{\left( 2 \cdot \sin \frac{90^\circ}{2} \right)}} \right]^2} = 3519 \text{ Н};$$

					БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

### 3.1.3. Силовий розрахунок механізму і приводу.

Необхідна сила рушія:

$$Q = W \frac{L_4}{L_5} = 3819 \cdot \frac{75}{110} = 2603,86H; \quad (57)$$

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

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{2603,86}{0,63 \cdot 0,9}} = 76,57\text{мм} \quad (58)$$

З стандартного ряду пневмоциліндрів вибираємо пневмоциліндр двохсторонньої дії з діаметром поршня  $D=80\text{мм}$ , діаметром штока  $d=25\text{мм}$ , довжина робочого ходу поршня  $L=50\text{мм}$ .

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

$$Q = 0,785 \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta = 0,785 \cdot 80^2 \cdot 0,63 \cdot 0,9 = 2848H \quad (59)$$

5) Дійсна сила затиску заготовки:

$$W = Q \frac{L_5}{L_4} = 2848 \cdot \frac{110}{75} = 4177H \quad (60)$$

					БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.2. Перевірка працездатності інструментів.

#### 3.2.1. Різальний інструмент.

Операція 015. Токарна з ЧПК, перехід №3: чорнове точіння поверхні 19 – Ø38<sub>1</sub>:

Початкові дані:

-обладнання: токарно-гвинторізний верстат з ЧПК 16K20Ф3С18;

-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 НВ241...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  $P_z=1619,5$  Н;

Провіряємо жорсткість державки різця:

максимальне навантаження

$$P_{\max} = \frac{BH^2 \cdot \sigma_{зг}}{6l} = \frac{16 \cdot 25^2 \cdot 172}{6 \cdot 40} = 7166,6H; \quad (61)$$

максимальне навантаження, допустиме жорсткістю різця

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

(65)

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

$J$  – момент інерції прямокутного січення державки;

$$J = \frac{BH^3}{12} = \frac{16 \cdot 25^3}{12} = 20833,3 \text{ мм}^4; \quad (62)$$

Різець володіє достатньою міцністю і жорсткістю, так як

$$P_{\max} > P_z < P_{\max \text{ доп}} \quad (7166,6 > 1619,5 < 2441,4).$$

#### 3.2.2. Контрольно-вимірювальний інструмент.

Проводим розрахунок виконавчих розмірів скоби для контролю розміра поверхонь 11; 12 – Ø66h8<sub>(-0,046)</sub>.

Верхнє і нижнє відхилення для вала:  $es=0$  мм,  $ei=-0,046$  мм.

Найбільший граничний розмір вала:

$$d_{\max} = d_{\text{ном}} + es = 66 + 0 = 66 \text{ мм.} \quad (63)$$

Найменший граничний розмір вала:

$$d_{\min} = d_{\text{ном}} + ei = 66 + (-0,046) = 65,952 \text{ мм.} \quad (64)$$

Згідно ГОСТ 24853-81 приймаєм:  $Z1=7$  мкм;  $Y1=5$  мкм;  $H1=8$  мкм;

$H_p=3$  мкм.

					БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Таблиця 3.1 – Визначення розмірів і допусків робочого калібра для контролю розміра  $\varnothing 66h8(-0,046)$  вал-шестерні РЦ 001.07.05

Контрольований розмір	Позначення	Значення, мм
Номінальний	d	66
Мінімальний	$d_{\min}$	65,952
Максимальний	$d_{\max}$	66
Допуск	T	0,046
Квалітет	k	8
Допуски і відхилення калібра	Позначення	Значення, мм
Допуск калібра	$H_1$	0,008
Відхилення середини допуску прохідного калібра від	$Z_1$	0,007
Вихід спрацьованого прохідного калібра за межу	$Y_1$	0,005
Робочий калібр	Розмір (формула), мм	Допуск (формула), мм
Прохідний калібр новий	$d_{\max} - z_1 - H_1/2 = 66 - 0,007 - 0,008/2 = 65,989$	$H_1 = 0,008$
Прохідний калібр спрацьований	$d_{\max} - y_1 = 66 - 0,005 = 65,995$	$H_1 = 0,008$
Непрохідний калібр	$d_{\min} - H_1/2 = 65,952 - 0,008/2 = 65,944$	$H_1 = 0,008$

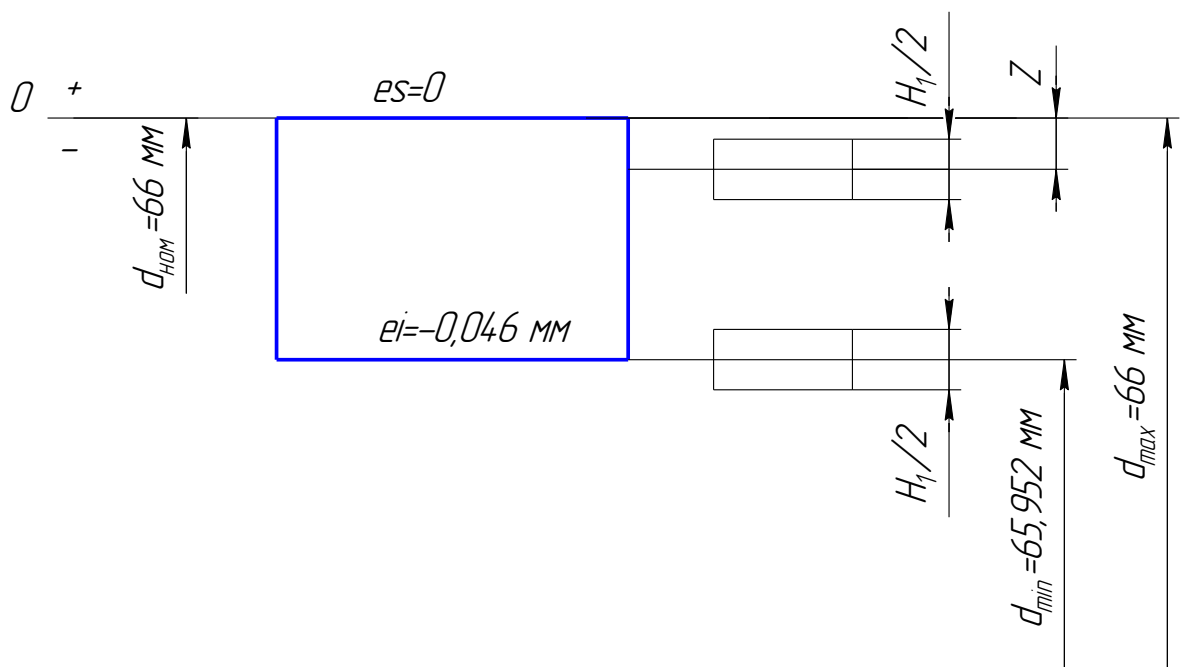


Рис. 16 – Схема розташування допусків робочих поверхонь скоби для контролю розміра  $\varnothing 66h8(-0,046)$

						БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			50

### 3.3. Конструювання спеціального контрольного пристрою:

#### 3.3.1. Призначення, будова і робота пристрою.

Пристрій призначений для контролю радіального биття 0,2 мм поверхні  $\varnothing 34h8$  відносно поверхонь "В" і "Г"  $\varnothing 35js6$  вал-шестерні.

Пристрій складається з плити 1, в отвір якої встановлений штатив 3 з посадкою  $\varnothing 18H7/p7$ .

На штатив 3 встановлений корпус 2 з індикатором 7, який фіксується болтом 5 з гайкою 6 і шайбою 11. На штатив 3 встановлені пружина 10 з шайбами 12, які фіксуються гайкою 6 по різьбовій поверхні штатива. В штативі 3 передбачений шпоночний паз, в який встановлена шпонка 13. Шпонка входить в шпоночний паз в отворі корпусу 2.

В отвори корпусу 1 встановлені вісі 4 з посадкою  $\varnothing 14H7/p7$ , на які встановлені підшипники 9 з посадкою  $\varnothing 17H7/m6$ . Підшипники фіксуються кільцями 8, які встановлені в канавки вісів 4.

Пристрій працює таким чином:

При відведеному вверх корпусі 2, який утримується від переміщення вниз шпонкою 13, деталь встановлюється на зовнішні кільця підшипників поверхнями  $\varnothing 35js6$ . При встановленні корпусу 2 пазом на шпонку 13 корпус 2 під дією пружини 10 переміщується вниз до упора головки індикатора 7 в поверхню деталі  $\varnothing 34h8$ .

При повертанні деталі на підшипниках 9 на один оберт відносно вісі різниці показів індикатора визначає дійсну величину радіального биття поверхні  $\varnothing 34h8$  відносно поверхонь  $\varnothing 35js6$ .

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

$$K_{\text{пр}} = (\sum \text{заг} - \sum \text{о}) / \sum \text{заг} \cdot 100, \% \quad (65)$$

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

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

$\sum \text{заг} = 13$  шт;  $\sum \text{о} = 4$  шт;

$$K_{\text{пр}} = (13 - 4) / 13 \cdot 100\% = 69,23\%$$

					БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

### 3.3.2. Розрахунок пристрою на точність.

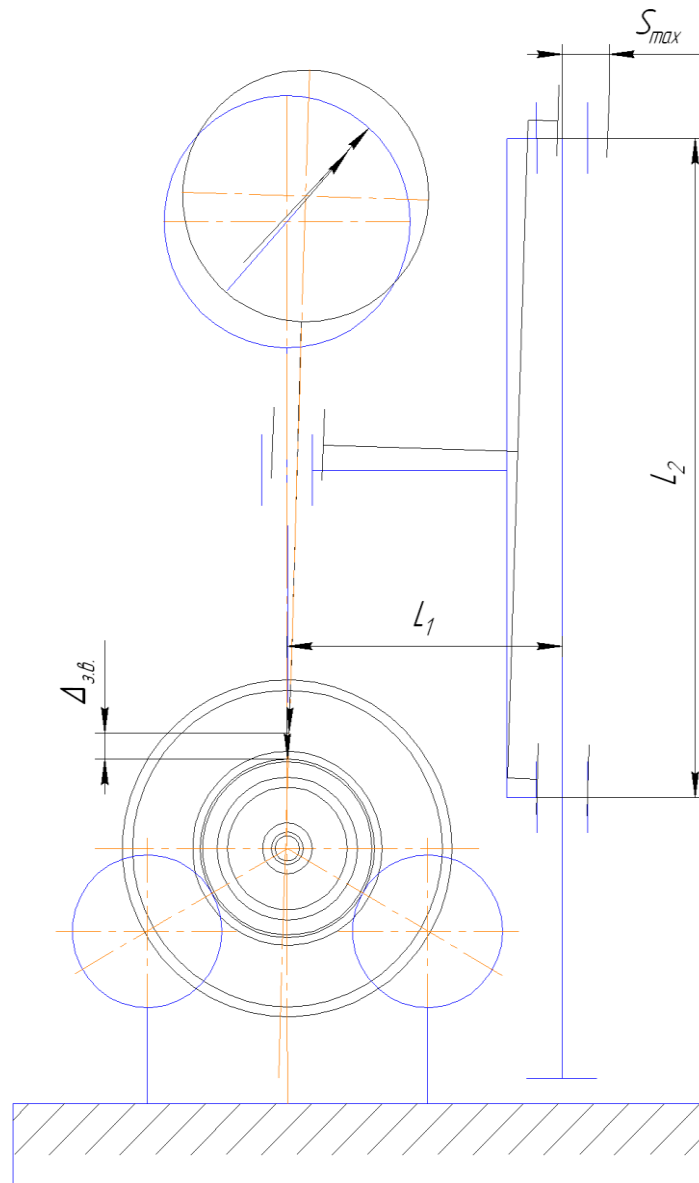


Рис.17 – Схема вимірювання контрольного пристрою для контролю радіального биття 0,2 мм поверхні  $\varnothing 34h8$  відносно поверхонь  $\varnothing 35js6$  вал-шестерні РЦ 001.07.05.

Точність вимірювання пристрою залежить від зазору в підшипниках  $S_{\max.1}$  і зазору  $S_{\max.2}$  між корпусом 2 і штативом 3  $S_{\max.2}$ , внаслідок чого корпус 2 повертається відносно штатива 3 на кут  $\alpha$ .

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

$$\varepsilon_{\text{вим}} = 1,2\sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{з.п.}}^2 + \Delta_{\text{з.в.}}^2 + \Delta_e^2 + \Delta_m^2}; \quad (66)$$

де  $\varepsilon_0$  – похибка базування, мм;

$\varepsilon_3$  – похибка закріплення, мм;

$\varepsilon_{\text{з.п.}}$  – похибка зусилля пристрою, мм;

$\Delta_{\text{з.в.}}$  – похибка засобу вимірювання, мм;

$\Delta_e$  – похибка виготовлення еталона, мм;

$\Delta_m$  – похибка властива даному пристрою, виникає від передавального відношення;

При встановленні в підшипниках виникає ефект призми, тому

					БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

$$\text{Похибка базування } \varepsilon_{\theta} = 0,5 \cdot Td \cdot \left( \frac{1}{\sin \alpha} - 1 \right) \quad (67)$$

Де:  $Td=0,016\text{мм}$  – допуск на розмір установчої поверхні  $\text{Ø}35\text{js}6(\pm 0,008)$ ;  
 $\alpha=45^{\circ}$  – кут нахилу установчих поверхонь призми;

$$\varepsilon_{\theta} = 0,5 \cdot 0,016 \cdot \left( \frac{1}{\sin 45^{\circ}} - 1 \right) = 0,0033\text{мм};$$

Закріплення відсутнє, тому  $\varepsilon_3=0$ ;

Похибка від зусилля пристрою рівне максимальному прогину плеча штатива  $L=55\text{ мм}$  під дією зусилля пружини індикатора

$$\varepsilon_{з.п.} = \frac{P \cdot L^3}{3EJ}; \quad (68)$$

Де:  $P=0,5\text{Н}$  – коливання вимірювального зусилля індикатора 1МИГ згідно [7] с. 562;

$L=55\text{ мм}$  – плече штатива;

$E=2 \cdot 10^5\text{ МПа}$  – модуль повздовжньої пружності матеріала корпусу пристрою (Сталь 35 ГОСТ 1050-88);

$J$  – мінімальний осьовий момент інерції поперечного січення плеча корпусу, на яке встановлений індикатор,  $\text{мм}^4$ ;

$$\text{Для квадратного перерізу } J = \frac{a^4}{12}; \quad (69)$$

Де  $a=16\text{ мм}$  – сторона квадрата;

$$J = \frac{16^4}{12} = 5461\text{мм}^4;$$

$$\varepsilon_{з.п.} = \frac{0,5 \cdot 55^3}{3 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 5461} = 0,000025\text{мм};$$

Похибка вимірювання індикаторів 1МИГ згідно [7] с. 562  $\Delta_{з.в.} = 0,0018\text{ мм}$ ;

Пристрій не потребує еталонного налагодження, тому  $\Delta_e=0$ ;

Похибка, яка властива даному пристрою, виникає від передавального відношення плечей корпусу  $L_1$  і  $L_2$  і максимального зазора між отвором корпусу 3 і штоком 2:

$$\Delta_m = S_{\max} \cdot L_1 / L_2; \quad (70)$$

де  $S_{\max}$  – максимальний зазор між отвором корпусу 3 і штоком 2;

$L_1, L_2$  – плечі дії зазору  $S_{\max}$  на індикатор (дивись графічну частину);

Згідно складального креслення  $L_1=55\text{мм}$ ;  $L_2=130\text{мм}$ ;

$$S_{\max} = ES + e_i; \quad (71)$$

де  $ES$  – верхнє відхилення поля допуску отвору;

$e_i$  – нижнє відхилення поля допуску валу;

Для посадки  $\text{Ø}12\text{H}5/\text{g}5$ :  $ES=0,008\text{ мм}$ ;  $e_i=0,014\text{мм}$ ;

$$S_{\max} = 0,008 + 0,014 = 0,022\text{мм};$$

$$\Delta_m = \Delta = 0,022 \cdot 55 / 130 = 0,0093\text{мм};$$

$$\varepsilon_{\text{вим}} = 1,2 \sqrt{0,0033^2 + 0 + 0,000025^2 + 0,0018^2 + 0 + 0,0093^2} = 0,012\text{мм}.$$

Отримане значення порівнюємо з допуском  $T=0,2\text{мм}$  згідно [2]. с. 56:

$$\varepsilon_{\text{вим}} \leq (0,1 \dots 0,3)T$$

В даному випадку  $\varepsilon_{\text{вим}} = 0,3 \cdot T$  ( $0,012 / 0,2 = 0,06$ ),

отже пристрій придатний для вимірювання даного параметру.

					БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Операція 030. Токарна з ЧПК.

Обладнання: Токарно-гвинторізний верстат з ЧПК 16К20Ф3С18.

1) Вибір оснастки:

Пристрій токарний самоцентруючий трикулачковий патрон D=315 мм:  
Патрон 7100-0039 ГОСТ2675-80.

Інструмент:

Різець токарний для контурного точіння:  $\varphi=93^\circ$ ;  $\varphi_1=15^\circ$ ;  $\alpha=15^\circ$ ;  
bхh=25х25мм; r=1мм; L=150мм; l=50мм:

Різець 2103-0711 Т15К6 ГОСТ 20872-80.

Різець токарний для контурного точіння:  $\varphi=45^\circ$ ;  $\varphi_1=45^\circ$ ;  $\alpha=15^\circ$ ;  
bхh=25х25мм; r=1мм; L=150мм; l=50мм:

Різець 2101-0955 Т15К6 ГОСТ 20872-80.

2) 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 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 030

Точка №п/п	Координати в СКВ, мм		Точка №п/п	Координати в СКВ, мм	
	X	Y		X	Y
1	288	14,4	1	290	17
2	250	14,4	2	290	7
3	247	13,75	3	290	33,5
4	250	21	4	199	33,5
5	247	21	5	165	33,5
6	247	13,75	6	73	33,5
7	250	17,25	7	34	33,5
8	222	17,25	8	34	28
9	221,35	17,9	9	34	33,5
10	204	17,9	10	75	33,5
11	201	17,25	11	75	26
12	201	21	12	75	33,5
13	201	21	13	163	33,5
14	201	17,25	14	163	26
0; 15	600	200	15	163	33,5
			16	201	33,5
			17	201	26
			18	201	33,5
			0; 19	600	200

3) Розрахунок координатних переміщень.

Відстань  $Z_H$ , мм від бази деталі до торця шпинделя, що знаходиться в позиції початку циклу обробки, визначається за формулою:

$$Z_H = L + R + H + l, \quad (72)$$

						Арк.
					БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ	54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$Z_n = L_{max} + R + H + l, \quad (73)$$

Для різця 2103-0711 Т15К6 ГОСТ 20872-80 довжина  $L=150$ мм;

Поперечний розмір  $b+m=25+8=33$ мм.

$H=285$ мм;  $D=67$ мм;  $R=0$ мм;  $l=3$ мм.

Тоді:

$$X_n = 33 + 312 + 285 + 3 = 633 \text{ мм.}$$

$$Y_n = 150 + 163,5 + 33,5 + 3 = 350 \text{ мм.}$$

#### 4) Кодування інформації.

На токарно-гвинторізному верстаті 16К20Ф3С18 використовують пристрій числового програмного керування (ПЧПК) апаратного типу “Контур 2ПТ-71”. 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.

Таблиця 4.2-Розрахунково-технологічна карта на токарно-гвинторізну операцію 030

деталь		операція					верстат				Система ЧПК			
РЦ 001.07.05		030. Токарна з ЧПК					16К20Ф3С18				NC 2П32-3			
Геометрична інформація						Технологічна інформація								
№ о. т.		X (ΔX) мм	Y (ΔY) мм	L, мм	K, мм	t, мм	S, мм	S, мм/ об	V, м/хв	N, хв. <sup>-1</sup>	Напр. оберт.	Охолод ження	№ інстр.	L, № корек-
Кон- тур	Екві- дис- танта													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0		600	200	0	0								1	101
1		288	14,4	312	273	0,3	0,3	480	147,6	1600	Пр.	+		
2		250	14,4	38	0	0,3	0,3	480	147,6	1600	Пр.	+		
3		247	13,7	3	0,7	0,8	0,3	480	147,6	1600	Пр.	+		
4		250	21	3	8	0								
5		247	21	3	0	1	0,3	375	139,7	1250	Пр.	+		
6		247	13,7	0	8	1	0,3	375	139,7	1250	Пр.	+		
7		250	17,2	3	3,7	0,5	0,3	375	139,7	1250	Пр.	+		
8		222	17,2	28	0	0,5	0,3	375	139,7	1250	Пр.	+		
9		221	17,9	1	0,7	1	0,3	375	139,7	1250	Пр.	+		
10		204	17,9	17	0	0,5	0,3	375	143	1250	Пр.	+		
11		201	17,2	3	0,7	0,5	0,3	375	143	1250	Пр.	+		
12		201	21	0	4,2	0								
13		201	21	0	0	1	0,3	375	147,2	1250	Пр.	+		
14		201	17,2	0	4,2	1	0,3	375	147,2	1250	Пр.	+		
15		600	200	399	182	0								

					БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						55

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0		600	200	0	0								2	102
1		290	17	310	183	2,3	0,3	480	144	1600	Пр.	+		
2		290	7	0	10	2,3	0,3	480	144	1600	Пр.	+		
3		290	33,5	0	26	0								
4		199	33,5	91	0	0,6	0,3	213	151	710	Пр.	+		
5		165	33,5	34	0	0,6	0,3	213	151	710	Пр.	+		
6		73	33,5	92	0	0,6	0,3	213	151	710	Пр.	+		
7		34	33,5	39	0	0,6	0,3	213	151	710	Пр.	+		
8		34	28	0	5,5	2,2	0,3	213	134	630	Пр.	+		
9		34	33,5	0	5,5	0								
10		75	33,5	41	0	0								
11		75	26	0	7,5	2,2	0,3	189	134	630	Пр.	+		
12		75	33,5	0	7,5	0								
13		163	33,5	92	0	0								
14		163	26	0	7,5	2,2	0,3	189	134	630	Пр.	+		
15		163	33,5	0	7,5	0								
16		201	33,5	38	0	0								
17		201	26	0	7,5	2,2	0,3	189	134	630	Пр.	+		
18		201	33,5	0	7,5	0								
19		600	200	399	166	0								

Коди режимів роботи системи ЧПК, що задаються адресою G, і допоміжні коди, що задаються адресою M по ІСО-7біт, наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – 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 4.4.

Кожен код G, F, S, T, M діє в наступних кадрах до вводу нового коду по даній адресі. Програма обробки для токарно-гвинторізної операції 030 приведена в таблиці 4.4.

															Арк.	
																56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата												

Таблиця 4.4 – Таблиця кодів чисел обертів і кодів подач для верстата  
мод. 16К20Ф3С18

Число обертів шпинделя, хв, <sup>1</sup>	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 4.5 – Карта програмування токарно-гвинторізної операції 030

Карта програмування														
Деталь			Операція					Верстат			Система ЧПК			
Вал-шестерня			010 Токарна з ЧПК					16К20Ф3С18			NC 2П32-3			
Кон-тур	№ о. т.	№ кадра	Підг. Ф-кція	Геометрична інформація				Технологічна інформація				№ кор	Кін Код	Пояснен ня
				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	600	200	0	0			01	06	101		
1		002		288	14,4	312	273	18	17		03, 08			
2		003		250	14,4	38	0	18	17					
3		004		247	13,7	3	0,7	18	17					
4		005		250	21	3	8							
5		006		247	21	3	0	17	16					
6		007		247	13,7	0	8	17	16					
7		008		250	17,2	3	3,7	17	16					
8		009		222	17,2	28	0	17	16					
9		010		221	17,9	1	0,7	17	16					
10		011		204	17,9	17	0	17	16					
11		012		201	17,2	3	0,7	17	16					
12		013		201	21	0	4,2							
13		014		201	21	0	0	17	16					
14		015		201	17,2	0	4,2	17	16					
15		016		600	200	399	182				05, 09			
0		017		600	200	0	0			02	06	102		
1		018		290	17	310	183	18	16		03, 08			
2		019		290	7	0	10	18	16					
3		020		290	33,5	0	26							
4		021		199	33,5	91	0	14	14					
5		022		165	33,5	34	0	14	14					
6		023		73	33,5	92	0	14	14					
7		024		34	33,5	39	0	14	14					
8		025		34	28	0	5,5	14	13					
9		026		34	33,5	0	5,5							
10		027		75	33,5	41	0							
11		028		75	26	0	7,5	13	13					
12		029		75	33,5	0	7,5							
13		030		163	33,5	92	0							
14		031		163	26	0	7,5	13	13					
15		032		163	33,5	0	7,5							
16		033		201	33,5	38	0							
17		034		201	26	0	7,5	13	13					
18		035		201	33,5	0	7,5							
19		036		600	200	399	166				05, 09			

## 5.Науково-дослідна частина

Установка для магнітної обробки інструменту в полі середньої напруженості УМОІ-70.

3.1.Обґрунтування доцільності використання нової розробки  
Ефективність механічної обробки деталей залежить від стійкості різального інструменту.

Експерименти проведені Б.В.Малигінімі Ю.Я. Вакуленком по підвищенні стійкості інструменту установкою типу УМОН-70 в Херсонському індустріальному інституті показали, що при намагнічуванні інструменту в установці на протязі 1-1,5 с. і витримці його на дерев'яних стелажах на протязі 16-20 год. стійкість його зростала в 2-3 рази. При роботі таким інструментом стружка практично не налипала, а режими обробки не знизились.

3.2. Опис методу і методика використання нової розробки.  
Для підвищення стійкості ріжучого інструменту в Херсонському індустріальному інституті розроблена установка типа УМОІ-70, призначена для магнітної обробки інструменту в полі середньої напруги. Установка складається з корпусу, силового блоку, випрямляча і блоків управління. На корпусі установки закріплені трансформатор, випрямляч і соленоїд. Останній має латунний каркас (для зменшення перенапружень, що виникають при відключенні установки). На панель управління винесені тумблер і сигнальна лампа «Мережа» для включення, контролю і відключення установки, а також кнопка включення соленоїда.

Принципова схема установки показана на малюнку. Установка включають в мережу. При натисненні на кнопку ВК струм подається на трансформатор Тр (напруга вторинної обмотки якого 24 В) і через діодний міст До - Д8 при включенні кнопки КН заряджає систему конденсаторів С1 - С3, а при виключенні — розряджає її через обмотку реле Р. Реле, спрацьовувати, замикає контакти КР, і струм через міст Д1—Д4 поступає на котушку соленоїда ЕМ.

Час роботи реле залежить від місткості конденсаторів С1 – С3. При місткості 500 мкФ час розрядки конденсаторів 1,5 з. При дослідженнях час розрядки регулювали набором конденсаторів місткістю від 0,01 до 2000 мкФ. Напруженість магнітного поля регулювали ступінчасто, змінюючи число ампер-витків соленоїда.

### Технічна характеристика:

Внутрішній діаметр соленоїда, мм	70
Діаметр інструменту, мм	68
Довжина інструменту, мм	260
Продуктивність, шт/год..	60 — 600
Напруга В	220
Споживаний струм (по ступенях). А	10; 20; 50; 100
Напруженість магнітного поля, А/м	350 000
Число витків котушки ....	2500
Потужність, Вт .....	180 — 200
Габарит (довжинах ширина висота), мм	230x200x300

					БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Тривалість обробки інструменту 0,5 – 5с. Промислові випробування установки УМОІ-70 були проведені на Херсонському комбайновому заводі ім. Р. І. Петровського при намагнічуванні свердел, мітчиків, твердосплавних різців і дискових пил. Випробування показали, що при намагнічуванні інструменту протягом 1 —1,5 з і подальшій витримці 16—20год на дерев'яних стелажах його стійкість підвищувалася в 2—3 рази. При роботі таким інструментом стружка практично не налипала, а режими обробки не знизилися.

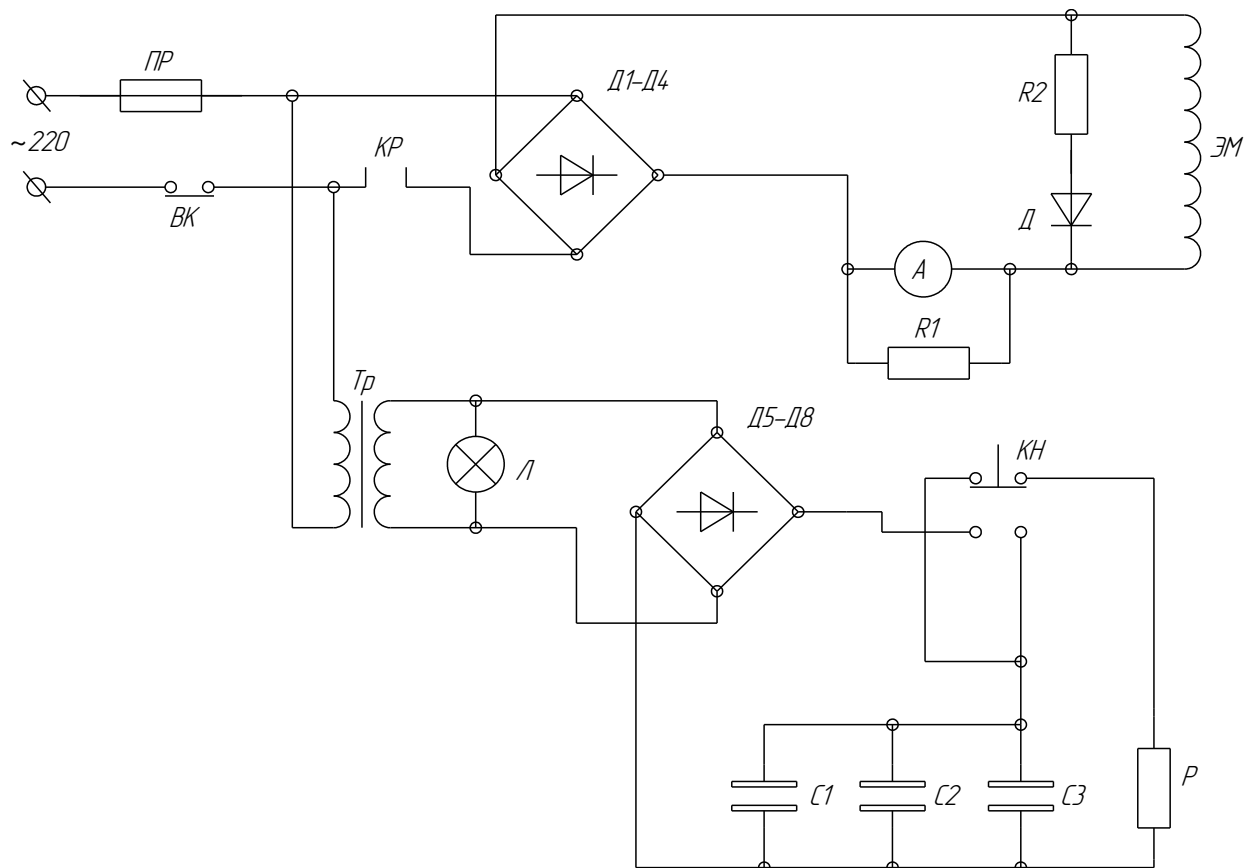


Рис.18 – Принципова схема установки:

ПР- запобіжник силового ланцюга; ВК- Вмикач напруги; КР- контактне реле; Р; Д1-Д4- діодний міст силового ланцюга; А- амперметр; R1 і R2- опори; Д- згладжувальний фільтр; ЄМ- котушка соленоїда; Тр- понижуючий трансформатор; Л- лампа для контролю напруги на установці; Д5-Д8- Діодний міст блоку керування; КН- Кнопка вмикання реле Р; С1-С3-система конденсаторів.

### 3.3 Застосування нової розробки в даному проекті.

В даному проекті ми будемо застосовувати намагнічені розточні різці і свердла для обробки корпусу. Оскільки коефіцієнт зносу інструменту намагніченого установкою значно вищий, ніж у звичайних напаяних різцях, то довговічність різців буде вищою і ми зможемо розточити більшу партію деталей при настройці даним інструментом. А це підвищить продуктивність праці.

## 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. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Минск.: Высшая школа, 1983 – 256 с.
4. Руденко П. А. и др. Проектирование технологических процессов у машиностроении: Навчальний посібник. – Київ, Вища школа, 1993. – 414 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. Обработка металлов резанием: Справочник технолога . Под ред. А. А. Панова – М.: Машиностроение, 1988 – 736 с.
8. Косилова А. Г. Мещеряков Р. К. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Справ очник технолога. – М.: Машиностроение, 1976.
9. Руденко П. А. и др. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. – К.: Висш. 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 нормативы времени вспомогательного и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. – М.: Машиностроение, 1964.
13. Общемашиностроительные нормы времени и режимов резания для нормирования работ выполняемых на станках с ЧПУ. Часть 1. Нормативы времени. – М.: Экономика, 1990, 208 с.
14. Сторож Б. Д., Карпик Р. Т. Розрахунок пристроїв на точність: навч. Посібник / Під ред. Карпика Р. Т. – Івано-Франківськ, «Факел», 1999. 216 с., іл..
15. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков. – Л.: Машиностроение, 1975, 656 с.

					БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

16. Станочные приспособления. Справочник в 2 томах. Том 1. Под ред. Н. Вардашкина. – М.: Машиностроение, 1984, 592 с.
17. Станочные приспособления. Справочник в 2 томах. Том 2. Под ред. Н. Вардашкина, – М.: Машиностроение, 1984, 592 с.
18. Корсаков В. С. Основы конструирования приспособлений. – М.: Машиностроение, 1983, 277 с.
19. Кузнецов Ю. И. и др. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник. – М.: Машиностроение, 1990, 512 с.
20. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. – М.: Машиностроение, 1979. 303 с.

					БР.ПМ-18-019.00.00.000 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## **ДОДАТКИ**

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			


Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата

1	7
---	---

<b>І Ф Н Т У Н Г</b>	<b>ПМ-18-1</b>	
<b>Вал-шестерня</b>		

«Затверджую»

Зав.кафедрою КМВ

**КОМПЛЕКТ  
технологічної  
документації**

*Технологічний процес  
механічної обробки  
вал-шестерні*

Розробив: ст.гр.ПМ-18-1

Рожнів . . .

Перевірів:

Роп'як Л. Я.

Акт № \_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р









Дубл.														
Взам.														
Оригінал										Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата
													2	
Розроб.									<i>Вал-шестерня</i>					
Перевір.														
Затверд.														
<b>Р</b>		<b>ПІ</b>	<b>D або B</b>	<b>L</b>	<b>t</b>	<b>i</b>	<b>S</b>	<b>n</b>	<b>V</b>	<b>Tд</b>	<b>To</b>			
<b>Р</b>			<b>мм</b>	<b>мм</b>	<b>мм</b>		<b>мм (мм/хв.)</b>	<b>1/хв.</b>	<b>м/хв.</b>	<b>хв.</b>	<b>хв.</b>			
01														
002	<i>8.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		

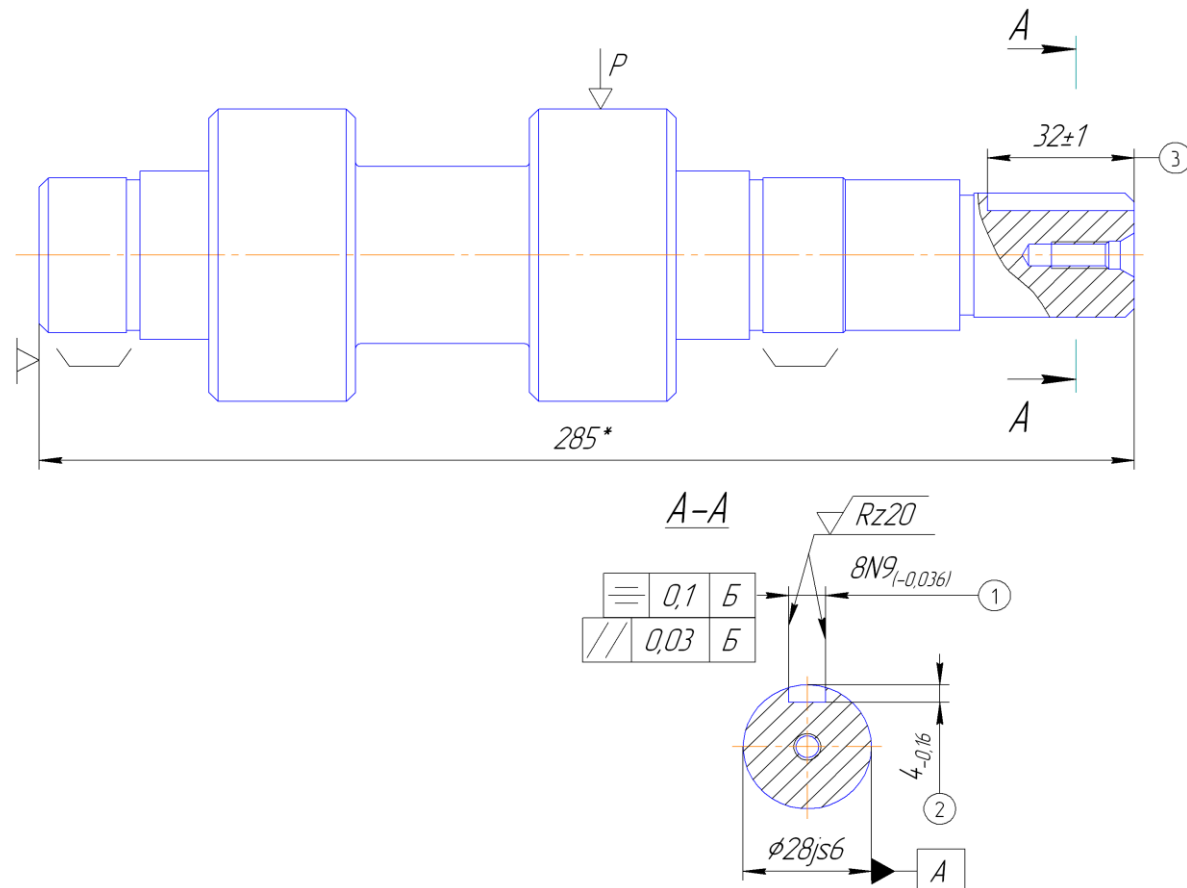
Дубл.															
Взам.															
Оригінал										Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	
											1	1			
Розроб.	<i>Рожнів</i>			<b>ІФНТУНГ</b>	<b>ПМ-18-1</b>										
Перевір.	<i>Роп'як</i>														
Затверд.															
Н.Контр.	<i>Роп'як</i>			<b>Вал-шестерня</b>									<b>П</b>		
<b>Номер і назва операції</b>			<b>Матеріал</b>			<b>Твердість</b>	<b>ОВ</b>	<b>МД</b>	<b>Профіль і розміри</b>			<b>МЗ</b>	<b>КООД</b>		
<i>070.Контрольна.</i>			<i>Сталь40X ГОСТ4543-71</i>			<i>HB285</i>	<i>кг</i>	<i>3,46</i>	<i>Ø72,2×291,6</i>			<i>6,54</i>	<i>1</i>		
<b>Номер переходу</b>	<b>Зміст переходу</b>			<b>Пристрій (код, назва)</b>		<b>Вимірювальний інструмент (код, назва)</b>		<b>% контролю</b>	<b>Особливі вказівки</b>						
1 01	<i>Контролювати лінійні розміри</i>														
02	<i>8N9</i>					<i>Нутромір НИ-10</i>		<i>20</i>							
03						<i>ГОСТ 868-82</i>									
04	<i>4-0.16</i>					<i>Штангенглибино-</i>		<i>10</i>							
05						<i>мір</i>									
2 06						<i>ШГ-I-160-0,05</i>									
07	<i>32±1</i>					<i>Штангенциркуль</i>		<i>10</i>							
08						<i>ШЦ-I-160-0,05</i>									
09						<i>ГОСТ 166-89</i>									
10															
11															
12															
13															
14															
КТК	<i>040 Контрольна</i>											<i>7</i>			

Дубл.														
Взамін.														
Підпис										Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

1

1

Розробив	Рожнів			<b>ІФНТУНГ</b>	<b>ПМ-18-1</b>									
Перевірів	Роп'як													
Н. контр.	Роп'як			<b>Вал-шестерня</b>								Н	035	



Формат		Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
					<b>Документація</b>		
A1				БР.ПМ-18-019.00.00.000 СК	Складальне креслення	×	
					<b>Деталі</b>		
		1		БР.ПМ-18-019.00.00.001	Плита	1	
		2		БР.ПМ-18-019.00.00.002	Корпус	1	
		3		БР.ПМ-18-019.00.00.003	Призма	2	
		4		БР.ПМ-18-019.00.00.004	Упор	1	
		5		БР.ПМ-18-019.00.00.005	Кронштейн	1	
		6		БР.ПМ-18-019.00.00.006	Прихват	1	
		7		БР.ПМ-18-019.00.00.007	Вісь	1	
		8		БР.ПМ-18-019.00.00.008	Вісь	1	
		9		БР.ПМ-18-019.00.00.009	Фланець	1	
		10		БР.ПМ-18-019.00.00.010	Корпус	1	
		11		БР.ПМ-18-019.00.00.011	Кришка передня	1	
		12		БР.ПМ-18-019.00.00.012	Кришка задня	1	
		13		БР.ПМ-18-019.00.00.013	Поршень	1	
		14		БР.ПМ-18-019.00.00.014	Шток	1	
					<u>Стандартні вироби</u>		
		15			Болт М12х40.58.05 ГОСТ 5929-73	4	
		16			Болт 7002-2587 ГОСТ 12193-66	4	
				<b>БР.ПМ-18-019.00.00.000 СП</b>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Пристрій фрезерний</b>		
Разрад.	Рожнів						
Проб.	Роп'як						
Н.контр.							
Утв.					Лит.	Лист	Листов
					Н	1	3
					ІФНТУНГ зр.ПМ-18-1		

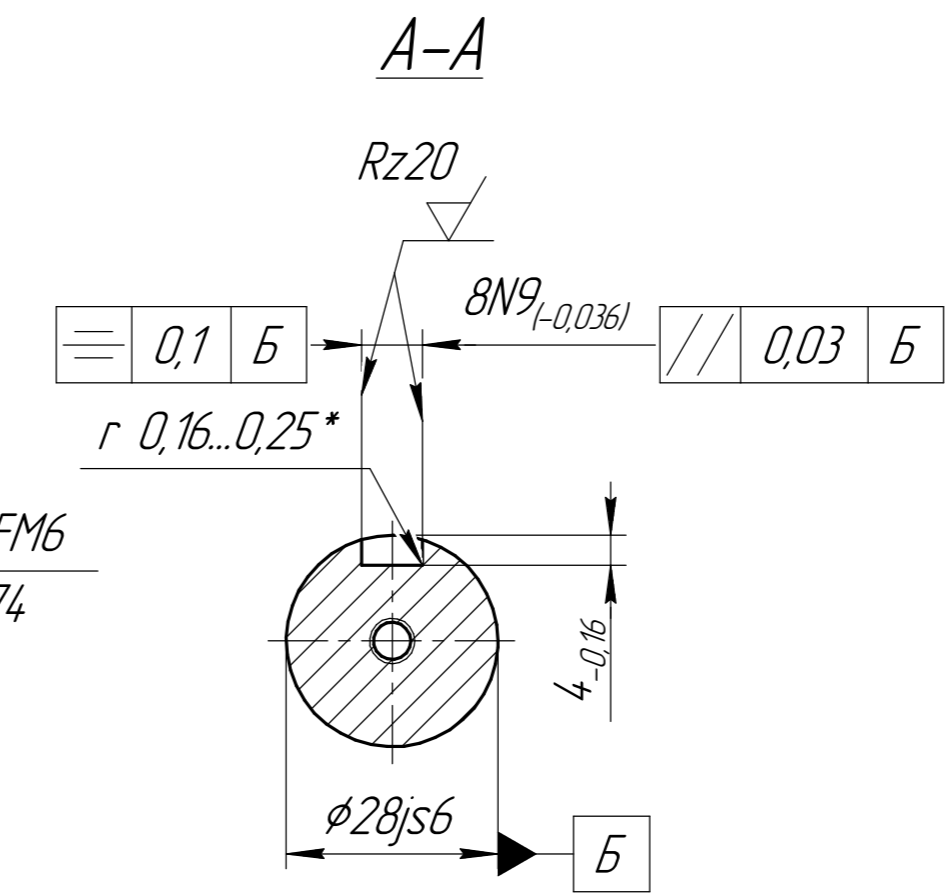
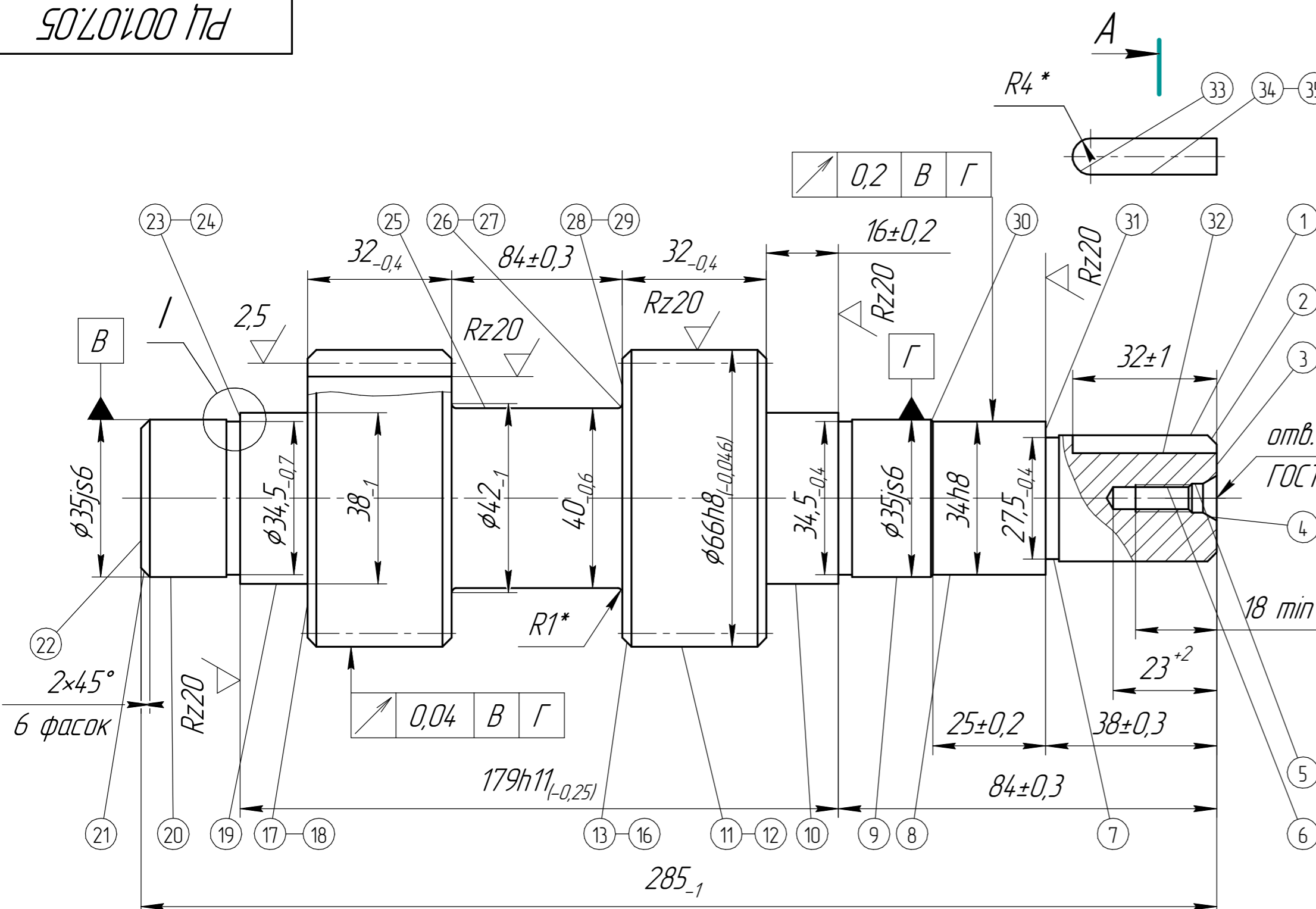
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
		17		Гвинт М6х30-6.88 ГОСТ 1491-71 Гвинты ГОСТ 10151-74	4			
		18		М12х80-6.88	4			
		19		М16х60-6.88	2			
		20		М16х80-6.88 Гайки ГОСТ5927-75	8			
		21		М12.05	4			
		22		М16.05	4			
		23		Гайка М20.05 ГОСТ5929-75	1			
		24		Гайка М16.05 ГОСТ 5932-75	5			
		25		Втулка С16.05 ГОСТ 7342-71	5			
		26		Кільце С16 ГОСТ8458-71 Кільця ГОСТ9748-73	3			
		27		18х12х30	2			
		28		80х72х40	4			
		29		Кільце 25х33х40 ГОСТ11341-73	2			
		30		Кран розподільчий В21-72 ГОСТ7648-71 Шайби ГОСТ 6402-73	1			
		31		6.65Г	4			
		32		10.65Г	2			
		33		12.65Г	16			
		34		16.65Г	4			
		35		Шайба 16.05.88 ГОСТ 10572-75	5			
Инв. № подл.				БР.ПМ-18-019.00.00.000 СП			Лист	
Взам. инв. №							2	
Подп. и дата				Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



Формат		Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
					<u>Документація</u>				
A1				БР.ПМ-18-019.00.00.000 СК	Складальне креслення				
					<u>Складальні одиниці</u>				
		1		БР.ПМ-18-019.00.01.000	Плита	1			
		2		БР.ПМ-18-019.00.02.000	Корпус	1			
					<u>Деталі</u>				
		3		БР.ПМ-18-019.00.00.001	Штатив	1			
		4		БР.ПМ-18-019.00.00.002	Вісь	4			
					<u>Стандартні вироби</u>				
		5			Болт М8х30,58 ГОСТ 7798-70	1			
		6			Гайка М8.56 ГОСТ 5915-70	1			
		7			Індикатор 1 МИГ ГОСТ 9696-82	1			
		8			Кільце 140-200-30-2-4 ГОСТ 9833-73	4			
		9			Підшипник 1000903 ГОСТ 8338-75	4			
		10			Пружина №237 ГОСТ 3224-75	1			
				<b>БР.ПМ-18-019.00.00.000 СП</b>					
Изм.		Лист		№ док.м.		Подп.		Дата	
Разрад.		Рожнів							
Проб.		Роп'як							
Н.контр.									
Утв.									
Инв. № посл.		Лит.		Лист		Листов			
						1		2	
<b>Пристрій контрольний</b>						<b>ІФНТУНГ</b>			
						<b>гр. ПМ-18-1</b>			

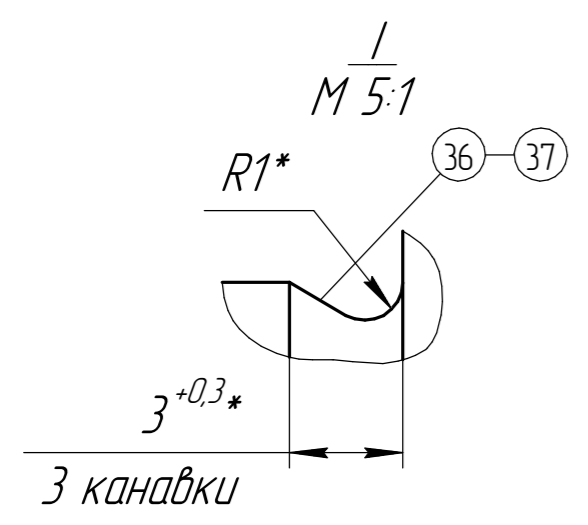




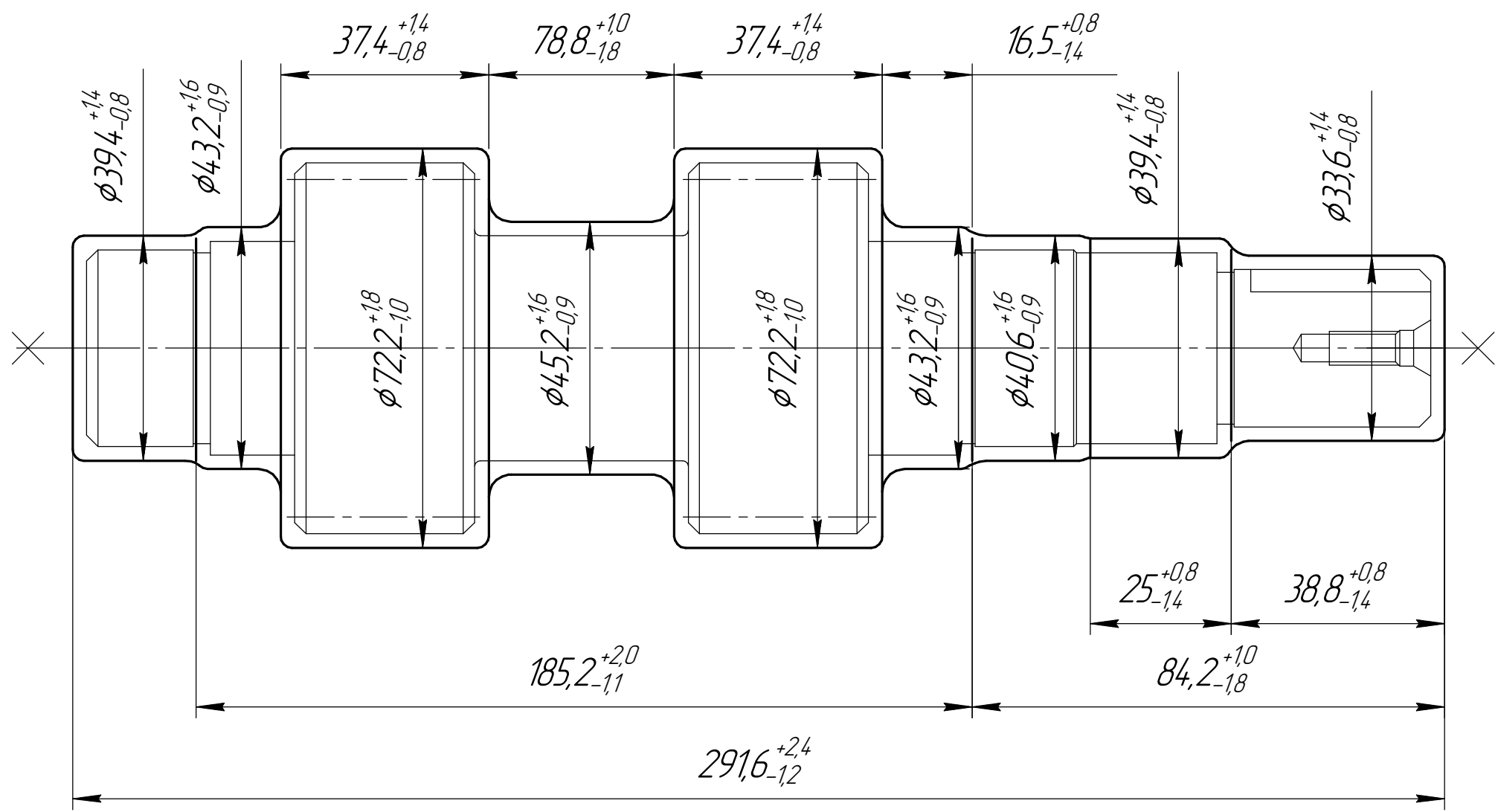


Модуль	<i>m</i>	3
Число зубів	<i>z</i>	20
Нормальний вихідний контур	-	ГОСТ 13755-81
Коефіцієнт зміщення вихідного контура	<i>x</i>	0
Степень точності по ГОСТ 1643-81	-	8-B
Довжина загальної нормалі	<i>W</i>	22,98 <sup>-0,106</sup> <sub>-0,176</sub>
Дільний діаметр	<i>d</i>	60
Позначення креслення спряженого зубчатого колеса	-	

1. Термообробити до нарізання зубів HB245...282.
2. \* Розміри забезпечити інструментом.
3. Торці зубів повинні бути притуплені R0,2...0,3 мм.
4. Зубчаті колеса не повинні мати тріщин, плівок, закотів, задирок, слідів окалини та інших дефектів.

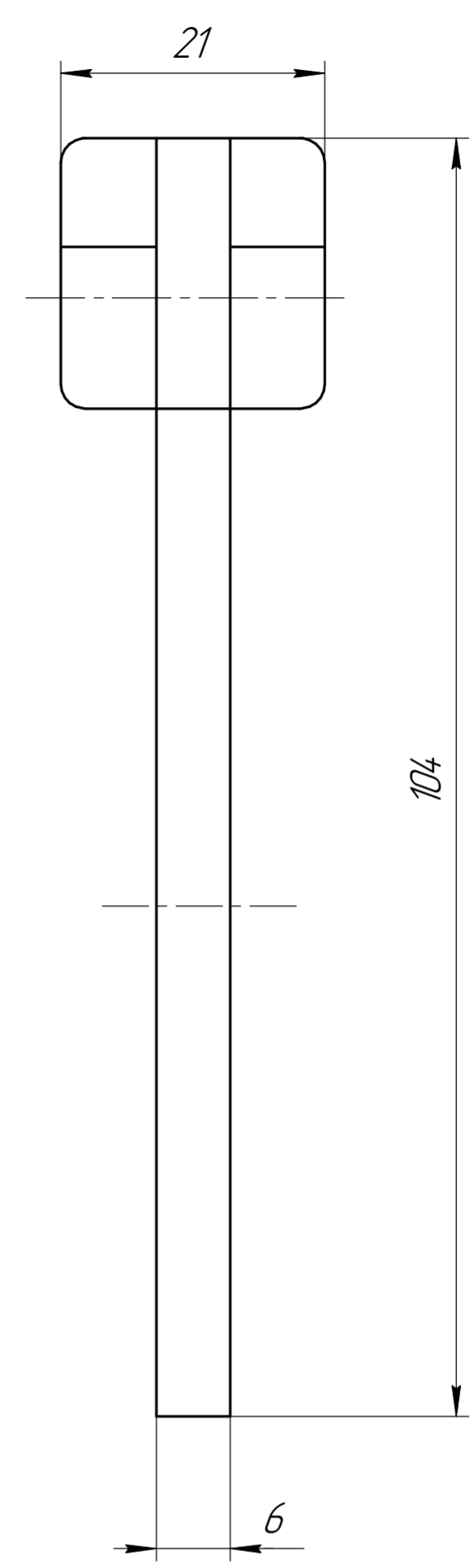
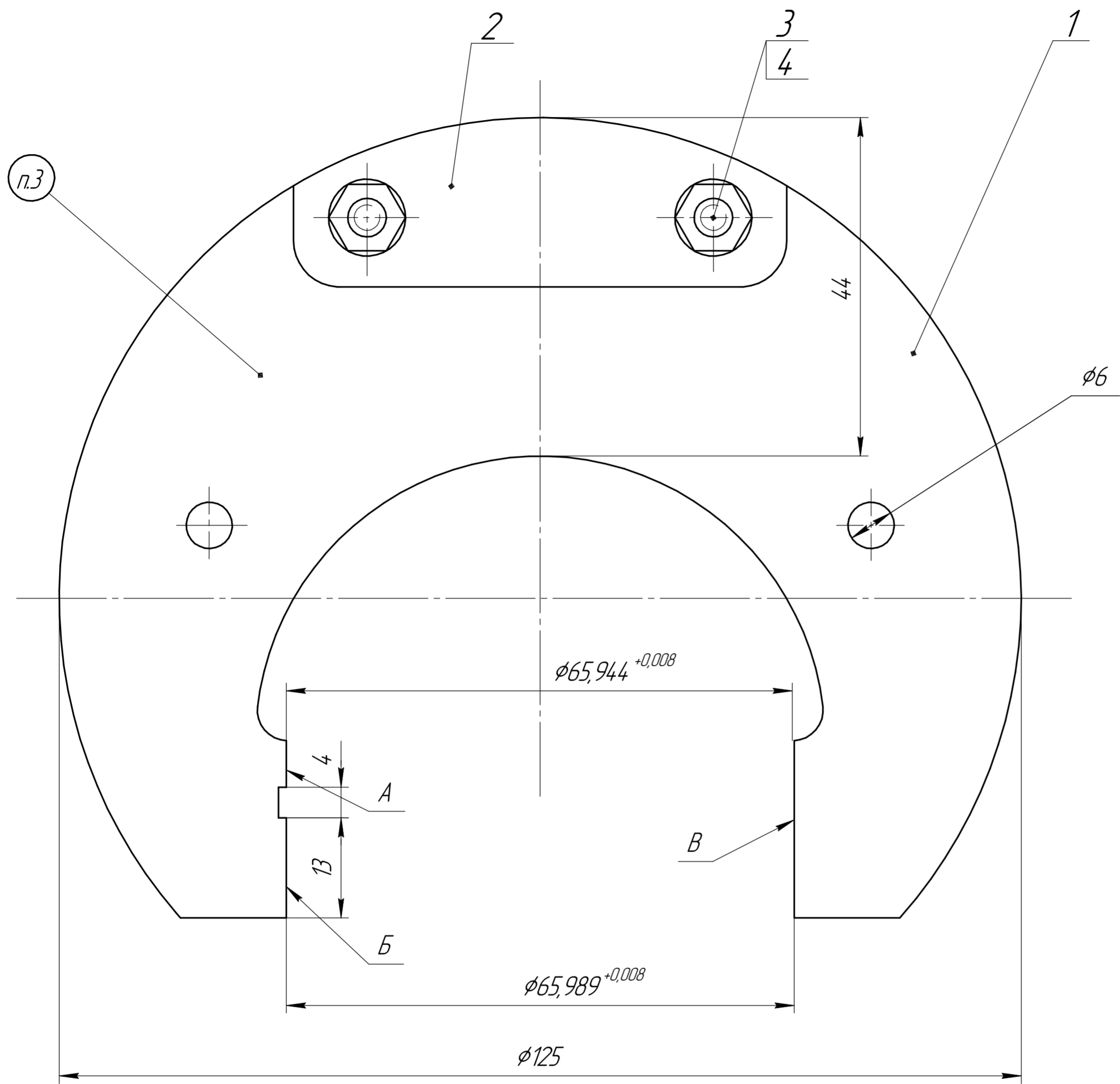


					РЦ 001.07.05			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Вал-шестерня	Лит.	Маса	Масштаб
Розроб.	Рожнів						3,46	1:1
Перев.	Роп'як					Аркцш	Аркцшів	1
Т.контр.						Сталь 40Х ГОСТ 4543-71		
Н.контр.								
Затв.					ІФНТУНГ гр.ПМ-18-1			



Радіуси заокруглень: зовнішні R2, внутрішні R5.  
 Штамповочні уклони: зовнішні 2°.  
 Зміщення штампів 0,5мм.

					<b>БР.ПМ-18-019.00.00.000 3</b>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	<b>Заготовка вал-шестерні</b>	Літ.	Маса	Масштаб
Разроб.	Рожнів						6,54	1:1
Перев.	Роп'як					Аркцш	Аркцшів	1
Т.контр.						Сталь 40Х ГОСТ 4543-71		
Н.контр.						ІФНТУНГ гр.ПМ-18-1		
Затв.								

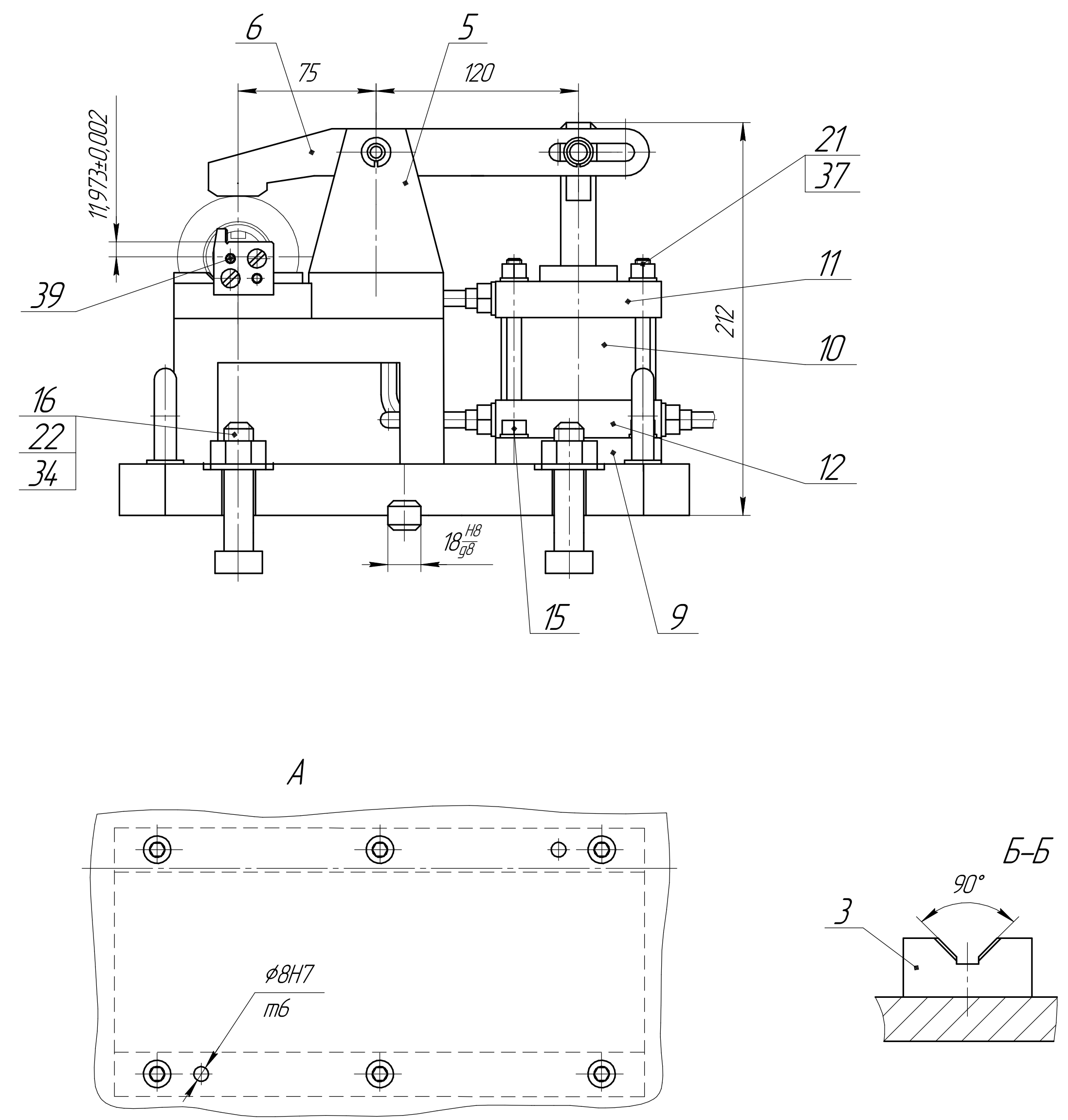
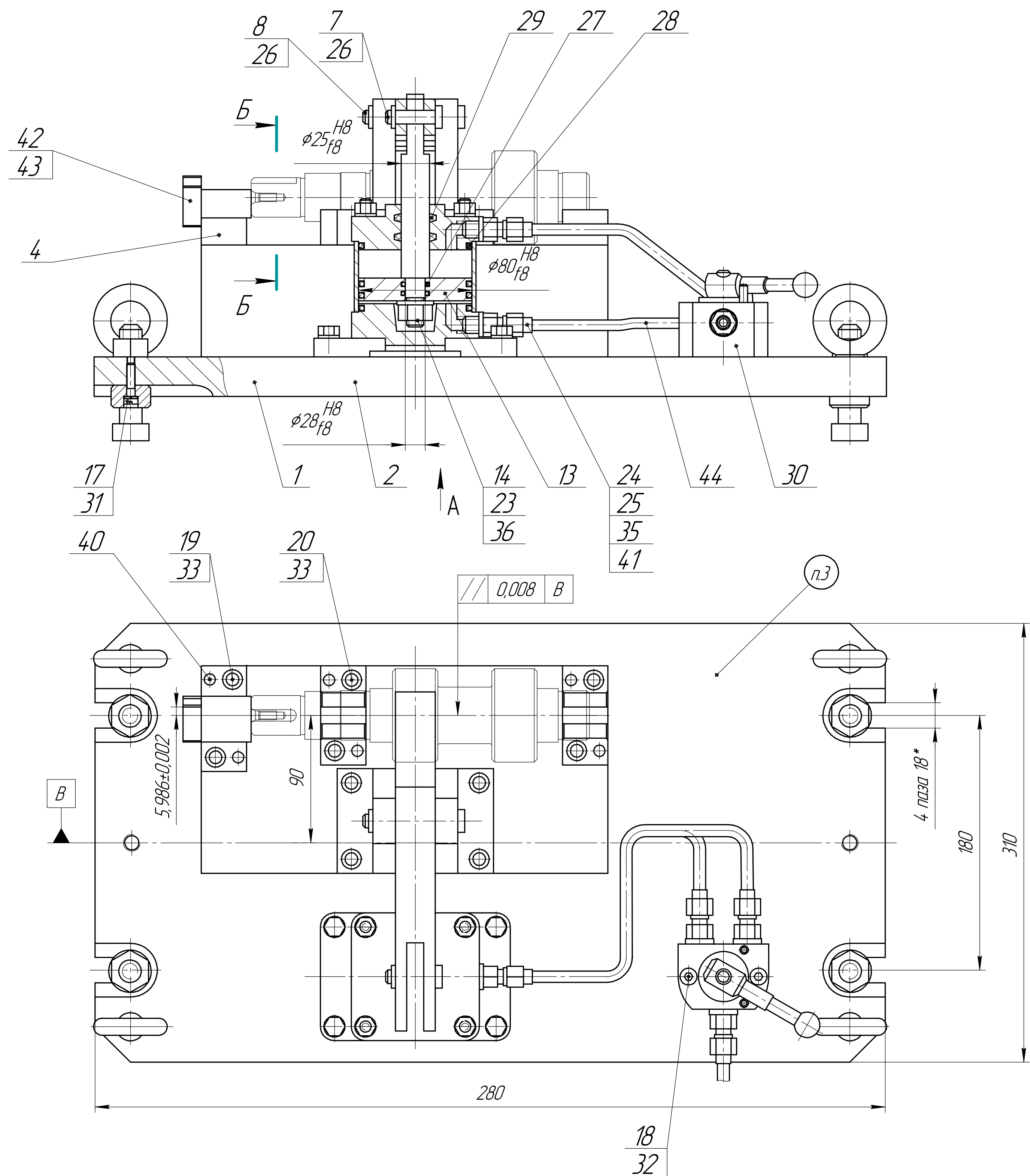


- 1. Н14, h14,  $\pm \frac{IT14}{2}$ .
- 2. 2. Поверхні А, Б, В цементувати h 0,8..1,2 мм, HRC 30..35.
- 3. Маркувати.

Калібр-скода призначена для контролю діаметра  $\phi 66h8(-0,046)$ .

				БР.ПМ-18-019.00.00.000 СК			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Лит.	Маса	Масштаб
Розроб.	Рожнів					0,4	2:1
Перев.	Роп'як				Аркциш	Аркциш	1
Т.контр.					ІФНТУНГ		
Н.контр.					Сталь 20Х ГОСТ 4354-81		
Затв.					зр. ПМ-18-1		



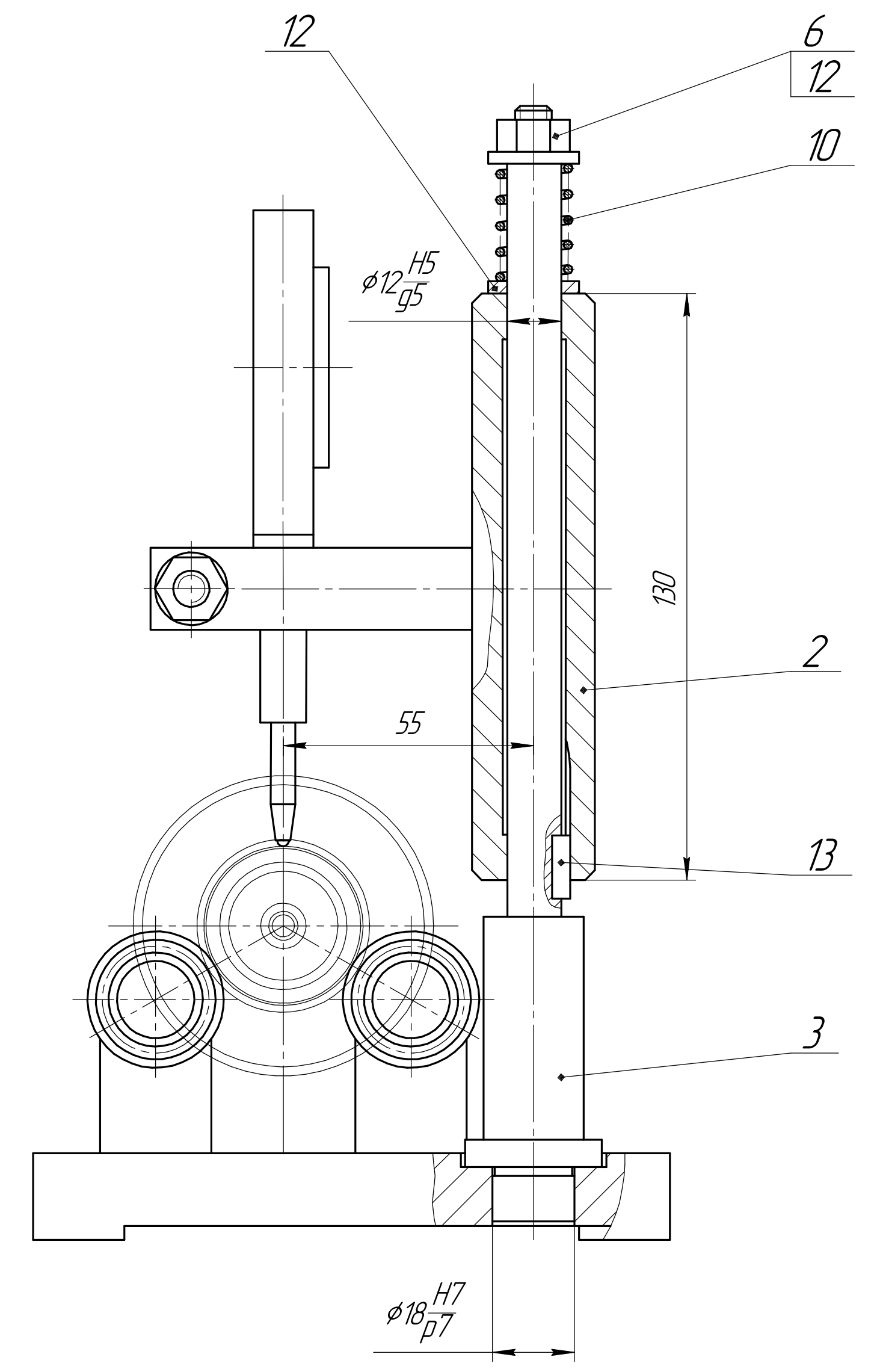
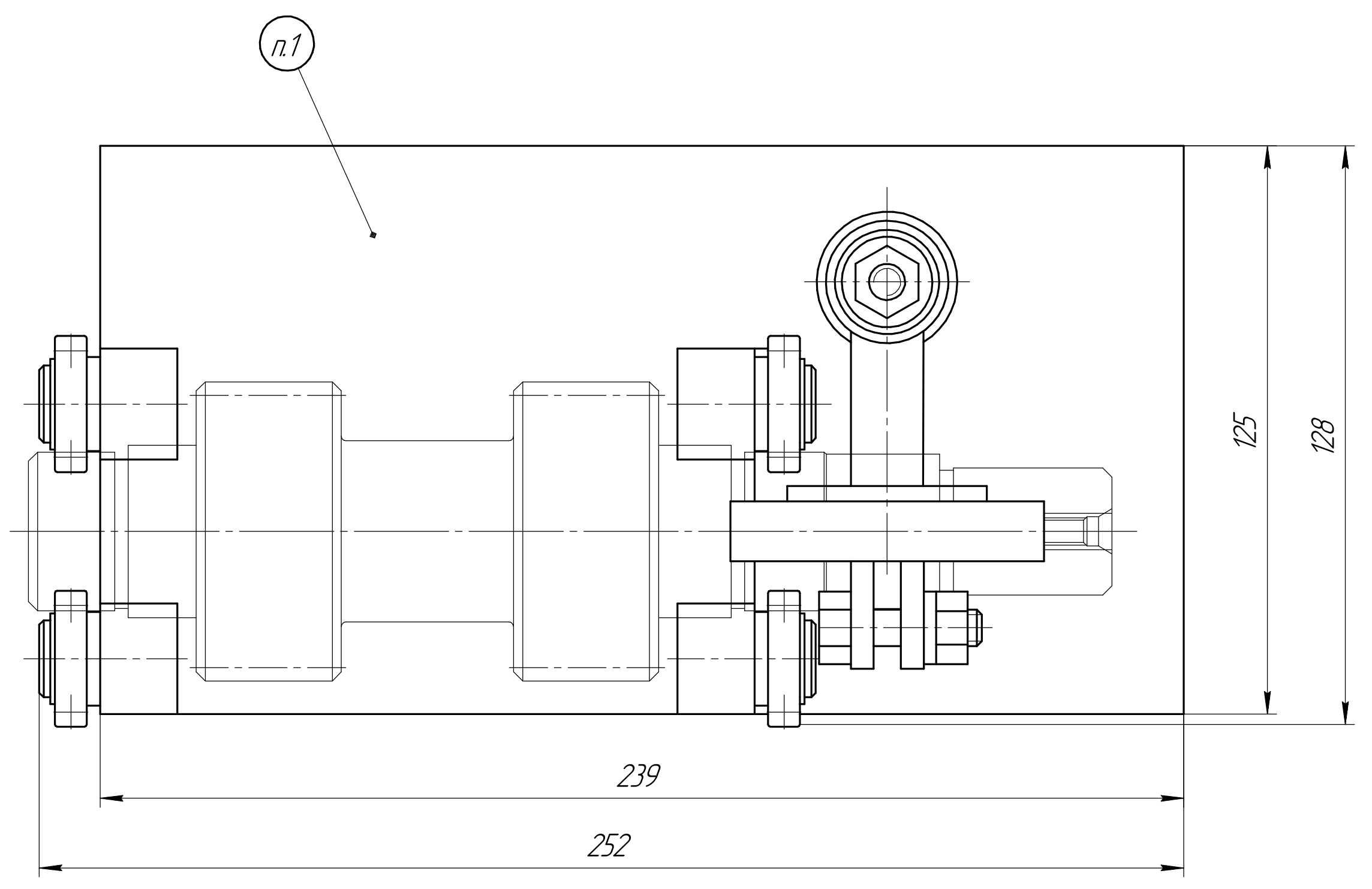
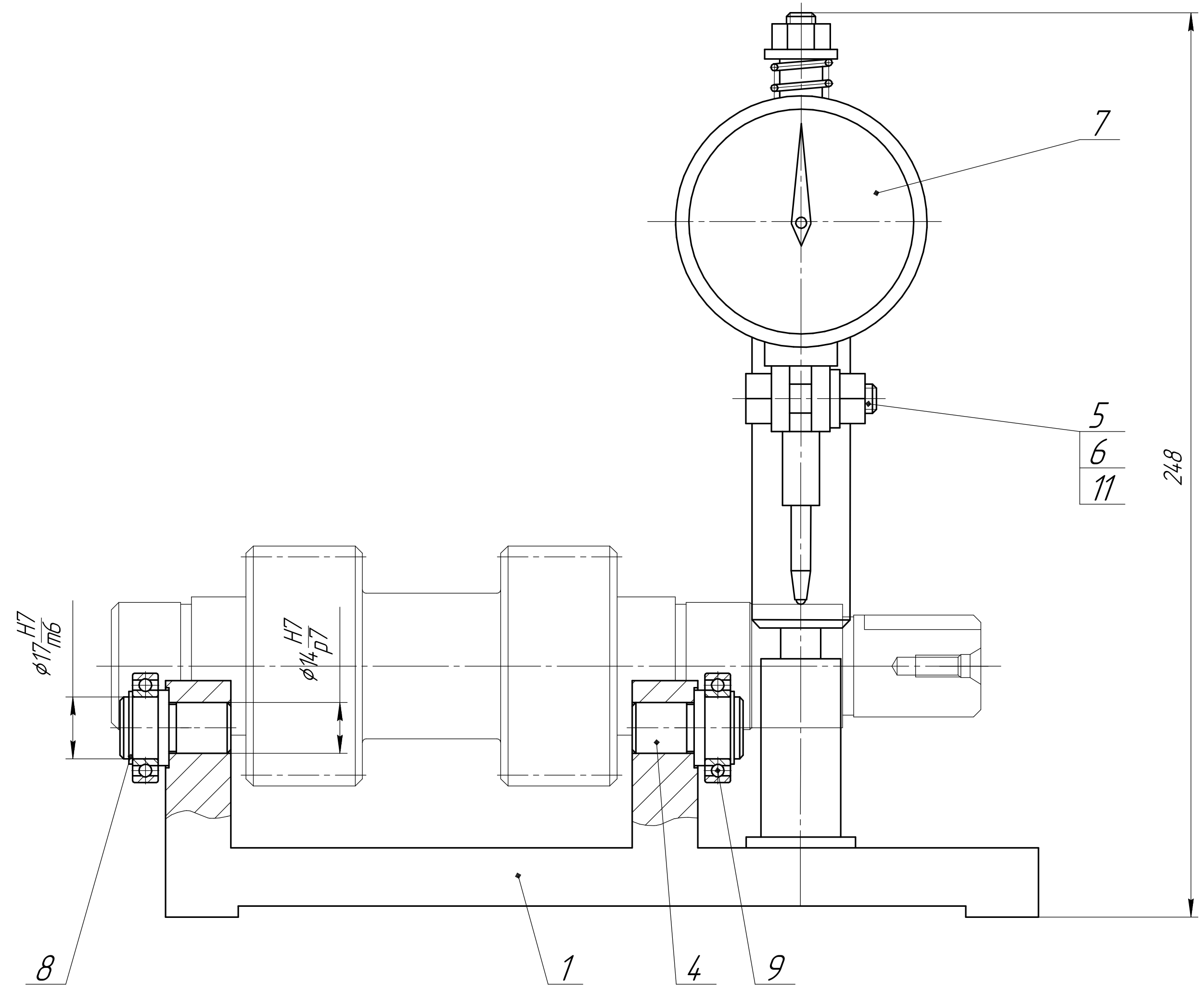


1. \*Разміри для довідок.
2. \*\*Обробку провести після складання.
3. Маркувати.
4. Випробування провести при тиску 1,5 Рроб.
5. Пристрій повинен працювати плавно, без ривків і заїдань.

Технічна характеристика

1. Пристрій призначений для встановлення і закріплення вал-шестерні при фрезеруванні паза  $\phi 8$  на верстаті 6Р12.
2. Тип приводу - пневматичний.
3. Зусилля затиску пристрою (при  $p=0,63$  МПа)  $W=4177$  Н.
4. Тиск в пневмомережі  $p=0,63$  МПа.
5. Довжина робочого ходу поршня - 40 мм.

					БР.ПМ-18-019.00.00.000 СК				
Зм.	Арх.	№ док.	Підп.	Дата	Пристрій фрезерний	Лист	Маса	Масштаб	
Розроб.	Рекон.							1:2	
Перев.	Роз'як.					Архив	1	Архив	1
Т.контр.						для верстата моделі 6Р12			
Н.контр.					ІФНТУНГ				
Затв.					гр. ПМ-18-1				



Пристрій призначений для контролю радіального біття поверхні  $\phi 34_{\text{H8}}$  відносно поверхонь "В" і "Г"  $\phi 35_{\text{js6}}$  вал-шестерні.  
 Похибка мікрометра 0,0018 мм.  
 Похибка вимірювання пристроєм 0,011 мм.

1. Маркувати

БР.ПМ-18-019.00.00.000 СК				
Зм.	Арх.	№ докум.	Підп.	Дата
Розроб.	Різн.			
Перев.	Різн.			
Т.контр.				
Н.контр.				
Затв.				
Пристрій контрольний				Лит. Масштаб
				1:1
Архив				Архив 1
ІФНТЧНГ				
гр. ПМ-18-1				